

Tiago Rafael de Almeida Alves

**A FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS, O SOL E AS
AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA NO NÍVEL MÉDIO DA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.
Orientador: Prof. Dr. Jeferson de Lima Tomazelli.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Alves, Tiago Rafael de

A Física de Aceleradores de Partículas, O Sol e as Auroras - Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da educação básica / Tiago Rafael de Alves ; orientador, Jeferson de Lima Tomazelli, 2018.

313 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física . 3. Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd. 4. Física Moderna e Contemporânea. 5. Física de Plasmas. I. Tomazelli, Jeferson de Lima. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Tiago Rafael de Almeida Alves

**A FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS, O SOL E AS
AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA NO NÍVEL MÉDIO DA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
“Mestre em Ensino de Física” e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Florianópolis, 20 de setembro de 2018.

Prof. Oswaldo Ritter, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Jeferson de Lima Tomazelli, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Lúcio Campos Costa, Dr.
Universidade Federal do ABC

Prof. Pawel Klimas, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Wagner Figueiredo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família e
aos meus camaradas.

AGRADECIMENTOS

Com o coração, a mente e a alma agradeço ao nosso Deus pelo dom da vida, pela saúde e pela oportunidade de conviver com a minha família e amigos. Geovana Vendruscolo e Bóris por partilham comigo nosso cafofo, nossa espaço que é o lugar que chamamos de lar. Com amor incondicional, carinho, paciência, compreensão, estudo e dedicação aos nossos sonhos. Este Mestrado por sinal é um deles, que minha família e amigos tornaram possível.

Agradeço imensamente aos meus pais e irmãos, que embora morem longe, quando nos encontramos, parece que foi ontem. Sangue do meu sangue, que me inspiram pela força, resiliência e espiritualidade com que encaram a vida.

À Marinha do Brasil que me forjou no calor da vida militar, fortalecendo o caráter, o moral e a ética, onde vivi intensamente 8 anos de vibração. “O corpo que não vibra é o esqueleto que se arrasta”.

Ao meu honradíssimo orientador Jeferson Tomazelli pela brilhante orientação, objetiva, reflexiva, de alto padrão de comprometimento com nosso trabalho e tenacidade em prol do aprimoramento do ensino de Física em nosso país.

À Capes pelo suporte financeiro, primordial para a realização deste trabalho. Cada centavo investido trará muito mais do que cinco anos de retorno, mais sim um carreira entusiástica dedicada ao ensino de Física brasileiro, como servidor público federal no Instituto Federal Catarinense.

À Kátia, Mirna, Albertina, Elaine e Margareth, servidoras estaduais comprometidas, responsáveis, detentoras de caráter e amor pela educação invejáveis, com as quais tive a felicidade de trabalhar na Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves, em Florianópolis/SC por 4 anos.

Aos professores Pawel Klimas, Wagner Figueiredo, Oswaldo Ritter e Fabiana Botelho Kneubil pelas excelentes aulas e empenho pela qualidade formativa do ensino de Física proporcionado à todos.

Aos nobres colegas e amigos da turma 2016 pela roda de chimarrão durante as aulas e cerveja após. Ao longo dos 2 anos de curso e pelos períodos de estudos coletivo, pena que foram breves momentos devido a nossa profissão, mas valeram muito a pena.

Não tá morto quem peleia aqui sob o céu azul.
(Tonho Crocco & Trovadores RS/Ultramen, 2000)

RESUMO

Os assuntos tipicamente presentes no currículo escolar de Física no Ensino Médio permitem a escolha de temas que acoplem os conhecimentos tradicionais com tópicos contemporâneos da ciência. Tais temas são objetos tanto da divulgação científica como da pesquisa e permeiam o cotidiano de qualquer cidadão, uma vez que estão presentes ao alcance de todos, em nível informal, no escopo das experiências do cotidiano. Com base em uma formação que contemple o conhecimento do mundo físico e natural, preconizada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, os estudantes de Física básica têm o direito de se apropriarem de conhecimentos atualizados, especialmente pelas potencialidades em atingir o caráter motivacional, de inovação em sala de aula e de exercício da cidadania. A Física Moderna e Contemporânea, desde idos noventa, é objeto de intensa pesquisa em ensino de Física constituindo um campo denso de trabalhos que contempla centenas de artigos na últimas décadas com as seguintes ênfases: propostas didáticas testadas em sala de aula, levantamento de concepções, bibliografia de consulta para professores e análise curricular. Diante do fato de que o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física tem um viés pragmático optamos pela construção e aplicação de módulos didáticos em uma abordagem fenomenológica-conceitual, com base em tópicos ligados a Física de Plasmas: a Física de Aceleradores de Partículas, o Sol e as Auroras, respectivamente junto a turmas de primeiro, segundo e terceiros anos do Ensino Médio da escola pública. No presente trabalho são apresentados os elementos que constituem o produto educacional, o aporte teórico no âmbito dos documentos oficiais brasileiros, reflexões acerca de como os estudantes aprendem em termos da Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd e a análise do feedback das atividades didáticas junto aos educandos, obtido por meio da ferramenta *google* formulário, utilizada ao fim da intervenção didática na escola.

Palavras-chave: Ensino de Física. Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd. Física Moderna e Contemporânea. Física de Plasmas.

ABSTRACT

The subjects typically present in the school curriculum of Physics in High School allow the choice of topics that connect traditional knowledge with contemporary topics of science. These themes are objects of both scientific dissemination and research and permeate the daily life of any citizen, since they are present within reach of all, at an informal level, in the scope of the daily life experiences. Based on a training that contemplates the knowledge of the physical and natural world, as recommended in the Law of Guidelines and Bases of Education, students of Basic Physics have the right to appropriate up-to-date knowledge, especially for the potentialities in achieving the motivational character of innovation in the classroom and exercise of citizenship. Modern and Contemporary Physics, since the nineties, is the object of intense research in Physics teaching, constituting a dense field of works that contemplates hundreds of articles in the last decades with the following emphases: didactic proposals tested in the classroom, reference bibliography for teachers and curricular analysis. Faced with the fact that the National Professional Master's Degree in Physics Teaching has a pragmatic bias we opted for the construction and application of didactic modules in a phenomenological-conceptual approach, based on topics related to Plasma Physics: Physics of Particle Accelerators, Sun and the Auroras, respectively, together with classes of first, second and third years of high public school. The present work presents the elements that constitute the educational product, the theoretical contribution in the scope of official Brazilian documents, reflections on how students learn in terms of Vernaugd's Conceptual Field Theory and the analysis of the feedback of the didactic activities with the students, obtained through the tool "google form", used at the end of the didactic intervention in the school.

Keywords: Physics Teaching. Conceptual Field Theory of Vernaugd. Modern and Contemporary Physics. Physics of Plasmas.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Algumas respostas referentes a questão 1. | 51 |
| Figura 2 – Algumas respostas referentes a questão 2.1 | 52 |
| Figura 3 – Algumas respostas referentes a questão 3.1 | 52 |
| Figura 4 – Algumas respostas referentes a questão 4.1 | 53 |
| Figura 5 – 2ª questão do tópico temas atuais da ciência. | 54 |
| Figura 6 – 7ª pergunta do tópico temas atuais da ciência. | 54 |
| Figura 7 – 8ª pergunta do tópico temas atuais da ciência. | 55 |
| Figura 8 – Motivação..... | 56 |
| Figura 9 – Senso crítico e cidadania..... | 56 |
| Figura 10 – Microfone aberto..... | 57 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| |
|--|
| BNCC – Base Nacional Comum Curricular |
| EF – Ensino Fundamental |
| EM – Ensino Médio |
| FMC – Física Moderna e Contemporânea |
| HFC – História e Filosofia das Ciências |
| LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação |
| MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física |
| OCN – Orientações Curriculares Nacionais |
| OCNEM – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| SBF – Sociedade Brasileira de Física |
| SBM – Sociedade Brasileira de Matemática |
| PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| TCC – Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd |
| TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido |
| TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação |
| TR – Teoria da Relatividade |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVAS | 5 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 9 |
| 1.2.1 | Objetivo geral | 9 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 10 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 11 |
| 2.1 | REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 2.2 | DOCUMENTOS OFICIAIS | 16 |
| 2.2.1 | Lei de Diretrizes e Bases da Educação | 16 |
| 2.2.2 | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio | 19 |
| 2.2.3 | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio + | 23 |
| 2.2.4 | Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio | 27 |
| 2.2.5 | Base Nacional Comum Curricular | 28 |
| 2.3 | TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERNAUGD | 30 |
| 2.3.1 | Artigos no ensino de Física | 33 |
| 3 | DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL..... | 38 |
| 3.1 | TEXTOS E ARTIGOS DE APOIO | 40 |
| 3.2 | VÍDEOS E SITES | 42 |
| 3.3 | SIMULADORES E APLICATIVOS | 45 |
| 3.4 | IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA | 47 |
| 3.4.1 | Descrição do ambiente escolar | 47 |
| 3.4.2 | Relato das aulas..... | 48 |
| 4 | RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 50 |
| 4.1 | FEEDBACK DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS | 50 |
| 4.2 | ANÁLISE DO RELATÓRIO DO QUESTIONÁRIO DE | |
| | FEEDBACK DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS | 51 |

| | | |
|-----|--|------------|
| 4.3 | OLHAR À LUZ DOS REFERENCIAIS..... | 59 |
| 4.4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 61 |
| | REFERÊNCIAS..... | 63 |
| | APÊNDICE A – Módulo didático para o 1º ano do EM...68 | |
| | APÊNDICE B – Módulo didático para o 2º ano do EM...126 | |
| | APÊNDICE C – Módulo didático para o 3º ano do EM...205 | |
| | APÊNDICE D – Relatório de Feedback das atividades didáticas | 247 |
| | ANEXO – Documentos do Comitê de Ética..... | 272 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as pesquisas em ensino de Física, nos níveis fundamental e médio, têm ampliado o seu alcance, profundidade e aplicabilidade. Elas transcendem as consolidadas pesquisas em educação, em virtude que são voltadas ao exercício diuturno da docência, aproximando as contribuições teóricas da efetiva prática em sala de aula.

Como linha final de um complexo processo social educativo, formativo, os educandos têm na escolas o espaço legítimo para discutirem não somente e linearmente os conteúdos curriculares típicos da Física, tal qual era feito há décadas atrás. Em pleno século XXI, é comum nos depararmos com sequências didáticas arraigadas de práticas que remontam ao nosso próprio tempo e espaço escolar enquanto estudantes, visto que os elementos curriculares são similares. Não que haja problema acerca das metodologias mais tradicionais, elas também são importantes e sendo devidamente estruturadas, são sólidas, consistentes e contribuem dentro do possível, de acordo com as distintas realidades, na formação básica em Física de nossos alunos. Todavia iniciativas como a da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e da Sociedade Brasileira de Física (SBF) que ofertam programas de pós-graduação em nível de Mestrado em caráter profissional, dirigidos a educadores em diversos polos brasileiros alavancam tanto as práticas escolares como as carreiras dos professores. A razão é que os programas consolidam uma formação mais aprofundada, atualizada e que instrumentaliza os professores de Física quanto à consecução de práticas pedagógicas inovadoras, condizentes com o anseio de todos de fortalecer o ensino e a aprendizagem de Física em nosso país.

Ao passo em que mais e mais educadores adquirem uma formação robusta, em nível de Mestrado, a consequência natural é a efetiva implementação de novas metodologias, aplicação de novos conhecimentos, domínio e segurança em relação aos próprios saberes e releitura da sala de aula enquanto um dos espaços mais ricos e motivadores para a convivência, aprendizagem e partilha de saberes e experiências em grupo.

Cabe salientar que a ênfase adotada no presente trabalho tem por objetivo contribuir para a melhoria do ensino de Física, sugerindo atividades didáticas, refletindo acerca dos erros e acertos, comuns ao longo do processo e explorando tanto as referências legais como as contribuições teóricas da educação.

Articular os apontamentos oficiais, com os aspectos cognitivos da aprendizagem em constante diálogo com as atividades propostas provê aos presente trabalho, segundo Tripp (2005), uma perspectiva de pesquisa-ação, de cunho educacional.

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos. (TRIPP, 2005, p. 445)

Mecânica Clássica, Termodinâmica, Fenômenos Ondulatórios, Acústica, Ótica, Eletromagnetismo e Física Moderna e Contemporânea (FMC) compõem normalmente os conteúdos escolares ao longo dos três anos do Ensino Médio (EM). Comumente os professores têm em mãos livros didáticos, base para o planejamento e condução de suas aulas, sendo que muitos os seguem à risca. Todavia a abordagem típica compartimentaliza tais áreas, destinando conjuntos de tópicos dentro de cada uma, como por exemplo as Leis de Newton no âmbito da Mecânica.

Cada professor, como o responsável pelo ensino da sua disciplina, define a metodologia que julgar mais adequada a fim de ensinar. Entretanto, existem muitas variáveis em jogo: o projeto político pedagógico escolar, a experiência docente, as facilidades ou dificuldades provenientes da formação e o perfil e a desenvoltura do educador. Estes aspectos são influentes no processo de ensino e aprendizagem. Acrescentem-se a isso a (in)disponibilidade de laboratórios para experimentação; as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tais como os laboratórios de computação ou salas de aula informatizadas; o acesso à internet; a carga horária; além recursos didáticos como textos, vídeos, simuladores, saídas de campo, etc. Enfim, o docente tem um rol de metodologias, um conjunto de variáveis pedagógicas a lidar e uma série de conteúdos para convergir. A meta é contribuir para a formação científica em Física de seus alunos mesmo diante das dificuldades impostas, além das fragilidades de formação pregressa de seus alunos, reveladas corriqueiramente no cotidiano da sala de aula.

A tarefa não é fácil, entretanto a busca e a decisão por ensinar temas atuais da ciência pode ser uma saída interessante, visando reacender a motivação tanto do educando quanto do educador diante de tantos obstáculos. Já nos idos noventa, Almeida (1992) questiona acerca das escolhas metodológicas.

Vários professores, opondo-se à tendência usual, têm procurado inovar iniciando seus cursos por óptica ou eletricidade, discutindo temas da Física atual, ou mesmo trazendo para a sala de aula o questionamento sobre vantagens e desvantagens da ciência na nossa sociedade. Talvez seus cursos não sejam intrinsecamente melhores, mas tais experiências não merecem mais atenção? É interessante notar-se que fora da escola os jovens se entusiasma com assuntos relacionados à ciência e tecnologia. Será que, trabalhando-se apenas com a Física clássica, se consegue canalizar essa motivação para a programação escolar? (ALMEIDA, 1992, p.22)

Em um ambiente aberto à discussão de tópicos atuais, diria até mais extravagantes da Física, os estudantes naturalmente apontam seus conhecimentos prévios, informais, fruto de suas experiências cotidianas diante da multiplicidade de informações com as quais convivem. Em via de mão dupla, nós professores reagimos a tais curiosidades e questionamentos, o que nos leva a pensar até que ponto poderíamos explorar estas oportunidades.

Com uma visão bem clara sobre os conteúdos presentes no currículo da Física básica, sobre a realidade escolar e um bom nível de disposição e entusiasmo em criar roteiros de aula pautados por uma pegada de inovação e resgate da motivação, propusemo-nos a construir e implementar módulos didáticos para os 3 anos do EM.

Inicialmente apresentamos as justificativas e objetivos no presente capítulo. No capítulo 2 discorreremos acerca das pesquisas em FMC em uma breve revisão bibliográfica, também tratamos as bases legais atinentes à educação brasileira, objetivando a atualização curricular. Convém salientar que foram escolhidos tópicos inerentes a uma área específica, conhecida como Física de Plasmas. Ela abarca uma gama de possibilidades didáticas, segundo Ziebell (2004), que permite abordar desde a ocorrência natural de plasmas na magnetosfera planetária, estrelas, supernovas e estrelas de nêutrons até plasmas de laboratório e aplicações tecnológicas, como por exemplo os televisores e a fusão termonuclear controlada.

Ainda no capítulo 2 dissertamos sobre os aspectos cognitivos, no âmbito da Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd, trazendo à tona as ideias gerais, alguns artigos em ensino e sua aplicabilidade. Visto que

estes fundamentos teóricos precisam ser pensados para o “habitat natural” do professor, que é a sala de aula, à medida que lembramos desta essência é importante informar que delineamos o ambiente escolar no qual a intervenção didática foi realizada, conforme capítulo posterior.

O capítulo 3 é a descrição do produto educacional, no qual detalhamos os recursos didáticos explorados e relatamos objetivamente a sua implementação em sala de aula. Neste momento explicamos os objetos do conhecimento, dentro dos temas atuais da ciência, elencados para o planejamento e condução das aulas. Escolhemos 3 tópicos, um para cada ano do EM, respectivamente: A Física de Aceleradores, o Sol e as Auroras, para o 1º, 2º e 3º anos do EM. A origem destes temas remonta ao fato de que alguns tipos de plasmas são encontrados em cada tópico, com suas peculiaridades e aspectos físicos distintos. Podemos relacionar os conceitos normalmente estudados no colégio com os temas escolhidos. Assim sendo, no 1º ano tratamos as Interações Fundamentais da Natureza, visando chegar às noções de Física de Aceleradores com a ação dos campos sobre as partículas; os neutrinos na conservação da quantidade de movimento linear; e o plasma de quarks e glúons. No 2º ano lidamos com o plasma enquanto estado físico da matéria; a estrutura do Sol enfatizando as correntes de convecção; a radiação eletromagnética, discorrendo sobre os fótons e as precauções relativas a exposição frente à radiação ultravioleta emitida pelo sol; e, por fim, a fissão e fusão nucleares. Já no 3º ano abordamos a natureza dos campos elétricos e magnéticos; a força elétrica e a magnética provenientes da interação entre cargas e campos com ênfase na dinâmica de partículas visando tratar as Auroras; e o confinamento magnético e inercial de plasmas para fusão termonuclear controlada.

Ao final do capítulo 3 apresentamos o questionário de feedback das atividades didáticas, preenchido por 28 alunos, das 3 turmas citadas, de forma absolutamente voluntária. Tudo em conformidade com os Termos de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE/TALE) para participação em pesquisa com seres humanos, exigido pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina. Por meio do questionário elaborado no *google* formulário os alunos manifestaram seu entendimento, opiniões e considerações acerca dos temas discutidos.

No último capítulo apresentamos e analisamos o relatório das atividades didáticas, buscando verificar a consecução dos objetivos, correlacionando posteriormente com as bases legais e com a Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd. Por fim traçamos as considerações finais concernentes ao produto educacional, pensando nos limites e

possibilidades, relacionando-os às experiências de ensino e aprendizagem ao longo do Mestrado Profissional em Ensino de Física, polo 39, na cidade de Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

1.1 JUSTIFICATIVAS

A aplicação de sequências didáticas que articulem conteúdos curriculares da Física básica com temas atuais, que possam ser motivadores para aqueles que estudam ciências, é um grande desafio na capacitação docente em nosso país. Abordar temas contemporâneos no âmbito do ensino de Física a fim de perscrutar o processo de ensino e aprendizagem diretamente é um instrumento importante em nossas escolas. Uma das finalidades das nossas ações, como professores mediadores do conhecimento físico do mundo, está em elaborar e empregar recursos educacionais que todos integrantes da educação o possam aproveitar. Neste sentido, intervimos diretamente no nível médio da escola básica, em um período de aproximadamente um mês, para verificar na prática quais as potencialidades e limitações dos tópicos atuais da ciência para o ensino de Física.

É importante considerar a adequação do material a capacitação docente. Visto que ele pode funcionar como vetor de transformação, alterando o status quo no ensino de Física, no intuito de constituir os primeiros passos de um trabalho contínuo em direção às possíveis melhorias no ensino em nosso país. Especialmente pelo caráter pragmático do proposta aqui justificada.

Nesse momento é importante apresentar onde se enquadra, em nossas referências, a designação FMC. Física Moderna e Contemporânea, segundo Rezende Jr. (2001), está baseada em três períodos históricos:

1. Clássico que compreende o período que vai desde o estabelecimento da Mecânica Newtoniana até o desenvolvimento do Eletromagnetismo Clássico de Maxwell, no final do século XIX.

2. MODERNO, que se estabeleceu entre o final do século XIX até a década de 40 do século XX (início da Segunda Guerra Mundial).

3. CONTEMPORÂNEO, após o início da Segunda Guerra Mundial (aproximadamente na década de 40), até os dias de hoje.

A construção do produto educacional, objetivo-mor do nosso programa de pós-graduação, tendo em vista o fato de que dirigimos esforços para a realidade da sala de aula, requer a delimitação de um tema central. Em nosso caso, trata-se da Física de Plasmas em diferentes instâncias. Altas energias para o plasma de quarks e glúons (salientemos o entendimento mínimo de estrutura da matéria necessário nessa

caminhada); ordens de grandeza de energia menores para o plasma solar, menores ainda para aquele presente na magnetosfera terrestre (conectada ao campo magnético solar) no fenômeno das auroras; e valores de energia novamente maiores para o plasma na fusão termonuclear. Outras justificativas para abordarmos tais tópicos consistem nos seguintes aspectos, abaixo detalhados.

Por ocasião da formação em nível de graduação, especificamente no Bacharelado, tive a oportunidade de realizar iniciação científica em Física de Plasmas. Construí a percepção de que trata-se de uma área densa, profunda, associada a muitas áreas de pesquisa, profícua para os cientistas da área e pouco conhecida na escola. Por meio das reflexões advindas das experiências acadêmicas no Mestrado, voltei a atenção para esta área. Ela permite realizar uma abordagem fenomenológica-conceitual, desde que haja bom senso quanto ao nível de profundidade adequado. Nesse sentido, tomamos o cuidado de delimitar níveis de profundidade coerentes com cada ano do EM, no curso da construção e aplicação dos módulos didáticos. Portanto, a experiência acadêmica contribuiu nesse sentido, bem como o quanto, hoje em dia, as informações concernentes aos tópicos supracitados estão ao alcance de todos, facilmente. No entanto, alcance não necessariamente significa acessibilidade. Porque diante da infinidade de informações disponíveis é necessário um filtro para que o entendimento formal dos conceitos e aporte da linguagem sejam enfatizados no processo de ensino de aprendizagem, muito mais do que meras curiosidades.

Oesterman e Moreira (2000) publicaram uma lista acerca da FMC, consensual entre a comunidade científica à época, que apresentava os seguintes tópicos:

- Efeito fotoelétrico;
- Átomo de Bohr;
- Leis de conservação;
- Radioatividade;
- Forças fundamentais;
- Dualidade onda-partícula;
- Fissão e fusão nuclear;
- Origem do universo;
- Raios X;
- Metais, isolantes e semicondutores;
- Laser;
- Supercondutores;
- Partículas elementares;

- Relatividade restrita;
- Big Bang;
- Estrutura molecular; e
- Fibras ópticas.

São muitos assuntos, assim como aqueles tradicionalmente ensinados nos currículos escolares ao fim do Ensino Fundamental aonde a Física é introduzida e também ao longo do Ensino Médio. Entretanto, é importante repensar o espaço e o tempo destinado aos assuntos contemporâneos e aos clássicos, ainda mais ao passo em que há evidentes conexões da tecnologia do mundo atual com a ciência. Acerca deste viés de atualização curricular, explanamos posteriormente.

A formação dos professores de Física nas Licenciaturas nem sempre privilegia a obtenção de conhecimentos físicos que assegurem aos docentes a possibilidade de explorem alguns dos itens supracitados em seus planos de ensino. Especialmente no que diz respeito a uma abordagem fenomenológica-conceitual adequada aos níveis introdutórios da Física na escola, diante de todos os óbices comuns no dia-a-dia do ensino. Ainda mais na escola pública, foco do presente trabalho, sobretudo em função da reduzida carga horária e da fragilidade em Matemática básica referente ao nível fundamental que muitíssimos estudantes carregam, além da reduzida capacidade de leitura e interpretação que dificultam a compreensão das ideias científicas. Salientamos a importância da formação continuada a fim de ampliarmos o arcabouço teórico do professor, o que condiciona a implementação de tópicos de FMC. Valorizamos também a adoção de estratégias que estimulem os educandos quanto a superação de seus déficits formativos, exigindo emprego de esforço e dedicação aos estudos, pois estes são os principais responsáveis pela sua própria aprendizagem.

Aproximar os estudantes do mundo da pesquisa atual em Física e atrair jovens para a carreira científica, pois serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física, são alguns dos pontos que justificam tratar FMC, segundo Oesterman e Moreira (2000). Aliado ao fato de que, segundo Menezes (2001), por ocasião da elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) há muita importância nesta área.

É parte desta preocupação (ressaltar o sentido da Física como visão de mundo, como cultura, em sua acepção mais ampla) a nova ênfase atribuída à

cosmologia Física, desde o universo mais próximo, como o sistema solar e em seguida nossa galáxia, até o debate dos modelos evolutivos das estrelas e do cosmos. Sabidamente, estão ausentes dos currículos tradicionais tanto estes aspectos de caráter cultural mais geral, como outros mais de cultura tecnológica, não necessariamente pragmática, a exemplo da interpretação de processos envolvendo transformações de energia, na geração de energia elétrica, nos motores de combustão interna, em refrigeradores, ou mesmo em pilhas eletroquímicas, para não falar nos equipamentos óptico-eletrônicos e de processamento de informação, que hoje fazem parte de toda a vida contemporânea, desde relógios de pulso a computadores, e que envolvem uma microeletrônica quântica, impensável na escola tradicional, nem mesmo como simples fenomenologia, especialmente devido à tradição lógico-dedutiva do seu ensino....É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e os textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja, primeiro, compreendida e, mais tarde, aceita. (MENEZES, 2000, p.7)

A opção por elaborar sequências didáticas para os três anos do EM tem por finalidade contribuir para a articulação dos conteúdos escolares comuns da Física com tópicos atuais priorizando a motivação dos estudantes nas três séries. A ideia é não subestimar a capacidade de pensar, entender e agir diante dos objetos do conhecimento propostos durante as aulas que transcendem o escopo do livro didático e das metodologias mais tradicionais, estimulando a curiosidade dos estudantes. E mostrando que apesar da separação em áreas para fins didáticos, a Física é um campo do conhecimento humano, acessível para aqueles que o estudam, integrado, culturalmente consolidado, socialmente importantíssimo e influente para uma formação cidadã, que contribua no cotidiano dos indivíduos e nas oportunidades de carreira e profissões nas áreas científicas e tecnológicas em nosso mundo. Além

disso a Física está eminentemente ligada a outras áreas do conhecimento, que incluem desde as Engenharias e Medicina até as Ciências Forenses, por exemplo. Cabe a nós, professores de Física, lançar luz acerca da onipresença da Física, que detêm aspectos contemporâneos muito além da simplificação que sofre, para ser tratada no currículo escolar. Por trás da modelização pouquíssimo explorada em sala de aula, os conhecimentos da Física são profundos e complexos, porém o estudante precisa reconhecer seu caráter universal, que passeia do cotidiano até os limites do conhecimento da humanidade.

1.2 OBJETIVOS

A elaboração dos três módulos didáticos, um para cada ano do EM, tem por finalidade demonstrar a viabilidade da articulação dos conteúdos tradicionais com temas atuais da ciência. É comum alguns livros didáticos apresentarem ideias correlatas na introdução dos capítulos, ou como informações complementares em tópicos isolados. Diferentemente desta metodologia, optamos por escolher os tópicos e partindo deles tratar a fenomenologia e conceitos necessários para a compreensão de aspectos científicos gerais acerca da Física de Aceleradores, do Sol e das Auroras.

Existem muitos recursos didáticos para abordar os temas em voga, de forma que sugerimos reiteradas vezes nos roteiros de aula, a sua utilização. Consistem em: textos didáticos, vídeos, simuladores, aplicativos e textos da internet ou revistas que podem ser a base para a construção das aulas, mediante o estudo e a reflexão com respeito ao teor destes materiais e acerca de quais seriam os objetivos de ensino para cada aula.

Todo o aparato didático está consolidado no produto educacional, apêndice da presente dissertação.

O problema que buscamos investigar é: Quais as contribuições de módulos didáticos que tratem da Física de Aceleradores de Partículas, do Sol e das Auroras para estudantes do Ensino Médio? Até que ponto aspectos motivacionais e de inovação são contemplados?

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral é disponibilizar uma proposta didática ampla, estruturada e inovadora, dirigida aos três anos do EM concomitantemente, acerca da Física de Aceleradores de Partículas, do Sol e das Auroras com ênfase fenomenológica e conceitual dentro da FMC, contribuindo para ampliar o interesse e a motivação dos educandos pela Física na escola.

1.2.2 Objetivos específicos

Tendo em vista o fato de que atendemos aos três anos do EM simultaneamente os objetivos específicos são distintos e são os seguintes:

1º ano EM:

- Evidenciar que as forças comumente estudadas na Mecânica são manifestações das Interações Fundamentais da Natureza;
- Demonstrar a ação dos campos sobre as partículas;
- Utilizar a conservação da quantidade de movimento linear no decaimento beta; e
- Discorrer acerca do plasma de quarks e glúons.

2º ano EM:

- Conceituar plasmas na natureza e aplicações tecnológicas;
- Apresentar a estrutura básica do Sol;
- Definir ondas mecânicas, eletromagnéticas e fótons destacando a pressão da radiação;
- Discutir os efeitos da radiação ultravioleta sobre os seres humanos e a importância preventiva quanto à exposição solar; e
- Tratar as ideias básicas da fissão nuclear e da fusão nuclear.

3º ano EM:

- Conceituar campo elétrico e campo magnético;
- Abordar a dinâmica de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos com o objetivo de explicar as auroras;
- Relacionar a temperatura e a densidade de plasmas pelo comprimento de Debye;
- Caracterizar o confinamento de plasmas necessário à fusão termonuclear; e
- Explorar um aplicativo de smartphone que simula, em nível de entretenimento, o funcionamento de um Tokamak.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As contribuições no campo da FMC, desde as publicações iniciais que remontam há três décadas, até os documentos mais contemporâneos, auxiliam o educador que deseja saber como os saberes da área vêm se estruturando. Escolhemos alguns artigos para ilustrar tais aplicações e seguidamente abordamos os documentos oficiais da educação brasileira e a Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd. Optamos, em síntese, pelos documentos normativos e pela Teoria do Campos Conceituais visando referenciar pedagogicamente nossa intervenção didática e o módulo proposto.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Axt et al. (1987) apresentaram um trabalho sobre o ensino do efeito fotoelétrico com uso de microcomputador em um das primeiras abordagens metodológicas documentadas sobre o ensino de FMC. Nos anos seguintes houve um crescimento de trabalhos correlatos, tanto na área da educação, quanto no ensino de Física, que buscaram difundir a necessidade de discutirmos a presença da FMC no ensino básico, desvelando uma série de fatores importantes. Defasagem curricular; formação de professores licenciados em Física; recursos didáticos, inovações metodológicas tais como TIC e ênfase na História e Filosofia das Ciências (HFC); aparatos experimentais; entre outras categorias que remetem diretamente ao desafio que é a integração destes temas na Educação Básica. A intenção aqui é referenciar algumas publicações, especificamente, dentro do recorte da Física Quântica e da Teoria da Relatividade, sequencialmente dirigindo a atenção para o ensino de Física de Plasmas, dentro da FMC no EM.

No começo dos anos noventa Terrazan (1992) afirmou, entre seus argumentos, que a grande concentração dos assuntos da física básica situa-se entre os anos de 1600 e 1850 e que existe a necessidade de avaliar-se o nível de profundidade no tratamento dos conteúdos a serem ensinados. Ele defendeu a ideia da pesquisa-ação por parte dos professores, os quais devem tomar frente das mudanças almejadas.

É comum os programas mais completos de física no 2º grau se reduzirem apenas à Cinemática, Leis de Newton, Termologia, Óptica Geométrica, Eletricidade e Circuitos Simples. Assim, os

conteúdos que comumente abrigamos sob a denominação de Física Moderna, não atingem os nossos estudantes. Menos ainda os desenvolvimentos mais recentes da Física Contemporânea. O que se pode esperar de uma física escolar que esteja tão descompassada/defasada no tempo? Aparelhos e artefatos atuais, bem como fenômenos cotidianos em uma quantidade muito grande, somente são compreendidos se alguns conceitos estabelecidos a partir da virada deste século forem utilizados. A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (TERRAZAN, 1992, p.210).

Valadares e Moreira (1998) saíram do campo das justificativas e propuseram atividades didáticas sobre efeito fotoelétrico, laser, radiação de corpo negro, propondo o uso de materiais de baixo custo, em um abordagem fenomenológica e conceitual. Pinto e Zanetic (1999) apresentaram algumas reflexões sobre uma experiência educacional desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino do estado de São Paulo, referente a possibilidade da inserção de tópicos de Física Quântica no ensino médio, cuja estratégia de ensino foi a utilização da HFC.

Cabe mencionar também alguns trabalhos concernentes a Teoria da Relatividade (TR) no EM. Arruda e Vilani (1996) executaram uma abordagem conceitual, ponderada pela HFC acerca das origens da Relatividade Especial de Einstein enfatizando as relações e a influência que as suas ideias exerceram sobre a natureza da radiação, em particular a hipótese do quantum de luz, tratando algumas implicações para o ensino da Relatividade. Ricci (2000) publicou um texto didático de apoio ao professor, englobando muitos aspectos da Teoria da Relatividade Especial, desde o seu nascimento no contexto do Eletromagnetismo, perpassando a cinemática e a dinâmica até os diagramas de Minkowski. Uma vez que o texto é voltado aos professores em serviço, é bastante formal, construído com o devido suporte da linguagem. Em sequência, sucederam muitos trabalhos destinados tanto ao âmbito escolar, quanto ao escopo docente, quicá acadêmico, contribuindo para enriquecer o

arcabouço teórico do público, no entanto não é intenção discorrer acerca de tais publicações, visto que o direcionamento do trabalho é outro.

É importante retomar o viés pragmático da sala de aula e neste sentido, Freire (2015) implementou uma sequência exequível em sala de aula, composta por uma unidade didática de oito aulas. As quatro primeiras versando sobre a Relatividade Restrita e as quatro seguintes sobre Relatividade Geral. A unidade explora muitos recursos didáticos, tais como textos autorais, didáticos, paradidáticos, experimentos de baixo custo, vídeos e mangás.

Monteiro e Nardi (2007) divulgaram as tendências de pesquisa em FMC divulgadas nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências entre 1997 e 2005. Foram delimitados sete focos temáticos das pesquisas, a saber: análise do discurso; análise de livros didáticos; avaliação de recursos didáticos; ensino e aprendizagem; formação de professores; HFC e atualização curricular – propostas didáticas. Quanto aos níveis de ensino mapeados, foram observados 18 trabalhos no EM e 11 relativos ao nível superior. E com relação às metodologias de pesquisa verificou-se seis categorias: investigação-ação do professor; investigação ação cooperativa; análise de conteúdos; histórico-epistemológica; pesquisa etnográfica e proposta de ensino.

Observamos uma forte diversidade de linhas de pesquisa atreladas à FMC, umas de caráter mais acadêmico, outras mais voltadas ao dia-a-dia da sala de aula. É importante observar que os referenciais teóricos da educação dão suporte a todos tipos de trabalho, mesmo que não haja reflexos imediatos na sala de aula. O que efetivamente podemos constatar é um amplo movimento em prol da FMC no ensino básico, com impactos nos livros didáticos e sequências elencadas pelos professores, que, paulatinamente vêm incrementando temas atuais da Física em suas aulas. Existe muito trabalho a ser feito, sobretudo por parte de nós educadores, visto que a formação não se encerra com a graduação. Há necessidade de contínuo aprimoramento para obtenção de conhecimentos mais sólidos, o que implicará naturalmente no exercício da docência.

Existem linhas de pesquisa que visam investigar como se constitui a própria formação de professores, quer seja inicial, quer seja continuada, que apontam a importância da aquisição de conhecimentos de FMC. Ao passo em que temos ciência da necessidade de crescimento do professor, tanto em termos técnicos, quanto em termos das atitudes cotidianas em sala de aula, frente a diversidade de problemas que enfrentamos rotineiramente, percebemos o quão importante é compartilhar experiências e materiais de ensino. Muito além do cumprimento de qualquer currículo escolar, as opções metodológicas pautadas pela FMC

descortinam-se contribuindo para proporcionar aos educadores certa liberdade para inovar no ensino, resgatando a motivação estendendo-a naturalmente aos educandos, no curso do processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Pereira e Oesterman (2009) as produções acadêmicas de pesquisa em ensino de FMC, comumente são encontradas dentro de cinco categorias: propostas didáticas em sala de aula; levantamento de concepções; bibliografia de consulta para professores e análise curricular. De acordo com esta pesquisa, somente entre 2001 e 2006, mais de 100 artigos nacionais e internacionais foram publicados na área de FMC. No que concerne às propostas didáticas, as ênfases metodológicas foram: estratégia para abordar FMC no Ensino Médio; mudanças no ensino de FMC em nível superior; uso de TIC; abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e articulação com a História e a Filosofia das Ciências (HFC).

Por ocasião do Trabalho de Conclusão de Curso na pós-graduação lato sensu (ALVES, 2013) a opção de estudar temas atuais da Física na escola básica surgiu como um importante caminho para aprimoramento profissional. Todavia esta escolha tomou o viés da proposta teórica, com o desenvolvimento de tópicos de Física de Plasmas para a Educação Básica nos níveis fundamental e médio sem aplicá-los efetivamente no espaço escolar. Para o nono ano do Ensino Fundamental a proposta consistiu em questionar de que são feitas as estrelas, apresentar o plasmas no dia-a-dia e, em sequência, realizar uma abordagem mais formal primando pela explicação dos estados físicos da matéria; das diferenças entre calor e temperatura; das diferentes formas de energia e sua transformação, abordando simplifadamente a fissão e a fusão nuclear. Quanto ao terceiro ano do EM a intenção foi distinguir os plasmas de acordo com a temperatura e densidade; abordar os sistemas de confinamento de plasmas, inercial e magnético; explicar a emissão de luz por uma lâmpada fluorescente e relacionar os campos magnéticos planetários com plasmas espaciais.

Tonelli (2014) propôs uma introdução aos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria, através da elaboração e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no contexto da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), amplamente sistematizada e difundida por Moreira (2012). O produto educacional de Tonelli (2014) foi o vigésimo quinto *Texto de Apoio ao Professor de Física* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul cuja ideia consistiu em levantar conhecimentos prévios dos educandos sobre os estados físicos da matéria, utilizar uma vídeo-palestra, aprofundar os conceitos

por meio do uso de TIC, sob a forma de um simulador, além da utilização de textos de livros didáticos e paradidáticos, bem como artigos da internet. Mapas conceituais e questionários consolidaram a apreensão dos conceitos, diferenciando progressivamente as ideias intuitivas rumo à aquisição de conhecimentos científicos conquistados pelos alunos.

A construção de um Tubo de Crookes – tubo de descargas elétricas em gases a baixa pressão – concomitante a um site de internet foi a contribuição educacional para o ensino de Física para o EM segundo Venceslau (2015). Para o autor, a Física de Plasmas tem a capacidade de coadunar abordagens teóricas e cotidianas relativas a FMC, no trabalho em questão ele construiu e utilizou um aparato experimental portátil para uso em sala de aula aliado a um material didático teórico, publicado em forma de site. A aplicação transcorreu junto a educandos do terceiro ano do EM com ênfase na evolução histórica de conceitos, técnicas e tecnologias, que levaram à identificação e caracterização do quarto estado da matéria.

Schoeder (2016) também apresentou uma sequência didática cujo objetivo foi ir além dos três estados físicos da matéria, tratando os conceitos subjacentes aos plasmas e aos Condensados Einstein-Bose junto aos estudantes do segundo ano do EM. Como produto educacional produziu um roteiro de estudos na forma de textos e atividades, cuja análise apontou uma evolução conceitual dos estudantes, ao passo em que considerou importante atitudes de renovação no ensino de ciências e ressignificação dos saberes tipicamente presentes no livros didáticos e currículos escolares.

Andrade (2017) elaborou um site de internet bastante detalhado acerca da Física de Plasmas para o EM, constituído de uma sequência didática de quatro aulas, um pré e um pós teste, além de material dirigido para professor. No site são apresentados aspectos históricos, conceitos e fenomenologia, aplicações tecnológicas como a ampola de Crookes, aceleradores de partículas e o Tokamak, além de aspectos formais no contexto da Termodinâmica e Eletromagnetismo. A aplicação foi dirigida a alunos do terceiro ano do EM, em quatro aulas conduzidas no formato workshop.

Constatamos que existem poucas aplicações didáticas no contexto da FMC, todavia especificamente quanto à Física de Plasmas, e em nosso país, encontramos cinco trabalhos. Estes foram dirigidos para uma dada série do EM, de acordo com a ênfase adotada. Percebe-se diferentes níveis de profundidade, bem como enfoques distintos nos trabalhos supracitados. A grande questão é que todos os trabalhos, mesmo que contendo referências teóricas específicas, maior ou menor teor de

linguagem Matemática ou uso de recursos experimentais, textuais ou de TIC, contribuíram efetivamente para a inovação no ensino de Física e adentrar áreas que não estão explicitamente ao alcance dos currículos escolares.

Um dos pontos importantes em nosso trabalho, comparativamente àqueles referenciados, é que buscamos estabelecer uma gradação de dificuldade relativa aos materiais didáticos de plasmas, cuja razão é a adequação ao nível de abordagem do assunto tratado em sala de aula. Temos a plena convicção acerca tanto da importância do tema quanto das potencialidades didáticas e dos diferentes perfis dos trabalhos mencionados.

A abordagem que valoriza estes tópicos contemporâneos é essencial para a motivação dos educandos, inovação educacional e instiga os aprendizes a dedicarem atenção especial para a compreensão dos fenômenos selecionados. É claro que a discussão relativa a quais conteúdos devem ser escolhidos, quer sejam da Física Clássica, quer seja da FMC, não encontra consenso na comunidade docente. Os currículos escolares, bem como os planos político-pedagógicos, atrelados ao uso do livro didático, ou sistemas de ensino privados, exercem bastante influência por ocasião do planejamento dos cursos de Física básica, por parte de nós, professores. A instância superior que contribui para delimitar os conteúdos e escolhas didáticas mais razoáveis encontra-se nos documentos oficiais brasileiros, sobre os quais dissertamos a seguir.

2.2 DOCUMENTOS OFICIAIS

Primeiramente tratamos com brevidade a Lei de Diretrizes e Bases da Educação que propiciou o desenvolvimento de documentos posteriores, em especial os Parâmetros Curriculares Nacionais. Discorremos sobre estes também, assim como as Orientações Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum curricular. Miramos os elementos estritamente à proposta didática aplicada e aos três módulos didáticos construídos.

2.2.1 Lei de Diretrizes e Bases da Educação

O primeiro documento oficial brasileiro que norteia nossas ações é a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 20 de dezembro de 1996. Nela observamos importantes apontamentos que referenciam a consecução de práticas pedagógicas que busquem alcançar um padrão de qualidade no processo educativo. O conjunto de artigos

aqui elencados iniciam a validação da nossa proposta, do ponto de vista legal. Conforme a LDB em seu artigo 22 “A Educação Básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.” (BRASIL, 1996, p.6)

Neste sentido é imprescindível contribuir para a formação científica dos nossos educandos elencando temas atuais da Física, concomitante aos saberes clássicos. A razão é que o exercício da cidadania, parte do princípio que o educando tenha, ao longo da sua formação, acesso aos desafios científico-tecnológicos da sociedade contemporânea, para acerca deles poder posicionar-se, tomar decisões e fazer escolhas, desde que seja portador de certo nível de conhecimentos. Perceber que a Física Clássica não encerra todo do conhecimento e que, integrada a FMC, consolida conhecimentos úteis, importantes e desafiadores para todos é um ponto chave. A cidadania, ao passo em que está atrelada à intervenção na sociedade, requer que o educando possua conhecimentos sedimentados e atualizados.

Por sua vez a continuidade dos estudos depende de uma formação sólida que estabeleça os fundamentos do conhecimento científico, edificado com o aporte adequado da linguagem, que instigue o estudante quanto a busca pela aquisição e ampliação de suas competências e habilidades. A exploração de temas atuais, provê uma visão de mundo contemporânea, consistente com a necessidade de estudos, dedicação e gradual aprimoramento, uma vez que melhores oportunidades poderão ser vislumbradas para os estudantes mais preparados e motivados. Oportunizar contato com a FMC contribui bastante sob esta perspectiva.

O currículo escolar pode ser visto como uma ferramenta para a opções metodológicas que contemplem a FMC ou pode ser até mesmo um obstáculo. O formato atual é bastante amplo, flexível e suscetível a muitas opções. Em seu Artigo 26 a LDB preconiza que os currículos da Educação Básica devem ter uma “*base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos.*” No mesmo, artigo, em seu primeiro parágrafo a lei assegura “*o estudo da língua portuguesa, da Matemática e o conhecimento do mundo físico natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil*” (BRASIL, 1996, p. 7)

Facilmente constatamos, no dia-a-dia das práticas de ensino, que a formação básica deixa muito a desejar. Os alunos chegam ao Ensino Médio com severas fragilidades em Matemática básica e interpretação de

textos. O que naturalmente dificulta a aprendizagem das ciências, sobretudo a Física. Entretanto, ao voltarmos a atenção para os currículos construídos por nós mesmos, percebemos que nos compete, diante do bom senso e da flexibilidade, adequar a condução típica de nossos cursos. Quer dizer, lançar mão de estratégias didáticas que, simultaneamente, sejam formais e inovadoras. Rígorosas, porém coerentes com a profundidade adequada a cada nível e ponderadas por uma visão de ciência forte, não acabada, rica, motivadora e repleta de desafios e possibilidades para aqueles que a vivenciam seriamente, pautados por aspectos éticos e de cidadania na educação.

No que diz respeito ao Ensino Médio, foco da aplicação didática em lide a LDB estipula que:

Art. 35 – O ensino médio, etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, p. 10)

Os fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos podem ser alcançados em uma abordagem fenomenológica e conceitual que inclua a FMC, mesmo que de primeiros princípios, porque o progresso da ciência norteia o crescimento econômico e social de qualquer nação. Logo, conhecer as bases das tecnologia onipresente no cotidiano é fundamental. Uma formação atualizada, deve oportunizar espaço no currículo que atenda a tais necessidades educacionais.

Por fim, em termos da Lei 9.394/96, observamos no oitavo parágrafo do Artigo 35-A que o estudante deverá construir o “domínio

dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna.” (BRASIL, 1996. p.10) Tal domínio requer primeiramente acesso a uma formação de qualidade e contextualizada. A inclusão legítima de temas atuais da ciência cumpre o papel de instrumento educacional que pode viabilizar este quesito. À medida que o educando faça parte de um processo de ensino e aprendizagem mais inovador, que contribua para a motivação, seja formal e que, ao mesmo tempo, resgate a curiosidade e o prazer pelo conhecimento em sala de aula com a Física, estaremos efetivamente cumprindo nosso papel social. Lançando mão de muita disposição e das estratégias que estiverem ao nosso alcance.

2.2.2 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

No final dos anos noventa foram publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destinados à Educação Básica, nos níveis fundamental e médio. O documento em voga consolida a classificação prevista na LDB das disciplinas tradicionais, por áreas: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da natureza e suas tecnologias e Ciências humanas e suas tecnologias. A Física, Química e Biologia, constituem as Ciências da Natureza, com suas características próprias, métodos de investigação, conceitos, técnicas e especificidades. Entretanto, elas mantêm em comum as ideias semeadas nos PCN de contextualização e interdisciplinaridade. Os conteúdos são expostos sob o viés da aquisição de competências e habilidades. Acerca destes conceitos, buscando estreita relação com nosso trabalho, tratamos agora.

Primeiramente façamos algumas considerações a respeito da contextualização. Diante da publicação do documento oficial optamos por referenciar àquele no escopo do Ensino Médio, intitulado Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Segundo ele a ideia de contextualização pode ser concebida como um meio de aproximar ativamente o educando dos objetos do conhecimento com os quais está lidando.

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por

isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. As dimensões de vida ou contextos valorizados explicitamente pela LDB são o trabalho e a cidadania. As competências estão indicadas quando a lei prevê um ensino que facilite a ponte entre a teoria e a prática. (BRASIL, I, 2000, p.78)

O ensino dos temas atuais da Física, em nosso trabalho: o Sol, as Auroras e a Física de Aceleradores, tem por finalidade estabelecer uma conexão dos conteúdos escolares tradicionais com a FMC. Na presente proposta buscamos não somente apresentar os conceitos de forma isolada, mas sim dentro de um conjunto de fenômenos importantes, onde o conhecimento científico está contextualizado. O uso de metodologias, tais como os simuladores, põem os estudantes em uma condição mais ativa no curso de sua aprendizagem.

O documento ainda apregoa que, enquanto recurso pedagógico, a contextualização contribui para construção de níveis cognitivos mais complexos, visto que ela torna “... a constituição de conhecimentos um processo permanente de formação de capacidades intelectuais superiores. Capacidades que permitam transitar inteligentemente do mundo da experiência imediata e espontânea para o plano das abstrações(...)” (BRASIL, I, 2000, p.82). Certamente não podemos ousar que nossos jovens estudantes apropriem-se dos conceitos da Física, sem o mínimo de abstração e emprego de esforço para compreensão da linguagem, treinamento e atenção quanto às características dos fenômenos estudados.

A interdisciplinaridade, de fato, não é a tônica da nossa aplicação didática. Uma vez que o projeto foi desenvolvido exclusivamente para o curso de Física, para os três anos do EM, não tivemos a intencionalidade de trabalhar de forma interdisciplinar. O que não tira as potencialidades dos temas propostos, pois segundo os PNCEM, ela permite a elaboração de planos de ensino que integrem efetivamente os saberes das distintas componentes curriculares.

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a

interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. (BRASIL, I, 2000, p.21)

A apresentação da Física, composta tanto de objetos de investigação de natureza clássica, como contemporânea, é apresentada de forma consistente nos PCNEM.

A Física, por sistematizar propriedades gerais da matéria, de certa forma como a Matemática, que é sua principal linguagem, também fornece instrumentais e linguagens que são naturalmente incorporados pelas demais ciências. A cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. E é essa Física que há de servir aos estudantes para compreenderem a geração de energia nas estrelas ou o princípio de conservação que explica a permanente inclinação do eixo de rotação da Terra relativamente ao seu plano de translação. (BRASIL, III, 2000, p.10)

A atualização curricular, meticulosamente explorada por inúmeros pesquisadores nos vários trabalhos citados, importantíssima para reacender a motivação, desafiadora pela própria essência, também destaca-se no presente documento nacional. Todos aqueles, que sobre a FMC se debruçam, encontram uma visão unificada sobre a sua importância, entretanto diversificada quanto a escolha dos tópicos. A título ilustrativo, os PCNEM indicam a Cosmologia.

A possibilidade de um efetivo aprendizado de Cosmologia depende do desenvolvimento da teoria da gravitação, assim como de noções sobre a constituição elementar da matéria e energética estelar. Essas e outras necessárias atualizações dos conteúdos apontam para uma ênfase à Física contemporânea ao longo de todo o curso, em cada tópico, como um desdobramento de outros

conhecimentos e não necessariamente como um tópico a mais no fim do curso. Seria interessante que o estudo da Física no Ensino Médio fosse finalizado com uma discussão de temas que permitissem sínteses abrangentes dos conteúdos trabalhados. Haveria, assim, também, espaço para que fossem sistematizadas ideias gerais sobre o universo, buscando-se uma visão cosmológica atualizada. (BRASIL, III, 2000, p.26)

As competências e habilidades são importantíssimas contribuições formando o núcleo do aporte teórico encontrado nos PCN. Elas são entendidas como atributos conquistados pelos educandos, fruto do processo de ensino e aprendizagem, contudo não se encerram em sala de aula, muito pelo contrário. Elas são obtidas em um contínuo processo social, marcado pelo empenho em nível individual e coletivo, no que tange a grupos de estudo e estruturam-se ao longo dos anos de formação. Iniciam no Ensino Fundamental, tomam vulto no Ensino Médio e seguem diferentes trilhas na Educação em nível Superior. As habilidades e competências têm um significado concreto e objetivo, são bem mais que belas palavras, como veremos adiante.

Mas as habilidades e competências concretizam-se em ações, objetos, assuntos, experiências que envolvem um determinado olhar sobre a realidade, ao qual denominamos Física, podendo ser desenvolvidas em tópicos diferentes, assumindo formas diferentes em cada caso, tornando-se mais ou menos adequadas dependendo do contexto em que estão sendo desenvolvidas. Forma e conteúdo são, portanto, profundamente interdependentes e condicionados aos temas a serem trabalhados. (BRASIL, III, 2000, p.24)

As competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos educandos são encontradas nos PCN em dois momentos. O primeiro situa-se no âmbito geral das Ciências da Natureza e o segundo está especificamente na Física. Estes atributos situam-se em três domínios: representação e comunicação; investigação e compreensão e contextualização sociocultural. Tendo em vista o fato de que os pilares dos PCN são a contextualização e a interdisciplinaridade, a razão evidente da existência destas categorias é possibilitar a articulação entre as áreas

do conhecimento. As linguagens e códigos estão vinculadas à representação e comunicação. As Ciências Humanas ligam-se à contextualização sociocultural e, logicamente, as Ciências da Natureza situam-se no domínio da investigação e compreensão.

Selecionamos as competências e habilidades, primeiramente nas Ciências da Natureza e em sequência na Física que dão suporte teórico ao nosso trabalho. Convém destacar que os roteiros de ensino constantes no capítulo três utilizam explicitamente os atributos escolhidos, ao passo em que os objetivos didáticos são apresentados, aula por aula.

Neste momento é importante expor as ideias gerais acerca destes domínios, no que se refere às Ciências da Natureza. Conforme os PCNEM com relação à representação e comunicação, o objetivo é “*Desenvolver a capacidade de comunicação*”. Quanto ao domínio investigação e compreensão, as metas são: “*Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.*” E para a contextualização sociocultural pretende-se: “*Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático*”. (BRASIL, III, 2000, p.12-13)

Notadamente o escudo das competências e habilidades permite uma gama de possibilidades. Algumas voltadas diretamente para o cotidiano docente, outras de caráter mais acadêmico. O que desejamos evidenciar e valemo-nos na aplicação didática frente ao EM é demonstrar que a escolha dos temas atuais é coerente com certas competências e habilidades previstas nos documentos oficiais. Observamos que a escolha de temas atuais é algo viável e está amparada pela legislação nacional. Além disso, as competências e habilidades destacadas podem dialogar com os objetivos propostos para cada ano do Ensino Médio.

2.2.3 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio +

Em continuidade aos PCN, em 2002 foram publicados os “Parâmetros Curriculares Nacionais +” (PNC+) visando estabelecer orientações educacionais complementares. A indicação do Ensino Médio far-se-á pela designação “PCNEM+”. Este documento trata da principal demanda, que é atender a comunidade escolar: professores, coordenadores, dirigentes, pais e responsáveis pelos educandos, através de exemplos objetivos. Ele subsidia os profissionais da educação,

trazendo aspectos detalhados concernentes à condução da aprendizagem, na mais diversas realidades, no território nacional.

O texto explica como se dá a reformulação do EM e as áreas do conhecimento, caracteriza as Ciências da Natureza, a Matemática e suas tecnologias, aborda o ensino das ciências e sua avaliação e a premência da formação profissional permanente dos professores. Buscamos referenciar a intervenção didática através da compreensão das ideias expostas no documento em lide.

Logo em seu início, o texto sustenta a importante discussão acerca de qual Física queremos em nossas escolas.

Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E na Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores. (BRASIL, 2002, p.22)

Em linhas gerais, na Física, os PCNEM+ detalham as competências e habilidades de outrora, exemplificando com o uso de conteúdos e objetivos didáticos a consecução das mesmas. Por exemplo, em relação à competência: “*Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações*” constante no domínio *investigação e compreensão*, ele estipula que na Física é possível: “*Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado.*” (BRASIL, 2002, p.65) Esta estratégia foi muito interessante, pois retira o teor vago de muitas competências e habilidades, passando a assumir um status mais claro e objetivo.

Outra importante mudança em relação aos PCN é a sugestão de seis temas estruturadores baseados em unidades temáticas ao longo dos três anos do EM. Os temas são:

1. Movimentos: variações e conservações
2. Calor, ambiente e usos de energia
3. Som, imagem e informação
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
5. Matéria e radiação
6. Universo, Terra e vida

Cada série do EM pode contemplar dois temas, os quais são subdivididos em unidades temáticas. É importante notar também que são sugeridas três sequências distintas de temas, o que provê maior flexibilidade para elaboração de planos de ensino. Além destes aspectos conceituais, os PCNEM+ indicam ainda estratégias para a ação.

Os Princípios de Conservação assumem papel central em nosso trabalho, no contexto da Mecânica, consoante ao tema 1, diante do tópico Física de Aceleradores. O Sol está diretamente ligado ao tema 2, enquanto que as Auroras conectam-se aos temas 4 e 5. Nos roteiros de aula ficarão mais evidentes estas relações, visto que além das competências e habilidades dos PCN, elencaremos contribuições dos PCNEM+, indicando um vínculo entre os temas atuais da ciência, os temas estruturadores com suas unidades temáticas e as particularidades da FMC.

As estratégias para a ação têm um enfoque didático e exploramos algumas, no sentido de refletir e agir em sala de aula abordando os temas atuais. Quanto ao mundo vivencial dos educandos, utilizamos fontes de informação comuns aos estudantes. Segundo os PCNEM+, “podem ser utilizados os meios de informação contemporâneos que estiverem disponíveis na realidade do aluno, tais como notícias de jornal, livros de ficção científica, literatura, programas de televisão, vídeos, promovendo diferentes leituras e/ou análises críticas.” (BRASIL, 2002, p.83)

Concepções intuitivas, espontâneas, sem qualquer relação com o conhecimento formal são naturalmente observadas no dia-a-dia da sala de aula. Sob esta óptica conduzimos muitas aulas partindo de perguntas que buscam mapear tais concepções prévias.

Para que ocorra um efetivo diálogo pedagógico, é necessário estar atento ao reconhecimento dessas formas de pensar dos alunos, respeitando-as, pois são elas que possibilitam traçar estratégias de

ensino que permitem a construção da visão científica, através da confrontação do poder explicativo de seus modelos intuitivos com aqueles elaborados pela ciência. (BRASIL, 2002, p.84)

Outro fator relevante para as ações didáticas consiste na resolução de problemas. Como veremos em nosso trabalho, a utilização da linguagem transcorre em pequena escala no primeiro ano do EM, aumenta um pouco quanto ao segundo ano e assume um patamar mais elevado no terceiro. A questão é a escolha dos objetivos, para cada série, primando por níveis gradativos de profundidade na fenomenologia envolvida. Conforme o documento oficial prevê, “a formalização Matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa.” (BRASIL, 2002, p.85)

A Física como cultura é outro fator de destaque, relativo a FMC, pois esta concepção, enquanto estratégia didática, também está respaldada pelos PCNEM+.

Cada vez mais elementos do mundo científico, sua linguagem e principalmente a visão de mundo que o traduz estão presentes num amplo conjunto de manifestações sociais. Da mesma forma, as questões relativas ao desenvolvimento tecnológico e ao desenvolvimento econômico, em diferentes níveis, acompanham o dia-a-dia da vida contemporânea e frequentemente podem ser analisadas na perspectiva do conhecimento científico. (BRASIL, 2002, p.85)

Por fim a responsabilidade social é o último objeto, dentre as estratégias de ensino e aprendizagem, preconizada no documento oficial em questão. Tanto para nós, educadores quanto para os educandos, os saberes afetos aos temas atuais da Física, fundamentam o exercício da cidadania. Por exemplo, quanto apontamos os efeitos nocivos da radiação solar, no comprimento de onda ultravioleta e quanto levantamos o debate acerca da fissão e fusão nuclear estamos colocando o conhecimento científico a serviço da sociedade e do bem-estar de todos. Assim concretizamos um apanhado geral dos PCNEM+ para a nossa proposta de ensino.

2.2.4 Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Há pouco mais de dez anos, em 2006, foram publicadas as Orientações Curriculares Nacionais (OCN), atendendo ao conjunto de áreas do conhecimento da nova escola média. O aporte teórico do volume 2, que trata da Ciências da Natureza e suas tecnologias, especialmente a Física é o foco da presente seção. A indicação do documento oficial será feita com a sigla acrescida da menção ao Ensino Médio (OCNEM).

As OCNEM trazem especificamente uma atenção especial a tecnologia, ampliando o significado deste termo. Este ponto é importante, uma vez que todas as aplicações didáticas junto aos três anos do EM detêm aspectos tecnológicos.

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos. (BRASIL, 2006, p.46)

Em se tratando da abordagem do primeiro ano a tecnologia está presente nos aceleradores controlando a ação dos campos sobre as partículas; no segundo ano a proteção da radiação ultravioleta proveniente do Sol, bem como os artefatos tecnológicos de fissão e fusão nuclear também são obviamente conectados à tecnologia; enquanto que no terceiro ano o vínculo se dá por meio dos sistemas de confinamento magnético e inercial de plasmas.

Outra questão importante é a competência investigativa. “O desejo que podemos despertar no educando de conhecer o mundo que habita. De questionar, ir além de caráter imediato dos objetos do conhecimento com aos quais está lidando e expandir sua compreensão, propor novas questões e, talvez, encontrar soluções.” (BRASIL, 2006, p.53) A motivação está intrinsecamente ligada a este fator, porque o interesse em aprofundar os conhecimentos científicos depende de um mínimo de curiosidade em aprender. Se o educador estiver motivado e preparado com o que ele

ensina, no caso os temas atuais da ciência, a tendência é que haja naturalmente ressonância no convívio com os estudantes.

A flexibilidade metodológica recomendada nas OCNEM é um aspecto relevante, presente em nossa proposta. O uso de recursos tais como livros paradidáticos, revistas especializadas e internet oferta alternativas para a prática docente. Nos roteiros de aula exploramos muitos destes recursos e sugerimos outros.

Existem livros paradidáticos que seriam de grande ajuda na atualização e na revisão do trabalho do professor em sala de aula, além de outras fontes de informação, via revistas especializadas e Internet. Uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino. É necessário material para uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual e justamente não se prender a um modelo fechado. (BRASIL, 2006, p.56)

O exercício da cidadania, via contribuição das OCNEM, reitera a importância de buscarmos articular os conceitos com questões da realidade próxima dos educandos. “Por exemplo, os alunos podem ser solicitados a elaborar um folheto para sua comunidade com o propósito de ajudá-la a situar-se melhor diante do risco de câncer de pele decorrente da exposição à radiação solar.” (BRASIL, 2006, p.64) Justamente esse tópico foi abordado no segundo ano do EM e observamos que a proposição de atividades desta natureza contribui para a formação cidadã. Quando lhes é dada a responsabilidade de compartilhar os conhecimentos científicos, ativamente, os estudantes tendem a explorar suas capacidades, buscar maior organização e progresso na aquisição das competências e habilidades.

2.2.5 Base Nacional Comum Curricular

No corrente ano, 2018, foi apresentada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destinada ao Ensino Médio. Buscamos neste documento referenciar especificamente as competências e habilidades conectados aos conteúdos comuns a todo o território nacional.

A BNCC preconiza que “No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente.” (BRASIL, 2018, p.470)

Acerca dos temas estudados no Ensino Fundamental: *Vida e Evolução & Terra e Universo* compreende-se que os estudantes portam maior maturidade para realizar conexões mais elaboradas na etapa seguinte da formação básica.

No Ensino Médio, é possível unificar essas duas temáticas, de modo que os estudantes compreendam de forma mais ampla os processos a elas relacionados. Isso significa considerar a complexidade relativa à origem, evolução e manutenção da Vida, como também às dinâmicas das interações gravitacionais. Implica, ainda, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar, por exemplo, processos estelares, datações geológicas e formação da matéria e da vida. (BRASIL, 2018, p.538)

Ao finalizarmos esta análise dos principais pontos que dão sustentação ao nosso trabalho, selecionamos as três competências específicas para a Física, que tencionamos atingir, relacionadas a conteúdos previstos na BNCC.

“COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.”

Conteúdos relacionados:

- “Estrutura da matéria;
- Princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento;
- Leis da termodinâmica;
- Fusão e fissão nucleares; e
- Espectro eletromagnético;

- *Efeitos biológicos das radiações ionizantes.*” (BRASIL, 2018, p.540)

“COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.”

Conteúdos relacionados:

- *“Espectro eletromagnético;*
- *Gravitação; e*
- *Mecânica newtoniana*”. (BRASIL, 2018, p.542)

“COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3 Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).”

Conteúdos relacionados:

- *“Produção de armamentos nucleares;*
- *Desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica; e*
- *Mecânica newtoniana.*” (BRASIL, 2018, p.544)

Observamos que não há uma demarcação entre a Física Clássica e a FMC nas BNCC, mas sim uma coadunação que provê meios de ensinar os temas atuais: Sol, Auroras e Física de Aceleradores, visando inovar, aumentar o interesse e a motivação dos educandos pela Física, resgatando sua curiosidade e empenho em aprender.

2.3 TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERNAUGD

Teorias educacionais podem prover certa fundamentação didática para os trabalhos em ensino de Física. Em linhas gerais elas estão voltadas aos aspectos pedagógicos, metodológicos, históricos, filosóficos e/ou de aprendizagem. Encará-las de um ponto de vista pragmático é um exercício importante e desafiador, para que façam sentido no cotidiano da sala de aula. No que tange a aprendizagem, tais teorias têm por essência

o provimento de uma perspectiva de como os estudantes aprendem, situando-se, assim, no âmbito cognitivo. O qual é o cerne da presente seção.

Entretanto existem teorias, não necessariamente cognitivistas, que podem ser exploradas para o ensino. Abordagens pautadas pela tríade *Ciência, Tecnologia e Sociedade*, ou outras versões como: *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio-ambiente*; *Práticas Freirianas na educação*; *Construtivismos*; *Alfabetização Científico-Tecnológica*; entre outras, ilustram as muitas teorias de educação. Diante dos conhecimentos adquiridos em nosso curso de Mestrado, optamos por conhecer e utilizar um suporte teórico menos comum, mas importante para subsidiar as práticas e atividades elencadas em nossa intervenção didática. Trata-se de uma teoria de aprendizagem, cuja intencionalidade para a escolha consiste no fato de que os educandos não encerram a aquisição de conhecimentos na escola, mas sim ao longo dos anos, no curso de suas vidas.

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990) é uma teoria de natureza cognitivista que está ligada à forma geral do nosso trabalho, contribuindo para estruturá-lo. Ela é ancorada por elementos de ordem prática que evidenciaremos mais adiante. Existem poucos trabalhos efetivamente de sala de aula, que retratam a sua utilização.

Em seus estudos Vergnaud originalmente se preocupou com as dificuldades de estudantes de Matemática na resolução de problemas. A premissa básica consiste na ideia de que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um grande período de tempo (Vergnaud, 1990, p. 118). Para ele “o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização do real”.

Gerard Vergnaud foi discípulo de Piaget, e utilizou-se de ideias de seu mentor e até mesmo de Vygotsky para formular sua própria teoria chamada de Teoria dos campos conceituais. Apesar de concordar com Piaget, Vergnaud acredita que o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas, onde a complexidade conceitual não deve ser reduzida para não se perder o valor real. Além disso afirmou que Piaget não levou em consideração o trabalho dentro da sala de aula. Tendo como premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais, esta teoria supõe que o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização e que a interação social, a linguagem e a

simbolização são importantes para o domínio dos campos conceituais pelos alunos. (AREOSA, 2013, p.1)

Uma das ideias centrais de Vergnaud afirma que a construção e a apropriação de todas as características de um conceito, ou de todos os aspectos de uma situação, é algo que se estende ao longo dos anos. Uma vez que a formação básica em Física proposta em sala de aula não visa encerrar o conhecimento científico, mas sim “abrir portas” para ele, compactuamos plenamente com tal ideia. Outro argumento do autor é que um conceito não se consolida dentro um só tipo de situação, bem como uma situação, não se analisa com um só conceito. A abordagem fenomenológica-conceitual é consistente com estas ideias porque, ao tratarmos com *o Sol, os Aceleradores de Partículas e as Auroras* utilizamos muitos conceitos e ampliamos o leque de situações aonde eles são úteis e aplicáveis.

Segundo Vergnaud um conceito é tripleto: $C = \{S, I, R\}$, onde:

S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;

I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;

R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas. (MOREIRA, 2002, p. 10)

Nas publicações correlatas podemos identificar alguns campos conceituais tais como: o campo conceitual da Mecânica, o da Eletricidade na Física; o campo conceitual da Físico-Química e o da Química Orgânica na Química e os campos conceituais da Fisiologia Vegetal, Fisiologia, Animal e Biologia Celular, na Biologia. Cabe aqui destacar que em nossa aplicação didática adentramos em um vasto campo conceitual, por assim dizer, que é o da FMC. Todavia ao relacionarmos todas aplicações, passando do 1º ao 3º anos do EM, elas compartilham um elemento

comum, que é a Física de Plasmas. Portanto, este é o campo conceitual em questão.

2.3.1 Artigos no ensino de Física

Os artigos que versam sobre o ensino de Física e o aporte das Teoria dos Campos Conceituais (TCC) são encontrados na literatura com diferentes ênfases, vejamos algumas delas.

Custódio e Junior (2003) apresentaram no Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências em 2003 um trabalho acerca da TCC e o ensino de FMC no EM. Entre suas considerações, destacamos uma ideia, consoante às reflexões de Vergnaud, de que poderiam haver conceitos fundamentais de FMC, relacionados ao mundo natural, social, tecnológico e cultural dos educandos.

A busca por esses conceitos, tem o intuito de minimizar alguns problemas nos quais estão imersas as propostas para a introdução de FMC no EM. A questão sobre qual é a profundidade adequada para tratar esses temas no espaço escolar médio é um deles. Se os alunos se instrumentalizarem com conceitos que permitem pensar sobre vários temas de FMC e ainda habilite-os a compreender sistemas mais complexos, a profundidade adequada será regida pelo interesse dos alunos e pela habilidade dos professores em tornar motivador estas situações. (JUNIOR E CUSTÓDIO, 2003, p.3)

O trabalho supracitado indica uma possibilidade de abordagem com o tema interação da radiação com a matéria. Por meio deste tema uma variedade de situações poderiam tratadas didaticamente.

Carvalho Jr. e Aguiar Jr. (2008) produziram um artigo acerca da trajetória de aprendizagem de sete alunos no campo da Física Térmica com fundamentação teórica na TCC. Ela foi utilizada como instrumento para planejamento e análise das atividades didáticas. As atividades descritas versaram sobre conceitos da calorimetria, como calor e temperatura. A título de ilustração da ideia de situação, concernente ao presente trabalho, destacamos o seguinte:

Para Vergnaud, nas situações repousa a operacionalidade dos conceitos e, portanto, são as

situações que conferem sentido a um dado conceito. Podemos entender as situações como sendo os problemas que o sujeito deve resolver. A seguir, apresentamos classes de situações por nós identificadas como problemas gerais para o desenvolvimento dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico em nível elementar: A.1 os processos de variação de temperatura de um corpo: a indicação de como a temperatura pode variar em um dado sistema; A.2 os processos que envolvem a transferência de calor entre sistemas por condução, convecção, radiação; (CARVALHO JR E AGUIAR JR, 2008. p. 218).

O entendimento dos conceitos e teoremas em ação, para Vernaugd, é centrado nos sujeitos, pela fato de que eles é que os aplicarão, logo são implícitos. Os conceitos-em-ação estão relacionados a objetos, predicados, classes, condições, etc. Dentro de uma vasta quantidade de conceitos que podem estar disponíveis no repertório dos sujeitos, é selecionada uma pequena parte para cada ação. Portanto, os conceitos-em-ação podem ser adequados ou inadequados para uma dada classe de situações (VERGNAUD, 1998, p.173).

Os teoremas-em-ação são proposições, que podem ser verdadeiras ou falsas. Predominantemente são implícitas nas ações do sujeito, podendo se tornar explícitas. Uma vez que a intencionalidade é apropriação dos conceitos por meio da mediação didática, os autores apresentaram algo semelhante aos conceitos e teoremas em um status científico.

O critério que utilizamos para chegar a eles foi o de selecionar aqueles conceitos que julgamos necessários a um dado sujeito para dar conta das situações listadas no tópico anterior. É importante ressaltar que o conjunto assim construído pode não ser explicitado dessa forma pelos estudantes, tampouco ser reconhecido por eles como conceitos científicos fundamentais. B.1 calor: transferência de energia entre dois sistemas motivada, exclusivamente, pela diferença de temperatura entre eles. B.2 temperatura: índice associado à energia cinética média das partículas de um sistema. (CARVALHO JR e AGUIAR JR, 2008. p. 219).

Já para os teoremas-em-ação, em virtude dos fins didáticos, o artigo em questão propõe estruturas que auxiliem quanto à aprendizagem.

Enunciamos, a seguir, algumas relações conceituais que não são teoremas-em-ação, da forma definida por Vergnaud, posto que não se referem a um dado sujeito em ação frente a uma situação-problema. As relações mostradas são aquelas que julgamos importantes para a abordagem e a solução das situações que envolvem a Física Térmica. C.1 A temperatura é uma característica de cada sistema, associada à agitação das partículas desse sistema. C.2 A temperatura não depende da massa do sistema, pois é proporcional à energia cinética média das partículas. (CARVALHO E AGUIAR, 2008. p. 220).

Pacheco e Zanella (2017) publicaram um estudo teórico sobre treze trabalhos de ensino de Física a TCC. Eles foram classificados em quatro categorias.

A primeira categoria (P) buscou identificar concepções e dificuldades de professores do Ensino Médio ao desenvolverem atividades de modelagem científica. A segunda categoria (T) contemplou trabalhos teóricos, em que os autores discorreram sobre relações entre a TCC, modelos mentais e a modelagem científica para desenvolver campos conceituais. A terceira categoria (S) envolveu atividades experimentais e de resolução de problemas em Física com alunos de cursos de Ensino Superior. A quarta categoria (M) contemplou atividades experimentais com alunos do Ensino Médio. (PACHECO E ZANELLA, 2017, p.2)

Os autores evidenciaram a adequação da teoria em lide para o ensino de Física, bem como a importância da mediação do professor quanto à resolução de problemas. Constataram ainda que a conceitualização é um processo longo e complexo e que é imprescindível o domínio conceitual por parte do educador para efetivar a mediação. A

diversidade de situações concernentes ao uso dos conceitos em seus respectivos campos também é um fator importante nas pesquisas apontadas.

Calheiro e Pino (2017) publicaram os resultados parciais de uma pesquisa educacional com estudantes do terceiro ano do ensino médio visando levantar os possíveis invariantes operatórios do campo conceitual das radiações eletromagnéticas. À luz da TCC foram propostas situações-problema relativas à radiação da luz visível, no decorrer de uma das sequências de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS). Os invariantes operatórios podem ser do tipo conceito-em-ação e teorema-em-ação. As situações que embasaram a investigação dos invariantes operatórios são citadas logo a seguir.

Nas situações-problema iniciais o nosso foco foi introduzir o conceito de luz visível, que possui natureza eletromagnética. Nestas questões, o objetivo foi o de avaliar o conhecimento prévio do aluno a partir dos invariantes operatórios que surgiram da análise das respostas dos estudantes às situações. Situação 1 – Explique o que você entende por luz visível? Situação 2 - Ao assistir à cerimônia de abertura das Olimpíadas do Rio, você provavelmente se encantou com as cenas apresentadas, como aquela que mostrou a queima dos fogos de artifícios. São espetáculos pirotécnicos que colore o céu. Como você explicaria o colorido dos fogos? Situação 3 – Como as cores produzidas nos fogos de artifícios chegam aos nossos olhos? (CALHEIRO E PINO, 2017, p.6)

Os autores concluíram que as situações propostas contribuíram para uma melhor compreensão do campo conceitual das radiações. A investigação sobre quais seriam os invariantes operatórios dos estudantes, facilitaria a elaboração das novas situações, ancoradas nestes invariantes iniciais, ampliando o campo conceitual dos educandos.

Os artigos referenciados demonstram que a utilização de qualquer teoria de aprendizagem cognitivista não é algo trivial, uma vez que a essência é o provimento de certos paradigmas de como o conhecimento científico se consolida na consciência dos sujeitos. Tomando de forma estrita seus elementos estruturantes, as teorias comumente são rebuscadas, podendo ser de difícil acesso. As contribuições dos trabalhos

citados permitem enxergar de modo mais transparente as possíveis aplicações dos elementos estruturantes. Especificamente no escopo da TCC a articulação com os objetivos didáticos de cada aula, bem como a relação de competências e habilidades preconizadas nos PCN, subsidia no âmbito educacional as sequências propostas em cada série do EM.

É importante salientar que, no curso das aulas propostas, tendo em vista a interação com os alunos em sala de aula, as ideias relativas à TCC não foram explicitamente apresentadas. Elas compõem sim a parte pedagógica do trabalho, sendo assim voltadas aos docentes. Os educandos apenas manifestam alguns comportamentos susceptíveis de análise mediante reflexões através das bases legais e da estrutura básica da TCC. Além do que uma excessiva leitura de todas atividades didáticas, sob a intensa óptica da TCC, tornaria o trabalho objeto de uma perspectiva densamente teórica, desviando da ênfase metodológica e motivacional concernente aos temas atuais da ciência escolhidos para a construção do produto educacional. Em virtude de que trazemos roteiros de aula, relativos ao módulo definido para cada série, a TCC é encontrada como sugestão para a execução das aulas para cada educador. A Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd, por meio das referências citadas, está indicada no presente documento conjuntamente às bases legais. Eles são sugeridos como objetos teóricos norteadores de ações didáticas similares para interessados que, porventura, vislumbrem atividades de ensino de Física de natureza análoga.

3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional construído no decorrer deste Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física consiste em três módulos de ensino que compartilham distintos objetos didáticos. Estes são atinentes ao ensino de Física no EM, voltados a temas atuais da ciência: Física de Aceleradores de Partículas, o Sol e as Auroras, abarcando simultaneamente os três anos do EM.

O desenvolvimento do produto educacional precisou de algumas etapas até encontrar-se apto à divulgação, tendo em vista a necessidade de aplicá-lo em sala de aula. O processo iniciou com as seguintes momentos:

- Definição dos temas;
- Escolha da escola para aplicação, turmas e cronograma;
- Elaboração do projeto de pesquisa em ensino de Física;
- Escolha dos recursos didáticos;
- Desenvolvimento dos roteiros iniciais de ensino;
- Execução das aulas;
- Elaboração e aplicação do questionário de feedback das atividades; e
- Construção final dos módulos que compartilham todo material produzido e aplicado.

Convém comentar que na etapa anterior à aplicação propriamente dita em sala de aula, realizamos a submissão do projeto de pesquisa educacional para aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, em conformidade com a legislação vigente. Portanto, antes de qualquer ação junto aos educandos obtivemos parecer favorável do referido Comitê, o que pode ser comprovado por meio dos documentos anexados. Obtivemos a aprovação no dia 18 de setembro de 2017.

No intuito de inicializar a construção do campo conceitual da Física de Plasmas, para os estudantes das três séries do EM, selecionamos os conteúdos e recursos didáticos abaixo relacionados:

1º ano EM:

- Interações Fundamentais da Natureza – três apresentações em pdf sobre as quatro interações e dois

vídeos, um sobre o nascimento das estrelas e outros sobre as forças que governam o universo;

- Noções de Física de Aceleradores – um artigo digital da revista “Ciência Hoje”, um artigo da Revista “Física na Escola” sobre o Grande Colisor de Hádrons, o *Large Hadron Collider* (LHC);
- Neutrinos – um texto didático sobre a Conservação do momentum e dois vídeos sobre os neutrinos;
- Plasmas de Quarks e Glúons – um artigo de divulgação científica do site “Jornal da USP”, um artigo do site português “Publico.pt” e um vídeo explicativo do *Fermilab* sobre o plasma em colisões de alta energia.

2º ano EM:

- Plasma como estado físico da matéria – um texto didático sobre plasmas sobre onde são encontrados plasmas no dia-a-dia com atividades na forma de exercícios, uma apresentação em pdf, um simulador e dois vídeos sobre plasmas;
- Estrutura do Sol e as correntes convectivas – uma apresentação em pdf e dois vídeos;
- Ondas e a radiação eletromagnética – três simuladores e um vídeo sobre o espectro eletromagnético;
- Radiação ultravioleta – uma apresentação em pdf;
- Pressão de radiação – uma apresentação em pdf e dois vídeos;
- Fissão e fusão nuclear – três vídeos e um aplicativo para smartphone disponível para o sistema *Android* na *Playstore*.

3º ano EM:

- Campo elétrico e campo magnético – duas apresentações em pdf e quatro simuladores;
- Um vídeo sobre a Força de Lorentz e um vídeo sobre as Auroras boreais;
- Uma página de internet desenvolvida no MNPEF (ALVES, 2017) sobre plasmas, um vídeo da série *Física na Cultura* sobre o mesmo assunto e também um artigo da Revista “Física na Escola”;

- Confinamento magnético e inercial de plasmas para a fusão termonuclear controlada – um texto didático e um aplicativo para simulação em smartfone e um vídeo.

A principal característica do nosso produto educacional que lança mãos dos recursos supracitados consiste na diversidade de estratégias didáticas. A razão para tal é a influência da TCC de Vergnaud que aponta no sentido da ampliação das situações com as quais os educandos lidam com os conceitos. Quanto maior for a quantidade de situações com as quais os estudantes interagem com os conceitos, maior será a contribuição quanto ao desenvolvimento do campo conceitual dos educandos. Logo, buscamos estender o alcance, explorando tanto recursos construídos por nós mesmos quanto aqueles disponíveis da literatura e na internet.

O encaminhamento do presente capítulo trata da apresentação das ideias atinentes aos recursos elencados, da implementação em sala de aula e do questionário de feedback das atividades didáticas, ao fim da aplicação. Também delineamos o ambiente escolar seguido de um breve relato das atividades de ensino, destacando tanto os êxitos nos objetivos pretendidos quanto as falhas e dificuldades na condução das aulas.

Os roteiros de ensino foram sistematizados em módulos didáticos, acompanhados do indicativo de acesso na forma de *links* para utilização dos recursos *on-line*. Os planos de ensino, dentro de cada módulo encontram-se nos apêndices A, B e C, relativos aos primeiro, segundo e terceiros anos do EM, respectivamente.

3.1 TEXTOS E ARTIGOS DE APOIO

Todas as aplicações concernentes ao Ensino Médio incluem textos didáticos e de divulgação científica, porque existem aspectos de aprendizagem relevantes que comumente podemos deixar passar, inadvertidamente. A capacidade de leitura e interpretação dos educandos é construída ao longo da formação básica, especialmente no Ensino Fundamental. Em tese, é aprimorada e refinada no Ensino Médio. Todavia a realidade que encaramos em sala de aula é outra.

Observamos, além das dificuldades em Matemática básica, também sérios problemas em Língua Portuguesa, especificamente quanto à compreensão das ideias presentes nos textos escolares, em geral. A falta de hábito de leitura, toda sorte de experiências educativas pregressas com a língua nativa e as facilidades de acesso a informações fugazes e frívolas da contemporaneidade, especialmente no seio das redes sociais são alguns pontos que interferem diretamente no processo de ensino e aprendizagem.

Com o objetivo de executar a abordagem fenomenológica-conceitual definida a priori em nosso trabalho, que contribua para contornar os problemas mencionados, escolhemos os textos descritos a seguir, constantes nos apêndices A, B e C cujo teor trataremos agora.

Primeiramente escolhemos um artigo digital da Revista “Ciência Hoje” (SHELLARD, 2006) bastante simples, direto e objetivo. A ideia é que os educandos tenham acesso às informações diretamente, que componham um primeiro contato, informal, com os conceitos físicos da área. A facilidade de acesso, por se tratar de um artigo de divulgação científica curto, proporciona um modo de sondar as ideias intuitivas dos alunos e iniciar a discussão em caráter mais formal. O artigo em lide explica onde encontramos aceleradores de partículas no dia-a-dia, comenta sobre a ação dos campos sobre as partículas tipificando os aceleradores lineares e de trajetórias circulares.

Para que o estudante seja protagonista de seu aprendizado é fundamental fomentar tempo para o estudo individual, cujo passo inicial é a leitura, a fim de que haja um primeiro contato formal com o objeto do conhecimento tratado em sala de aula. Nesse sentido uma artigo da Revista “Física na Escola” (PEREIRA, 2011) que versa sobre o LHC é apontado para leitura inicial na aula e conclusão posterior em horário de estudo individual.

Mais dois artigos digitais foram selecionados a fim de abordar fenomenologicamente a Física de Aceleradores junto ao 1º ano do EM. Um do site jornalístico português Público (FIRMINO, 2000), na seção de notícias científicas e outro do Jornal da USP (PACHECO, 2016). O primeiro discute a formação do plasma de quarks e glúons no contexto da origem do universo conforme a teoria do Big-Bang e em seguida discorre no âmbito das colisões em altas energias. O texto apresenta alguns aspectos da interação forte e tem como propósito instigar a curiosidade dos estudantes. Já o segundo artigo digital é mais técnico. Ele retrata as contribuições de um físico brasileiro, Jorge Noronha, concernente às pesquisas em Física Nuclear de Altas Energias no *Large Hadron Collider* (LHC) na Europa e no *Relativistic Heavy Ion Collider* (RHIC), nos Estados Unidos. O artigo traz informações mais complexas que requerem uma leitura mais acurada e mediada pelo professor com relação aos conceitos físicos presentes.

Ainda para o 1º ano do EM exploramos um texto didático (OSTERMANN, 2001) sobre a conservação do momento linear. Ele utiliza vetores para representar o decaimento beta e as ideias que levaram ao postulado acerca da existência dos neutrino. Este texto é importante, pois é mais preciso fisicamente e a devida mediação contribui para ilustrar

a importância da linguagem matemática para a aquisição de conhecimentos da Física.

A turma do 2º ano do EM recebeu um texto didático sobre plasmas elaborado por mim, o qual apresenta a ocorrência de plasmas no cotidiano. O texto detém linguagem bastante simples, direta e acessível e encerra com exercícios propostos Schoeder (2016), que têm por propósito evocar junto aos estudantes a compreensão de que existem mais de três estados físicos da matéria. Também utilizamos outro texto, proveniente de um livro didático voltado ao 3º ano EM, para estudar a pressão de radiação. Este material demandou mediação, visto que envolvia equações e ideias científicas mais elaboradas. A atuação do professor, nesse momento foi imprescindível.

Para o 3º ano do EM os textos elencados apresentaram maior quantidade de informações e, naturalmente, um nível acima de profundidade. Primeiramente escolhemos um artigo da Revista Física na Escola que explica fenomenologicamente os plasmas destinando atenção ao funcionamento do televisor de plasmas, em seus aspectos científicos e tecnológicos. O outro texto didático também foi elaborado por mim, mediante adequação de um trabalho pregresso no âmbito da Teoria do Caos elaborado para a disciplina Física Contemporânea. O material trata dos aspectos básicos do confinamento de plasmas para a fusão termonuclear, enfatizando o conhecimento do *Tokamak*. O motivo para esta escolha está atrelado a outro recurso explorado na última aula da turma em questão, que é justamente um aplicativo para smartfone no qual o jogador atua como operador de um reator de fusão graças ao controle do confinamento toroidal de plasmas quentes pela ação de fortes campos magnéticos, sobre o qual trataremos em breve.

3.2 VÍDEOS E SITES

A quantidade de materiais ao alcance de uma rápida busca e um simples click, de fato, é descomunal nos dias de hoje. Entretanto, a quantidade nada diz a respeito da qualidade. O que entende-se por qualidade depende dos critérios de análise, em linhas gerais optamos por selecionar objetos que se integrem aos objetivos de cada aula, que sejam acessíveis em decorrência da mediação por parte do professor e que detenham potencial para buscar a motivação e inovação no processo de ensino e aprendizagem. Com estes atributos em mente utilizamos vídeos e sites, listados no tocante aos módulos para cada série, que estão disponíveis para acesso *on-line* em nosso produto educacional.

No 1º ano do EM apresentamos um vídeo sobre o nascimento das estrelas, buscando relacionar a Gravitação com este tema um tanto quanto fascinante da Astronomia. Na mesma seara projetamos um vídeo sobre as forças que governam o universo, todavia este tem um viés mais educativo, corroborando as explicações executadas no curso das aulas.

Para contemplar as noções de Física dos Aceleradores utilizamos dois vídeos sobre neutrinos, o primeiro originalmente encontra-se em inglês, entretanto não há óbices devido ao uso das legendas. Ele apresenta o assunto de forma bastante didática, interessante e atual, desvelando os desafios comuns para este domínio científico junto aos educandos. Já o segundo vídeo tem um status de divulgação científica, aproveita muitos recursos visuais e complementa a discussão presente no primeiro, sendo de grande valia.

O plasma de quarks e glúons é apresentado em um quarto vídeo didático do *Fermilab*, enriquecendo a discussão sobre o assunto, de modo descontraído, todavia preciso cientificamente. Não resta dúvida que a intenção de debater este tema, deveras complexo e profundo, torna-se viável graças a utilização de recursos desta natureza. Eles aproximam estes saberes reduzindo as barreiras que existem entre os temas avançados da ciência e as possibilidades de apropriação das ideias básicas subjacentes por parte dos estudantes.

É importante considerar uma suposta passividade dos alunos, factível de críticas à medida que utilizamos muitos vídeos. Ter em mente que os estudantes corriqueiramente assistem vídeos para fins de entretenimento e inclusive gravam e editam vídeos para o lazer ou o cumprimento de atividades educativas, rapidamente traz outra perspectiva para tais recursos. Quando há consistência dos objetivos didáticos com os vídeos é importante utilizá-los em função do seu potencial para promover a aprendizagem ponderada pela mediação docente.

As propriedades dos estados físicos da matéria, dos sólidos aos plasmas, bem como as aplicações mais comuns dos últimos constituem a base dos primeiros vídeos selecionados para o 2º ano do EM. Nas aulas seguintes mais dois vídeos sobre o Sol foram escolhidos com intuito de relacionar os tópicos explanados na teoria e articular com os conhecimentos apresentados na forma típica de noticiários e documentários televisivos. Em consonância com os objetivos de ensino a intenção é familiarizar os estudantes com diferentes mídias que difundem os conhecimentos da Física.

Para estudar o espectro eletromagnético optamos por um vídeo, fruto da arte visual construída por desenho à mão livre, lúdico, contudo

bastante adequado para o contexto motivacional em pauta. Em continuidade, no âmbito da pressão de radiação, projetamos um experimento, simples e direto, gravado em vídeo com pouco mais de um minuto. Logo após, o estilo da divulgação científica novamente foi observado em um vídeo sobre a propulsão de espaçonaves no meio interestelar.

Concluímos o uso de vídeos junto ao 2º ano do EM, abordando a fissão e fusão nuclear com mais três vídeos, o primeiro produzido por estudantes da Educação Básica, o segundo disponível como trecho de um programa tipo documentário científico retratando a rotina de cientistas da área e o terceiro como vídeo didático de caráter inovador, que facilita a compreensão dos conceitos estudados, ofertando um panorama de unificação. Estes recursos são complementados pela utilização de um aplicativo para smartfone sobre Física Nuclear.

O 3º ano do EM teve a oportunidade de assistir um vídeo sobre a Força de Lorentz que possibilita a visualização tridimensional da trajetórias das partículas sujeitas ao campo magnético. Sequencialmente, foi apresentado um vídeo sobre as Auroras e o campo magnético terrestre objetivando provocar a curiosidade dos alunos sem no entanto desconectar da fenomenologia inerente ao tema em lide investigada pelas técnicas da Física.

Dois vídeos sobre a Física na Cultura, gravados por ocasião de uma palestra do Prof. Dr. Luiz Fernando Ziebell da Universidade Federal do Rio do Grande do Sul em Porto Alegre/RS, contribuíram para dispor aos estudantes os conhecimentos de um especialista da área. A linguagem acessível e didática relacionada com explanação detalhada dos assuntos contribui bastante para a apropriação dos saberes por parte dos estudantes. Acrescente-se a isso a exploração de uma página de internet com textos, imagens, tabelas, além de um recurso interativo, desenvolvido ao longo das aulas do MNPEF por mim. Este material de ensino, disponível da forma de site, tem por característica essencial o recurso interativo que provê resultados teóricos para medidas do comprimento de Debye apontando em um diagrama o tipo de plasma que possui tal parâmetro.

Em síntese, a oportunidade de implementarmos 18 vídeos e 1 site ao longo das 16 aulas dos 3 módulos didáticos aumentou severamente o conjunto de situações didáticas para os estudantes. Como a TCC de Vernaugd indica, a diversidade de situações com as quais o estudante lida potencializa a compreensão dos conceitos estruturando o campo conceitual de Física de Plasmas almejado no curso de EM.

3.3 SIMULADORES E APLICATIVOS

Não utilizamos simuladores com os alunos do 1º ano do EM, tampouco aplicativos para smartfone. O motivo é que não encontramos recursos desta natureza à época condizentes com nossos propósitos, relativos a implementação do módulo didático. A escolha de outros materiais pôde contemplar os objetivos de ensino traçados, tranquilamente.

Ao todo selecionamos 8 simuladores e 2 aplicativos para smartfone disponíveis gratuitamente para a plataforma *Android*. Inicialmente elencamos um aplicativo sobre Física Nuclear para o 2º ano cuja finalidade é imbuir o educando da responsabilidade de adquirir as primeiras informações por meio da leitura e do debate com os colegas. Logo, os conhecimentos são partilhados em sala e o professor assume a posição de mediador objetivando facilitar o entendimento dos conceitos científicos em consideração.

O 3º ano do EM teve a chance de explorar um recurso didático extremamente inovador e agradável. Trata-se do *Operator Tokamak*, aplicativo que na verdade é um *game* disponível sem qualquer custo na *Playstore*, voltado ao entretenimento do usuário. Cabe aqui a reflexão: é possível aprender com um jogo? É viável a sua utilização como material didático? Realmente existem trabalhos com a presente intencionalidade, por exemplo o produto educacional elaborado por Ré (2016), que consiste em jogo de tabuleiro sobre o LHC, baseado em perguntas e respostas estilo *quiz* de FMC, voltado aos aceleradores de partículas. Ter ciência de quais são as metas, quais os desafios, limitações e potencialidades do jogo à medida que utilizemos tal recurso é um compromisso do educador que se aventure por esse caminho.

Os simuladores são objetos didáticos que, com maior ou menor complexidade, contribuem para aproximar os estudantes da prática investigativa, marca básica da ciências. Neles encontramos situações que, muitas vezes, transcendem os limites dos laboratórios propriamente ditos, uma vez que operam em condições ajustáveis que podem ser distintas do mundo concreto. Não prendendo-se, por exemplo, a questões de segurança e limitações comuns em nosso mundo natural cotidiano. É mister salientar que o ideal seria dispormos tanto de práticas experimentais em laboratório quanto de recursos computacionais na forma de simuladores, tendo em vista o fato da complementariedade exequível entre ambos recursos metodológicos.

No que diz respeito ao 2º ano do EM, exploramos um simulador de estados físicos da matéria muito simples, entretanto útil em virtude da

inexistência de limitações apontadas anteriormente, por exemplo quando o simulador dispõe um recipiente resistente a elevadíssimas pressões para discutirmos a fenomenologia do experimento.

O simulador de ondas em uma corda, graças a variedade de parâmetros que podem ser alterados, possibilita ao educando explorar o comportamento de sistemas oscilatórios facilmente. Em sequência o simulador de ondas de rádio, integra a discussão reforçando a importância de conhecermos a fonte a qual determina a frequência das ondas geradas e que a natureza destas oscilações eletromagnéticas é distinta das ondas mecânicas estudadas na simulação anterior. Para completar a aula de ondas o simulador de visão de cor potencializa o aprendizado do conceito de fóton, porque a discussão em termos da propagação do sinal luminoso pode ser explorada pelo professor em termos de dualidade onda-partícula.

Para finalizar, dirigido ao 3º ano do EM, utilizamos a princípio um simulador muito simples para explicar a existência da propriedade fundamental da carga elétrica e a sua transferência nos processos de eletrização, já introduzindo as noções de força e campo elétrico. Para a mesma aula exploramos outro simulador que representa o campo e o potencial nas vizinhanças de concentrações de carga elétrica, permitindo inclusive a obtenção de medidas destas grandezas eletrostáticas.

O campo magnético terrestre foi estudado com outro simulador com a intenção de prover a visualização das linhas no entorno de sistemas magnéticos e discutir as propriedades fundamentais do magnetismo. Com a explanação referente a natureza do campo magnético estabelecemos os conceitos dentro do Eletromagnetismo via simulador intitulado laboratório de Faraday. Ele permite estudar os seguintes sistemas físicos: ímã em forma de barra, solenoide, eletroímã, transformador e gerador, viabilizando uma abordagem mais introdutória ou mais profunda e elaborada, em razão da quantidade de conhecimentos do campo do Eletromagnetismo intrínsecos aos objetos didáticos citados.

Pelo motivo que não existe laboratório de Física na escola aonde foi realizada a aplicação do produto educacional o uso de simuladores foi importantíssimo. Eles proporcionaram efetivamente a inovação em sala de aula, aliando os temas atuais da ciência a um contexto educativo centrado no educando, buscando sua motivação e aumento de gosto e interesse pelos saberes da Física. Os recursos na forma de simuladores e aplicativos para smartfone, atrelados aos vídeos constituem uma tentativa entusiástica de inovar, realizar uma prática docente contemporânea e coerente com o século em que vivemos. Que contribua para a formação dos nossos estudantes no âmbito da FMC, especialmente no domínio da

Física de Plasmas, fundamentando o campo conceitual que desejamos que seja conquistado pelos estudantes da Educação Básica.

3.4 IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

Os roteiros de ensino destinados a todas as séries do EM foram aplicados simultaneamente no 2º semestre de 2017. Em concordância com o calendário letivo do escola, constando previamente no planejamento anual inicial, a série de aulas teve por elemento facilitador o fato de que os conteúdos de Física típicos não deixaram de ser ensinados. Pelo contrário, com base nos temas atuais da ciência no campo da FMC estabelecemos as conexões através da reflexão e diálogo visando contextualizar os conteúdos típicos em uma abordagem fenomenológica e conceitual primando pela motivação e inovação.

Nem tudo são flores enquanto as ideias vão estruturando o trabalho em sala, o calendário escolar é apertado, os estudantes têm falta de base em se tratando de conhecimentos básicos de Matemática e Língua Portuguesa, poucos alunos estudam habitualmente e o laboratório de informática que deveria prover acesso aos recursos elencados nem sempre esteve operacional. Tais variáveis levaram a flexibilizar as atividades propostas, todavia em hipótese alguma constituíram empecilho para a aplicação dos módulos didáticos exceto pelo calendário escolar, conforme veremos nas seções seguintes.

É relevante, neste momento, informar que os alunos não foram avaliados com provas, teste e atividades afins pela fato de que houve o compromisso com a participação voluntária na pesquisa educacional. Com o respaldo do TALE/TCLE, a realização de todas atividades só teve início após parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC e os estudantes, bem como seus responsáveis e a Direção tiveram envolvimento no sentido de contribuir para a consecução das finalidades educativas da intervenção. O fato de atuar na escola há 4 anos facilitou tremendamente o serviço de elaboração, autorização e implementação dos 3 módulos didáticos concomitantes levando ao êxito ao final do processo, apesar das dificuldades enfrentadas.

3.4.1 Descrição do ambiente escolar

Trata-se da Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves, bairro Costeira do Pirajubaé na capital do estado de Santa Catarina, Florianópolis. A escola pública escolhida situa-se em região periférica e abriu espaço, com o devido respaldo ético, para consecução da pesquisa

educacional. Funcionando em período integral, a escola tem turmas de estudantes da educação infantil ao terceiro ano do ensino médio.

A aplicação dos módulos didáticos foi realizada nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio, durante o turno escolar entre os meses de outubro e novembro de 2017. Para o período matutino escolhemos a turma 101, com aproximadamente 38 alunos. O perfil dos estudantes é um ponto interessante para comentar devido ao interesse, esforço, respeito e postura proativa da turma em questão.

Para o 2º ano, contamos com a vantagem que a turma estava sob minha regência, a 202, cujo período de aulas era o vespertino e contando com cerca de 15 alunos. A 302 foi a turma de 3º ano do EM escolhida com aulas no período noturno e cerca de 12 alunos frequentando o curso.

O apoio da equipe gestora e técnica da escola foi imprescindível para realização do trabalho, porque sem ele a variedade de recursos selecionados para as aulas seria inviabilizada. O trabalho como um todo foi bastante tranquilo e agradável, no entanto o “calcanhar de Aquiles” foi o próprio calendário escolar o qual implicou diretamente na supressão de alguns roteiros de ensino, particularmente junto ao 1º ano, conforme observamos na próxima seção.

3.4.2 Relato das aulas

Não temos a intenção nesse momento de discorrer detalhadamente acerca da condução das aulas, mas sim de demonstrar os êxitos, falhas e traçar um breve panorama de como as aulas sucederam. O tratamento é o mais objetivo possível, tendo por objetivo situar o leitor no contexto escolar em questão.

Primeiramente, iniciamos a aplicação curiosamente com o 3º ano do EM, em uma etapa prévia, discutindo as Interações Fundamentais da Natureza, tópico originalmente previsto para o 1º ano. Entretanto, optamos por ministrar para os formandos a priori porque eles anteriormente estudaram toda a Eletrodinâmica. Na sequência estudariam a Eletrostática e o Magnetismo. Devido a Interação Eletromagnética com a Lei de Coulomb e a discussão sobre partículas mediadoras de interação como o fóton, optamos por uma “versão 1.0” da intervenção com esta pequena e produtiva turma, nos dias 05, 09, 17 e 20 de outubro.

Entre 17 de outubro e 20 de novembro aplicamos o módulo didático na íntegra para a turma 202. A única diferença entre as aulas em si foi a metodologia empregada no módulo, publicado no apêndice B, especificamente na aula B-5, onde originalmente não exploramos o aplicativo e usamos menos vídeos e mais apresentações em pdf. Pelo fato

de que tornou-se extenuante para os alunos, em função da quantidade de aulas expositivas, aprimoramos o estilo de aula que era centrado no professor e no módulo atual é centrado no aluno.

Conforme comentado a sequência didática para a 302 iniciou antes do previsto! Nada mais que uma medida para atender a motivação, visto que os próprios estudantes já estavam bastante ansiosos e entusiasmados pela proposta lançada. Oficialmente o módulo elaborado para eles foi implementado entre 24 de outubro e 07 de novembro, seguindo o conjunto de aulas constantes no apêndice C. Após o ciclo de aula ministramos uma aula de transformação de campos, elétrico e magnéticos, ideia chave para entender o nascimento da Teoria da Relatividade. No entanto optamos por não incluir esta aula no módulo tendo em vista o fato de que ela está além do escopo inicial, destinado à Física de Aceleradores, o Sol e às Auroras, saindo do foco pretendido outrora.

A 101 teve a sequência de aulas mais desafiadora, por causa da profundidade dos temas para o nível deles. Iniciamos as aulas em 27 de outubro, com as Interações Fundamentais e concluímos em 07 de novembro, prematuramente, por causa do calendário letivo que impossibilitou a realização das 6 aulas. Efetivamente cumprimos a metade, sem atingir todos os objetivos cujo horizonte estava nos neutrinos e na Conservação da Quantidade de Movimento Linear. Por conta da necessidade de prover atividades avaliativas o módulo aqui proposto foi aplicado parcialmente. A abordagem tradicional foi explorada para cumprir as avaliações, onde estudamos o momento linear, sua conservação e as colisões com as respectivas tarefas, à parte do módulo desenvolvido.

Parte do módulo didático para o 1º ano EM foi construído no âmbito da disciplina de Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem. Inicialmente ele tratava também a Conservação da Energia e suas referências situavam-se no domínio da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968). Ao passo que adquirimos conhecimentos de outras linhas na perspectiva cognitiva, modificamos o aporte teórico para a TCC de Vernaugd em coadunação com as ideias iniciais. Articulamos a sequência didática com o tema de Interações Fundamentais da Natureza, definido em período bem anterior a execução das aulas e propomos o módulo em lide, o qual é portador de elevado potencial para a motivação e inovação em sala de aula.

4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diálogos que permearam a construção do nosso produto educacional tornaram evidente e necessária a participação do educando no processo, especialmente a sua leitura sobre os temas e a metodologia.

Com a intenção de analisar diretamente ao resultado das aulas ministradas pensamos em utilizar, em vez do questionário impresso, a ferramenta *google form* (*google* formulário) que permite editar, distribuir e analisar questionários das mais variadas formas, facilitando o trabalho de investigação.

Em torno de 40% dos alunos, dos 3 anos do EM, responderam voluntariamente o questionário de feedback das atividades didáticas. Os resultados da aplicações dos módulos, consoante aos objetivos e com a contribuição das referências legais e da TCC de Vernaugd são a seguir apresentados.

4.1 FEEDBACK DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS

Para concluir a intervenção didática, em concordância com o caráter de participação voluntária na pesquisa educativa, 28 alunos distribuídos nos 3 anos do EM responderam o questionário de feedback das atividades didáticas disponível em uma sala de aula virtual construída com as ferramentas gratuitas do *google*.

O questionário foi elaborado no período de orientação do Mestrado e teve como propósito avaliar qualitativamente a percepção discente da relevância dos temas atuais da ciência estudados. Ele não tem por característica qualquer tentativa de avaliação dos conteúdos subjacentes devido ao teor ético delimitado em momentos progressos. Tampouco tem a ousadia de aferir conhecimentos intuitivos confrontando-os com os saberes recém adquiridos no âmbito da FMC. A intencionalidade é obter um retorno genuíno dos educandos acerca da motivação intrínseca a todo o processo educativo e permitir-lhes falar livremente sobre os assuntos estudados, reiterando a perspectiva da formação cidadã.

A divisão em tópicos no questionário foi a seguinte:

1. Apresentação: Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio - O Sol, as auroras e os aceleradores de partículas - Feedback das atividades didáticas
2. Perfil do Estudante
3. Recursos didáticos
4. Temas atuais da ciência
5. Impacto tecnológico

6. Considerações gerais

Os estudantes responderam uma quantidade de 40 questões subdivididas nas seções supracitadas, sobre as quais nos debruçamos no momento de análise. Para tal o *google* formulário disponibiliza, além de todos os questionários individualmente preenchidos totalizando um arquivo em pdf de 448 páginas, o acesso aos resultados de todos respondentes, os quais constam no apêndice D em um total de 24 páginas.

4.2 ANÁLISE DO RELATÓRIO DO QUESTIONÁRIO DE FEEDBACK DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS

Sobre o perfil do estudante: 60,7 % eram do 1º, 21,4% do 2º e 17,9% do 3º ano do EM. 28,6 % à época tinham 17 anos de idade; 75% dedicam tempo de estudo além da sala de aula, predominantemente para as provas; 82,1 % dedicam tempo para a leitura em geral, sendo que de tal dedicação 35,7 % somente quando têm interesse.

85,7% dos estudantes possuem *tablet* ou *smartfone* (celular) com acesso à internet, para uso pessoal. 67,9 % utilizam computadores para lazer, estudo, pesquisa e digitação de trabalhos escolares. No entanto dedicam majoritariamente o seu uso para *e-mail* e redes sociais.

Quanto aos recursos didáticos, separamos algumas respostas dos alunos.

Figura 1 – Algumas respostas referentes a questão 1.

1. Do seu ponto de vista, você considera que a internet seja uma ferramenta educacional útil? Comente nas linhas abaixo. 28 respostas

Sim (6)

Sim, na internet hoje encontramos tudo que precisamos sobre qualquer assunto, só devemos saber usar o material que encontramos

Sim, dependendo de como utilizá-lo.

Depende como é utilizada

Sim, pois chegamos nas notícias muito mais rápido, e também quando precisamos de alguma "ajuda" podemos ir ali digitar e em menos de 5 segundos está ali bem na sua frente.

sim pois na internet eu consigo ver video-aulas e etc.

Tendo um modo certo de se usar sim.

Observamos com estas respostas e aquelas no apêndice D, tornam evidente que a raiz dos recursos utilizados é uma ferramenta valiosa, desde que seja usada adequadamente.

Sobre a utilização dos vídeos em sala de aula, 26 respostas favoráveis a tal recurso.

Figura 2 – Algumas respostas referentes a questão 2.1

Muito importante. Formas diferentes de ensino.
 Nos da a oportunidade de ver na prática (em vídeos) coisas que apenas tínhamos uma ideia, assim, nos dando muito mais ideia de como funciona
 Muito mais clareza e entendimento da matéria.
 Aprendi mais do que ficar só escrevendo no quadro
 Interessante, pois ajuda no desenvolvimento de aprendizagem.
 Ótimos, pois prestamos mais atenção quando existe esses momentos, e se torna menos tedioso ficar ouvindo aquelas milhares de informações.
 os videos foram bem uteis pois explicava com as imagens como acontecia o processo da fisica
 Interessante
 É muito bom ter vídeos aulas pois facilita muito no entendimento da matéria

Quanto aos simuladores, obtivemos 11 respostas versando sobre a opinião dos educandos acerca da utilidade para a aprendizagem.

Figura 3 – Algumas respostas referentes a questão 3.1

Os simuladores nos da uma boa ideia de como realmente funciona as coisas, e ajuda entender melhor
 Como são feitos da prática tais procedimentos.
 São muito interessantes pois além de aprender sobre pode se ter uma base de como manusear.
 é bem util pois aprendemos sobre os fenomenos que acontecem, e que a maioria das pessoas não sabem como acontece
 Importantes, faz lembrar do assunto com mais facilidade.
 Muito boa
 Ajuda bastante os alunos e as aulas se tornam interessante
 Como na pergunta anterior, facilitou bastante a explicação da matéria, e a visualização na realidade.
 É muito bom
 É interativo

Quando questionados sobre a relevância da disponibilidade do laboratório de informática para todos os alunos, 46,4 % julgaram em nível máximo de importância tal quesito, enquanto que 25 % consideraram relevante, mas não essencial.

78,6 % dos alunos julgaram os textos de apoio acessíveis e 50% consideraram este recurso relevante para o aprendizado de Física.

Figura 4 – Algumas respostas referentes a questão 4.1

Nos incentiva a pesquisar sobre o assunto, mesmo sendo um conteúdo difícil.

Tudo em física é muito importante e facilita muito

Acho muito útil, pois nos ajuda a saber mais sobre tal matéria

Faz com que entendemos mais a materia

Boa com esses textos conseguimos muitas vezes ter mais explicações

Muito útil

Uma forma de consulta

Os textos foram bem elaborado se ajuda a entender

É bom para podermos aprender mais.

Eles podem dar um apoio, mas não são essenciais

Sanar dúvidas e ajudar a entender a matéria em questão.

Os textos são importantes para termos explicavelmente o que estamos aprendendo

Muito útil

ajuda muito, ainda mais quando envolve contas

Com ele temos um auxílio a mais

Os textos tentem a explicarem melhor como tudo funciona, e pq. Porém, são difíceis de compreender, costumam serem muito formais

Diante do tópico de temas atuais da ciência, os resultados apresentados nas figuras 5, 6 e 7 são bastante emblemáticos, porque respectivamente comprovam a consistência do trabalho aliada a consecução dos objetivos principais da aplicação dos módulos didáticos, apontando no caminho do êxito da proposta, apesar das dificuldades enfrentadas.

Figura 5 – 2ª questão do tópico temas atuais da ciência.

2. Você conseguiu relacionar os conteúdos comuns de sala de aula com os temas atuais da Física, escolhidos pelo professor?

28 respostas

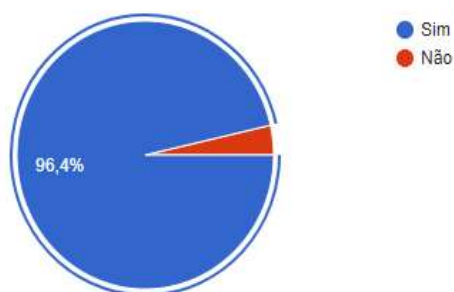


Figura 6 – 7ª pergunta do tópico temas atuais da ciência.

7. Os temas contribuíram para despertar a sua curiosidade?

28 respostas

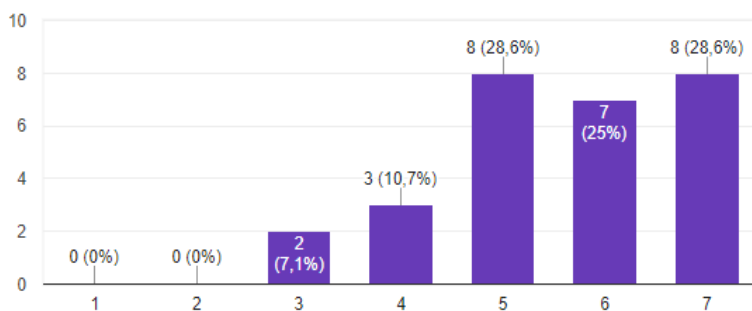
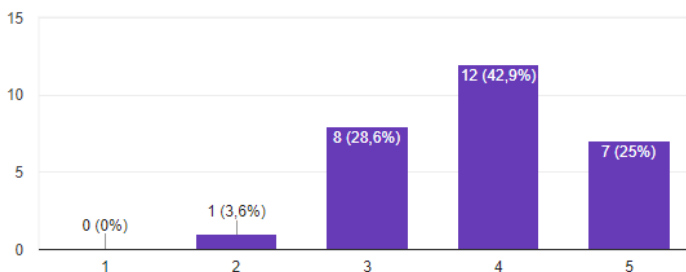


Figura 7 – 8ª pergunta do tópico temas atuais da ciência.

8. Em relação as aulas tradicionais quanto você se julga motivado para estudar a Física pautada pelas temas atuais escolhidos nas aulas?

28 respostas



Pelo fato de que o questionário, conforme citado possui 40 perguntas, não há razão lógica para estendermos a discussão em maiores detalhes, ainda mais que o espaço amostral é reduzido. Todas as perguntas e respostas constam no apêndice D e convidamos o leitor a averiguá-las. Entretanto é importante, pois consideramos uma das virtude dos módulos didáticos implementados, apontar mais alguns elementos de destaque perante o desafio enfrentado de ensinar FMC, no recorte de alguns temas atuais da ciência para os educandos da escola pública.

Figura 8 – Motivação.

3. Você considera que o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) foi motivador?

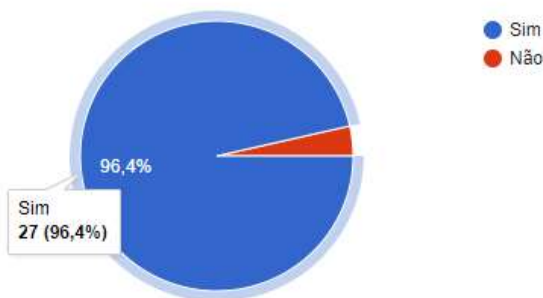
28 respostas



Figura 9 – Senso crítico e cidadania

4. Você considera que o ensino de FMC contribui para o senso crítico e exercício da cidadania?

28 respostas



Por fim, a livre expressão do educando, linha final da educação e indubitavelmente principal razão de todo o trabalho desenvolvido no Mestrado e aqui apresentado, é demonstrada abaixo com todas as respostas.

Figura 10 – Microfone aberto

5. Escreva abertamente a sua opinião sobre as aulas ministradas que articularam conhecimentos tradicionais da escola com temas atuais da Física escolhidos pelo professor. 28 respostas

Muito explicativo e interessante. Bem conduzido.

As aulas foram muito bem ministradas, nos deixando a vontade para esclarecer todas as nossas dúvidas e nos agregando muito conhecimento.

Ótimas, muito amplas e explicativas, e de fácil entendimento

Muito interessante massa Saudades se eu passar

Eu acho interessante, porque é um assunto diferente para ensinar para os alunos em sala de aula, ajuda nos aprendizados sobre os assuntos que foi passado pois é algo novo que muitos nunca tinham estudado ou ouvido por aí.

Muito aproveitosas, pois não foi ensinado apenas o ensino básico em relação à matéria de física, e sim fomos mais a fundo no assunto. Alguns aproveitaram tudo que foi dito, outros se despertaram apenas em um assunto.

os temas que o professor escolheu foram bons e interessantes, porque tiraram toda a visão errada de que "estudar física é chato" "eu não vou usar isso na minha vida".

Achei importante esses temas, e apesar de não ser a matéria escolar que mais me identifica, descobri um lado diferente da física que me despertou curiosidade e satisfação em aprender mais sobre esses assuntos.

Foi muito bom, e ficou muito mais legal com o professor Tiago que é um excelente professor, fez a matéria ser ótima

Acho interessante as aulas ministradas que articulam conhecimentos tradicionais da escola com temas atuais da Física, gosto desse tipo de comparação por fica mais fácil para o aluno entender e poder interagir mais com essa matéria!

Ótimo

Minha opinião é são boas porque assim não ficamos só na física tradicional que para a maioria das pessoas e tedioso com esse método de inserir temas atuais conseguimos modificar o aprendizado assim atçando mais a curiosidade dos estudantes.

As aulas foram de extrema importância para mim Pois me fizeram obter diversos conhecimentos que eu não tinha e também me fizeram despertar muita curiosidade

As aulas dadas pelo professor dispersaram curiosidades e assim dando mais atenção a tal assunto. Um ano com bastante conhecimento, e a facilidade do professor saber explicar a matéria/assunto ajudou meu entendimento.

São as melhores aulas , explica tudo certinho, se dedica bastante para nos promover uma aula muito interessante e consegue facilitar para nois o que a física tem de melhor

Pois tem tanta coisa que não damos importância, até sabermos o que pode acontecer.

Foi uma forma de aprendizagem muito boa, que conseguiu fazer com que nós entendessemos melhor o conteúdo.

Acredito que as aulas foram de grande importância e que virão a ser extremamente úteis para avaliações futuras, como o vestibular por exemplo. A metodologia utilizada é simples e objetiva, despertando a curiosidade e a vontade de aprender cada vez mais.

Na minha opinião o professor escolheu muito bem o conteúdo a ser passado, pois é uma coisa nova que aprendemos. E também é um conteúdo que a escola em geral não ensina.

As aulas do professor são muito legais, com ótimas explicações, muito divertidas, tirando a parte da complexidade tudo ficar mlhr 😊

Gostei bastante, por que era uma coisa que eu não dava muita importância e agora que aprendi melhor o que é física vi que é uma das coisas que eu mais gostei de aprender e entender melhor.

Vejo uma possibilidade de ter um aprendizado consciente e organizado, que tem só a favorecer os alunos

As aulas foram, muito bem explicadas, é uma aula difícil mais com o ensinamento bom, bastante coisa deu pra aprender sem ter muita dificuldade

O professor facilitou o aprendizado dos alunos. Com o método de usar temas atuais, dando exemplos cotidianos. E sempre mostrando que a física está nas coisas simples do dia-a-dia. Isso contribuiu muito na nossa compreensão. E nos fez entender o porquê de certas coisas acontecerem na física. Exemplo: ação e reação.

Acho que aguçou bastante minha compreensão da física moderna, porque o professor trouxe de maneira diferente assuntos atuais.

Sim

As aulas foram ótimas pois elas me fez entender muito sobre a ciência. Nosso planeta precisa de física ela é muito importante lembrar.

Muito boa as aulas, pois assim saímos do comodismo.

4.3 OLHAR À LUZ DOS REFERENCIAIS

A legislação educacional em nosso país apresenta muitos aspectos importantes para a escola holisticamente, desde a LDB. No entanto quando enfatizamos aspectos metodológicos, ela não os contempla diretamente, visto que são bastante específicos para cada área do conhecimento, ou componentes curriculares. O perfil do egresso da Educação Básica é projetado, de maneira bastante completa e interessante, indicando as ideias básicas que exercerão influência sobre o que deve ser ensinado e como.

À medida que outros documentos oficiais foram publicados, dos primeiros PCN à BNCC novamente temos uma quantidade elevadíssima de informações e orientações as quais, em linhas gerais, têm um caráter pouco pragmático. As ideias e finalidades são maravilhosas, porém difíceis de atingi-las na prática, principalmente pela multiplicidade de desafios que o professor de Física enfrenta diuturnamente.

Os argumentos e bases pedagógicas, por mais profundos e sofisticados que sejam e que permeiam os PCN, PCN+, OCN e BNCC entre outros documentos, pouco efetivamente têm a dizer sobre como

aprimorar nossa prática docente. O que coloco em jogo é trazer todo o discurso elegante para o contexto da sala de aula da escola pública brasileira. Aqui é onde o “bicho pega” e a verdade é que não há fórmulas mágicas, algoritmos prontos, ou determinismo. Nesse sentido faz-se necessária uma leitura contextualizada das supracitadas bases legais a fim de extrair elementos estruturantes das metodologias que desejamos nos aventurar. Aqui, predominantemente, os apontamentos oficiais são bastante consistentes. Mas o professor precisa estar preparado, devidamente capacitado e motivado para sair do “mais do mesmo” e inovar.

A sugestão é, tal qual fizemos, enxergar a articulação das competências e habilidades, ou dos processos educativos marcados pela contextualização e interdisciplinaridade, preconizados nos documentos em questão com o que ensinamos cotidianamente. Sair, paulatinamente da zona de conforto e buscar o que, de fato, podemos aproveitar para nossas práticas de ensino sobre o teor dos documentos oficiais brasileiros no âmbito do ensino de Física.

Pensar em como nossos estudantes aprendem é uma etapa importante ao longo de todo o serviço empregado no ensino da Física. Não devemos ter a ingenuidade de pensar que é algo tão óbvio ou desimportante e há certo padrão nas linhas de pensamento dos educandos, pois só temos acesso àquilo que eles externalizam. Por que é importante refletir neste viés? O emprego de técnicas, recursos, mecanismos avaliativos, formas de falar e agir, entre outros aspectos comuns na rotina de aula podem receber as contribuições das teorias de aprendizagem de cunho cognitivista. Sob esta prisma adotamos a TCC de Vernaugd.

Os conhecimentos prévios dos estudantes corriqueiramente foram levados em consideração e a variedade de situações didáticas que propusemos são pontos fortes que tem como essência o referencial em lide. A ideia de constituir, dentro de nossas humildes ambições, um campo conceitual de Física de Plasmas, provê uma forma unificar muitos conhecimentos tanto da Física Clássica quanto da FMC, ao longo dos 3 anos do EM, intensificando a importância destes últimos na formação de nossos alunos. Não nos detivemos em elementos mais rebuscados e profundos da TCC de Vernaugd, dirigimos esforços para sair do campo da ideia e diretamente tomar o rumo da ação, correlacionando dentro do que pudemos a base teórica com a prática, implementada em sala de aula.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos definidos no começo da presente dissertação, é pertinente resgatá-los a fim de construirmos um corpo de conclusões e considerações a respeito.

Por objetivo geral, tencionamos disponibilizar uma proposta didática destinada aos três anos do EM simultaneamente, acerca da Física de Aceleradores de Partículas, do Sol e das Auroras com ênfase fenomenológica e conceitual dentro da FMC, mirando contemplar a inovação curricular e a motivação dos educandos.

Os 3 módulos foram construídos artesanalmente, totalizando 16 aulas: 6 para o 1º ano do EM, 5 para o 2º ano e também 5 para o 3º. 2 textos didáticos e 1 página de site foram elaborados por nossa própria autoria; 2 aplicativos para smartfone, 18 vídeos, 8 simuladores, alguns sites e sequências de exercícios foram utilizados, enfim, uma “trabalheira e tanto”. Com a melhor das intenções: fazer um pouco diferente, inovar dentro da realidade educacional brasileira, motivar e atingir a própria motivação. Esta, sem sombra de dúvida, foi conquistada com muita estudo, suor, dedicação e paciência, buscando aprender e ensinar focado em ser entendido, compartilhando conhecimentos, sonhos e perspectivas com todos partícipes do processo.

Quanto aos objetivos específicos, delimitados especificamente para cada ano do Ensino Médio, com exceção do 1º ano, exclusivamente por razões já apontadas acerca da inviabilidade com o calendário escolar, conforme os apêndices A, B, C, todos foram alcançados. Convém salientar que, embora não seja simples, algumas finalidades transcendem o tempo e o espaço escolar, o que sabemos, porventura, quando algum estudante decidir dedicar sua carreira para áreas afins, pavimentadas pelo conhecimento científico, humanístico e tecnológico inerente à formação escolar.

O trabalho como um todo não foi fácil, exigiu muita leitura, exercício do pensamento crítico, diálogo e introspecção. Além do tempo investido que foi a coroação para o alcance das metas. O diferencial foi querer fazer o melhor mediante daquilo que estava ao nosso alcance e reverenciar a resiliência dos integrantes no processo que sobejamente acreditaram que o produto e sua aplicação culminariam com o êxito. Sucesso, no sentido de incentivar aos discentes e docentes que estudem, batalhem, tenham foco e determinação para cumprir o seu papel e conquistarem seus objetivos. Erros, descuidos, problemas e limitações todos nós educadores, seres humanos, cometemos ou apresentamos, a

questão é estar atento quanto a eles e estabelecermos as ações decorrentes, reveladas na forma de atitudes.

Assim como nossos alunos demandam maior ou menor tempo para conquistarem seus conhecimentos, entre vitórias e derrotas, nós professores devemos nos preocupar com tais pontos e desenvolver a tenacidade para aprender, ensinar com um padrão de qualidade e vivenciar o ensino de Física com orgulho como a profissão que abraçamos, nos dedicamos e revelam parte da nossa essência.

Acreditamos que iniciativas como a da SBF, de oportunizar uma formação de qualidade a todos professores de Física do país, são verdadeiras dádivas que forjam os educadores no “habitat natural” do professor, que é a sala de aula, inculcando-lhes a compreensão acerca de como seus saberes podem e fazem a diferença na qualidade da educação nacional. Pela fato de que rotineiramente constatamos uma fragilidade no processo de alfabetização científica de nossa sociedade, com todas as mazelas da educação formal, ainda compomos uma forte resistência, consciente, atuante e resiliente. Cômnicos de que dar valor ao saber científico e todas as virtudes e potencialidades implícitas, no momento certo, retorna para a educação formal, para nossa querida sala de aula, rompendo paradigmas e correntes acerca da ineficácia da educação pública.

Ter em mente que nossos estudantes refletem nossas crenças, posturas, valores e atitudes, sinaliza para que tomemos ações concretas visando ser referência para a juventude da nossa sociedade contemporânea. Demonstrar, por meio de exemplo e reverenciar a ideia que aqueles que estudam, se dedicam e se comprometem, cedo ou tarde serão agraciados pelas oportunidades da vida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. de. **Ensino de Física: para repensar algumas concepções.** Cad. Cat. Ens. Fís. Florianópolis/SC, v. 9, n. 1, p. 20-26, 1992a.

ALVES, T.R.A. **Ensino de Física de Plasma nos níveis fundamental e médio: uma proposta didática.** 2013. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação - Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro/RJ 2013. Disponível em:

<<https://sites.google.com/view/temasatuaisdacienciaplasmas/p%C3%A1gina-inicial>>. Acesso em: 26 de agosto 2018.

ALVES, T.R.A. **Presença de plasmas na natureza e a blindagem de Debye.** 2017. Disponível em:

<<https://fisicadeplasmasmnpufsc.000webhostapp.com/Presen%C3%A7a%20de%20plasmas%20na%20natureza%20e%20a%20blindagem%20de%20Debye.html>>. Acesso em: 10 de agosto 2018.

AREOSA, V. B. de. M. **A teoria dos campos conceituais de Vernaugd.** 2013. Disponível em:

<<https://sites.google.com/site/pccbioufam/11-projetos-em-ensino-de-biologia/a-teoria-dos-campos-conceituais-de-vergnoud>>. Acesso em: maio de 2018.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology – a cognitive view.** New York: Holt, Rinehart and Winston, 685 p., 1968.

AXT, R., FONSECA, L., FRIES, S.G., THOMAS, G., VEIT, E.A. **O efeito fotoelétrico no segundo grau via microcomputador.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis/SC, v. 4, n. 2, p.114-116, agosto, 1987.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, v.134, n.248, p.27833-41, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, Lei Darcy Ribeiro.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte I.** Brasília, 2000. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: março de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III.** Brasília/DF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: março de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília/DF, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: março de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares Educacionais Nacionais Ensino Médio. Vol. 2.** Brasília/DF, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: março de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base (Ensino Médio).** Brasília/DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: abril de 2018.

CALHEIRO, B.L.; PINO, J.C.D. **O estudo da luz visível no ensino médio a partir do campo conceitual de Vergnaud.** In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis/SC, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2501-1.pdf>>. Acesso em: junho de 2018.

CARVALHO JR., G. D.; AGUIAR JR., O. **Os Campos Conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis/SC, v. 25, n. 2, p. 207-227, ago., 2008.

CUSTÓDIO, J.F.; JUNIOR, M.F.R. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud: considerações para propostas de inserção da física moderna no ensino médio.** In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru/SP, 2003. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/painel/PNL043.pdf>>. Acesso em: junho de 2018.

FIRMINO, T. **A sopa de matéria primordial.** 2000. Disponível em: <<https://www.publico.pt/2000/02/10/jornal/a-sopa-de-materia-primordial-139821>>. Acesso em: 07 de junho de 2018.

LIMA, J. de; PACHECO, M. H.; ZANELLA, M. S. **Ensino de Física mediado pela Teoria dos Campos Conceituais: um estudo teórico.** In: II Colóquio Internacional sobre a Teoria dos Campos Conceituais. Porto Alegre/RS, 2017. Disponível em: <<https://www.geempa.com.br/wp-content/uploads/2017/08/O-ensino-de-F%C3%ADsica-mediado-pela-Teoria-dos-Campos-Conceituais-um-estudo-te%C3%B3rico.pdf>>. Acesso em: maio de 2018.

MENESES, L.C. **Uma Física para o Novo Ensino Médio.** Física na Escola, São Paulo/SP, v. 1, n.1, p.7, out., 2000.

MOREIRA, M. A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud: o ensino de ciências e a pesquisa nesta área.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre/RS, v. 7, n.1, p. 7 – 29, 2002.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, Porto Alegre/RS, v. 1, n. 2, p.43-63, 2011.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre/RS, v. 5, n. 1, p. 23-48, maio, 2000.

OSTERMANN, F. **Partículas elementares e interações fundamentais.** Texto de apoio ao professor de Física - Instituto de Física - UFRGS, Porto Alegre/RS, v.12, 2001.

PACHECO, D. **Flutuações quânticas auxiliam cientistas na investigação da matéria.** 2016. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/flutuacoes-quanticas-auxiliam-cientistas-na-investigacao-da-materia/>> Acesso em: Acesso em: 07 de junho de 2018.

PEREIRA, M. M. **LHC: o que é, para que serve e como funciona?** Física na Escola, São Paulo/SP, v. 12, n.1, p. 37-41, 2011.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. **É possível levar a física quântica para o ensino médio?** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis/SC, v. 16, n. 1, p.7-34, abril, 1999.

RE, R. L. de. **Física de partículas na escola: um jogo educacional.** 2016. 203 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2016.

REZENDE JR, M. F. **Fenômenos e a introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.** 2001. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2001.

RICCI, T.F. **Teoria da relatividade especial: física para secundaristas.** Texto de apoio ao professor de Física - Instituto de Física - UFRGS, Porto Alegre/RS, v.11 2000.

SCHROEDER, C.W. **Indo além das três fases da matéria.** 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2016.

SHELLARD, R.C. 2006. **Como funcionam e para que servem os aceleradores de partículas?** 2006. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/artigo/como-funcionam-e-para-que-servem-os-aceleradores-de-particulas/>>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

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

TONELLI, L.G. **Uma proposta para a introdução dos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria no Ensino Médio.** Texto de apoio ao professor de Física - Instituto de Física - UFRGS, Porto Alegre/RS, v.25, n.2, 2014.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Educação e Pesquisa. Revista da Faculdade de Educação da USP, São Paulo/SP, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VALADARES, E. de. C. MOREIRA, A. M. **Ensinando Física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis/SC, v. 15, n. 2, p. 121-135, jan., 1998.

VENCESLAU, G. M. **Física de plasma no ensino médio.** 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2015.

VERGNAUD, G. **La théorie des champs conceptuels.** Recherches en Didactique des Mathématiques, v. 10, n. 23, p.133-170, 1990.

VERGNAUD, G. **A comprehensive theory of representation for Mathematics Education.** Journal of Mathematical Behavior, v. 2, n. 17, p. 167-181, 1998.

ZIEBELL, L.F. **O quarto estado da matéria.** Texto de apoio ao professor de Física - Instituto de Física - UFRGS, Porto Alegre/RS, v.15, 2004.

APÊNDICE A – Módulo didático para o 1º ano do EM

O módulo didático destinado ao 1º ano do EM consiste em seis aulas no âmbito da Física de Aceleradores. O objetivo básico é fazer com que o estudante perceba a ação dos campos sobre as partículas. Neste sentido cada aula provê uma abordagem pautada pela discussão de fenômenos e conceitos em uma perspectiva motivacional. Visamos alimentar a motivação e a curiosidade tanto do estudante como do professor. Os recursos didáticos propostos carregam a pretensão de inovar em sala de aula e dependem essencialmente da disponibilidade de, ao menos, um computador com acesso à internet e projetor multimídia. As aulas, apresentadas sob a forma de roteiros didáticos, são as seguintes:

- 1. Interação Gravitacional**
- 2. Interação Eletromagnética**
- 3. Interação Fraca e Nuclear Forte**
- 4. Neutrinos**
- 5. Noções de Física de Aceleradores**
- 6. O Plasma de Quarks e Glúons**

O aporte dos documentos oficiais brasileiros, encontrados nas competências e habilidades para cada aula, tenciona instigar o professor acerca de possíveis reflexões e ações de natureza pedagógica importantes no processo de ensino e aprendizagem.

Roteiro A-1

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “Interação Gravitacional”

Objetivo geral: Evidenciar que as forças comumente estudadas na Mecânica são manifestações das Interações Fundamentais da Natureza, enfatizando a Força Gravitacional.

Objetivos específicos:

- Sondar os conhecimentos prévios dos alunos questionando-os sobre o que sabem a respeito da Gravidade.
- Instigar a curiosidade dos educandos acerca de questões mais profundas no âmbito do estudo da Gravitação.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN):

- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas. (PCN)
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas. (PCN)

Conteúdo Físico:

- Força peso;
- Campo gravitacional;
- Leis de Newton; e
- Lei da Gravitação Universal.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf sobre a *Interação Gravitacional*.
- Vídeo: **Como nascem as estrelas?**
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Discussão sobre o que é a gravidade (15 min).
- Dinâmica 1: Eventuais estudos anteriores sobre a queda dos corpos são abordados pelo professor, da mesma forma que aspectos curiosos sobre o assunto em lide, tais como: o paraquedismo, as quedas e saltos em desenhos animados e filmes, os movimentos dos gatos, a influência da massa no tempo de queda, etc. As respostas intuitivas podem ser anotadas na lousa.
- Momento 2: Apresentação em pdf (15 min).
- Dinâmica 2: O significado do termo do “Interação” é alvo de questionamento junto à turma. O professor pode discorrer sobre algumas cenas do primeiro filme da trilogia “Matrix” ao início da sua apresentação. Explica o alcance universal da Gravitação, apresenta a Gravitação Clássica Newtoniana e sua aplicabilidade para baixas velocidades e fracos campos gravitacionais.
- Momento 3: Vídeo (5 min) e discussão (10 min).
- Dinâmica 3: Comentários sobre o ciclo de vida das estrelas, formação de galáxias e buracos negros, bem como elementos da Teoria da Relatividade Geral são pontos interessantes posteriormente ao vídeo para encerrar esta primeira aula.

Referência: ROTEIRO A-1

1. Vídeo: **Como nascem as estrelas?** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-GkY-9dWJI&t=22s>

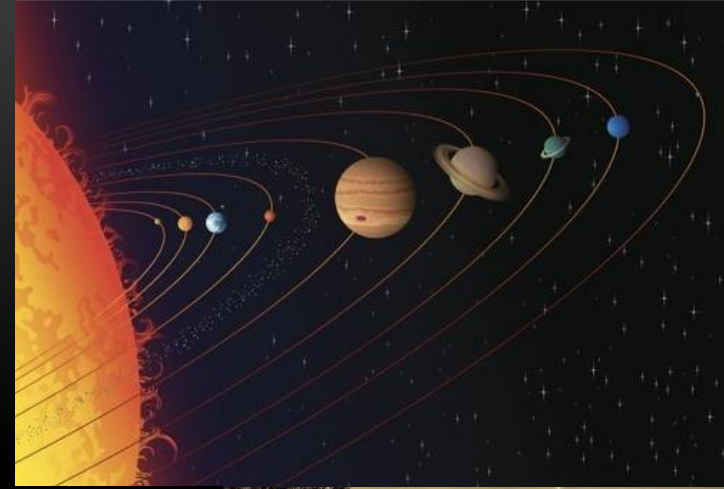


FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 1º ANO EM



GRAVIDADE

É só uma teoria...



INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS DA NATUREZA

O que são interações? Como a matéria presente no universo se organiza, microscopicamente e macroscopicamente?



INTERAÇÕES

Na Física o termo interação tem o mesmo significado de força, só que em um contexto mais amplo, relacionando dois objetos físicos presentes no mundo natural. As interações permitem estudar tanto o universo macroscópico quanto o subatômico.

Que tipo de fenômenos as interações fundamentais investigam? Para responder a esta pergunta, façamos um recorte inicial.

Vejam alguns destes fenômenos...

- Queda dos corpos sobre a superfície da Terra
- Movimento dos corpos celestes
- Formação de estrelas e planetas



Interação Gravitacional

LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL DE NEWTON

“Durante esse ano (1665), comecei a estender a ideia de gravidade à órbita da Lua e fiz uma comparação entre a força que era necessária para manter esse astro na órbita e as forças de gravidade que agiam na superfície da Terra. [...] Deduzi que as forças que mantêm os planetas em suas órbitas estão na razão recíproca dos quadrados das distâncias aos centros do qual orbitam; e assim, comparei a força necessária para manter a Lua na sua órbita com a força da gravidade na superfície da Terra; e verifiquei que as duas respostas são quase iguais”.

Isaac Newton

http://www.cpenelopefournier.com/index2_ficheiros/Page370.htm

F - força entre as massas

G - constante gravitacional

$6.673 \times 10^{-11} \text{ N (m/kg)}^2$

m - massa da Lua

M - massa da Terra

r - distância entre os centros de massa

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$



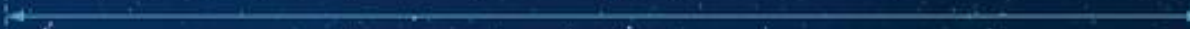
FORÇA LUA-TERRA

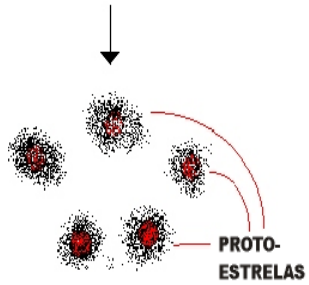
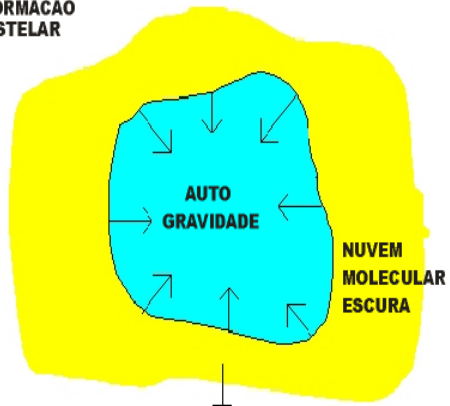
FORÇA TERRA-LUA

F = Força Lua-Terra = Força Terra-Lua



r





VÍDEO: O NASCIMENTO DE UMA ESTRELA

É importante observar que nesse momento nossa Física trata da Gravitação em uma abordagem clássica, com base na Mecânica Newtoniana, a qual trata os movimentos em baixas velocidades (não-relativísticas). As ideias básicas são as seguintes:

- A força de atração gravitacional é sempre atrativa;
- “Massa atrai massa”;
- A intensidade da força gravitacional se manifesta de acordo com a 3ª lei de Newton (Lei da Ação e Reação);
- O valor da força gravitacional diminui com o inverso do quadrado da distância entre duas massas que se atraem mutuamente;
- Existe um importante conceito para explicar a gravitação que é o *campo gravitacional*. Podemos conhecer a sua intensidade dele de acordo com a massa do corpo e a distância até o seu centro. Ele é uma grandeza vetorial e aponta radialmente para dentro.
- Para velocidade relativísticas (próximas a velocidade da luz) e fortes campos gravitacionais o tratamento da Gravitação é via Teoria da Relatividade – Albert Einstein.

Roteiro A-2

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “Interação Eletromagnética”

Objetivo geral: Consolidar a ideia de que as forças típicas da Mecânica são manifestações macroscópicas das Interações Fundamentais da Natureza, especificamente da Força Eletromagnética.

Objetivos específicos:

- Relacionar conhecimentos básicos da estrutura da matéria, com o domínio da Interação Eletromagnética.
- Explicar o Princípio da Superposição.
- Comparar o Campo Gravitacional com o Campo Eletromagnético.
- Evidenciar alguns fenômenos e tecnologias no domínio do Eletromagnetismo.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN):

- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas. (PCN)
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos. (PCN)

Conteúdo Físico:

- Carga elétrica, elétrons e prótons;
- Átomos e moléculas;
- Fótons e a dualidade onda-partícula;
- Campo eletromagnético e Radiação eletromagnética.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf sobre a *Interação Eletromagnética*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Discussão sobre fenômenos e artefatos tecnológicos vinculados ao Eletromagnetismo (10 min).
- Dinâmica 1: O professor inicia a aula indagando se seria possível relacionar os conteúdos típicos da Química, relativos à estrutura atômica da matéria com fenômenos e equipamentos eletromagnéticos. Para tal, levanta os conhecimentos prévios dos alunos, registrando na lousa e listando sistemas físicos no âmbito do assunto em pauta, indicados pelos estudantes.
- Momento 2: Apresentação em pdf (30 min).
- Dinâmica 2: O conceito de carga elétrica pode ser apresentado seguindo os slides, dirigindo a ênfase para a Tabela Periódica, seguida da ideia do fóton nas transições eletrônicas, mencionando elementos da natureza da luz. Subsequentemente apresenta-se o Princípio da Superposição e os aspectos físicos da Lei de Coulomb. Comparamos o Campo Gravitacional com o Campo Elétrico, comentando sobre o Campo Magnético e passando a abordar a interação das partículas do vento solar com o campo da magnetosfera terrestre. Explicamos a importância de entender a ação dos campos sobre as partículas. Exemplos de tecnologias que se valem da eletricidade, magnetismo e radiação eletromagnética podem ser destacados com o pdf, citando que muitos objetos físicos são interligados no mesmo quadro geral.
- Momento 3: Discussão (5 min).
- Dinâmica 3: Debate sobre as forças típicas da Mecânica: Normal, Tensão, Força Elástica e Forças de Atrito como manifestações macroscópicas de fenômenos no domínio atômico da Interação Eletromagnética. Em seguida concluímos com comentários acerca das regras que governam o universo

subatômico as quais são distintas da Mecânica Clássica de objetos macroscópicos, exigindo outros conhecimentos físicos devido a natureza quântica dos fenômenos em nível atômico e subatômico.



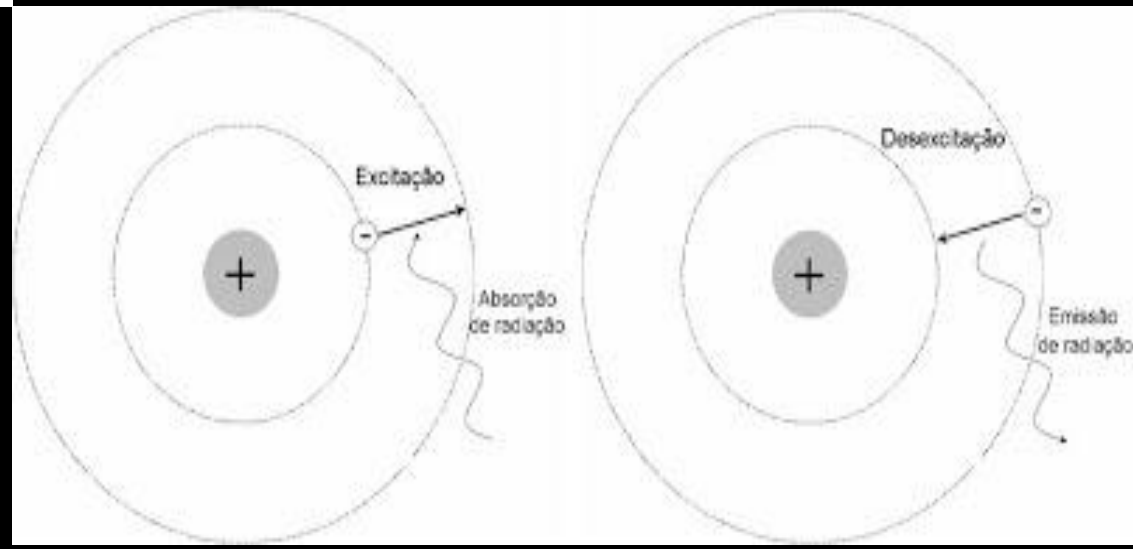
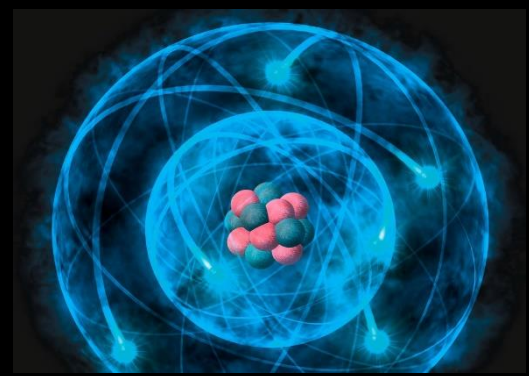
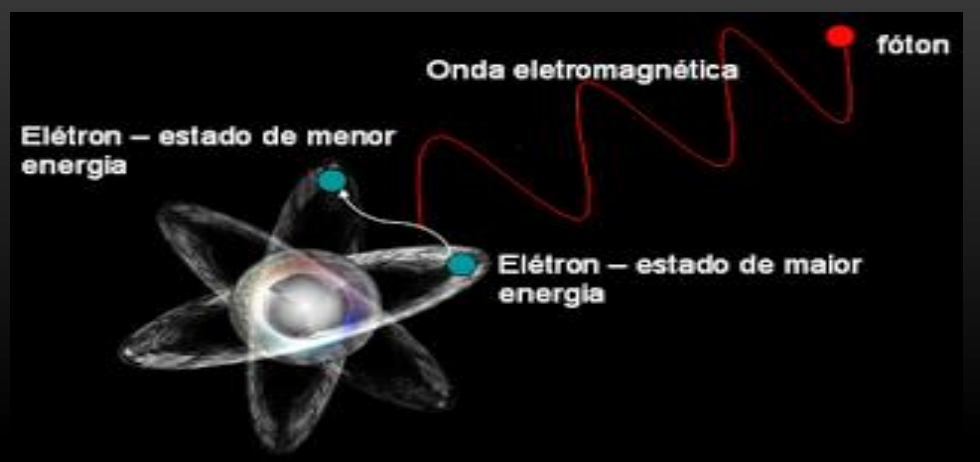
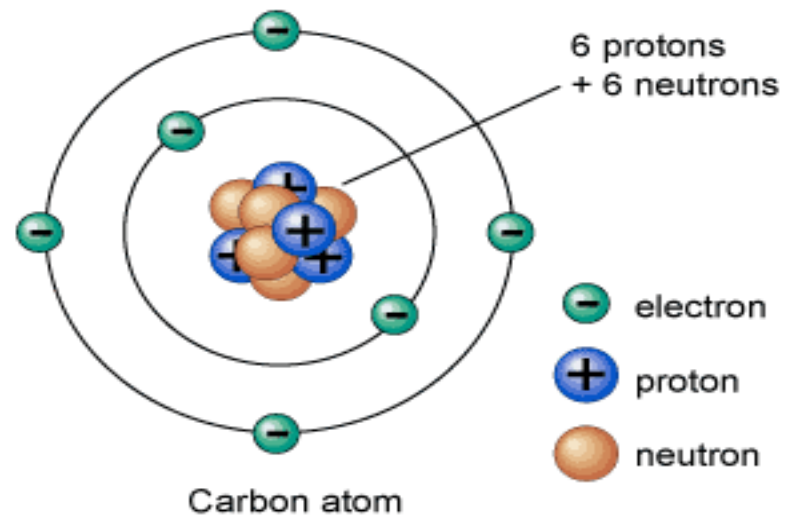
FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 1º ANO EM



INTERAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Para captar a ideia geral a respeito desta força é importante conhecer o que é carga elétrica.

- ✓ Carga elétrica é uma propriedade fundamental da matéria, tal como a massa;
- ✓ Existe em Física Clássica uma quantidade chamada “Carga elétrica elementar”, que é carregada pelo elétron e a partir dela é possível quantificar todas medidas de carga; Obs.: Na FMC os quarks portam $1/3$ da carga elétrica elementar.
- ✓ Na natureza existem cargas elétricas de 2 tipos: positivas e negativas;
- ✓ Há força de atração entre cargas elétricas de sinais opostos e repulsão entre cargas elétricas de mesmo sinal;
- ✓ Os elementos químicos da Tabela Periódica são organizados em função de propriedades, tais como o número atômico que diz qual o número de portadores de carga positiva - prótons - no núcleo. (Em átomos neutros, este n° corresponde ao n° de elétrons);
- ✓ Existe uma “partícula de luz” que carrega energia e momento chamada Fóton. Esta partícula apresenta um caráter dual, quer dizer, comporta-se como onda ou como partícula;
- ✓ ***O princípio da superposição é válido para todas interações da natureza:***



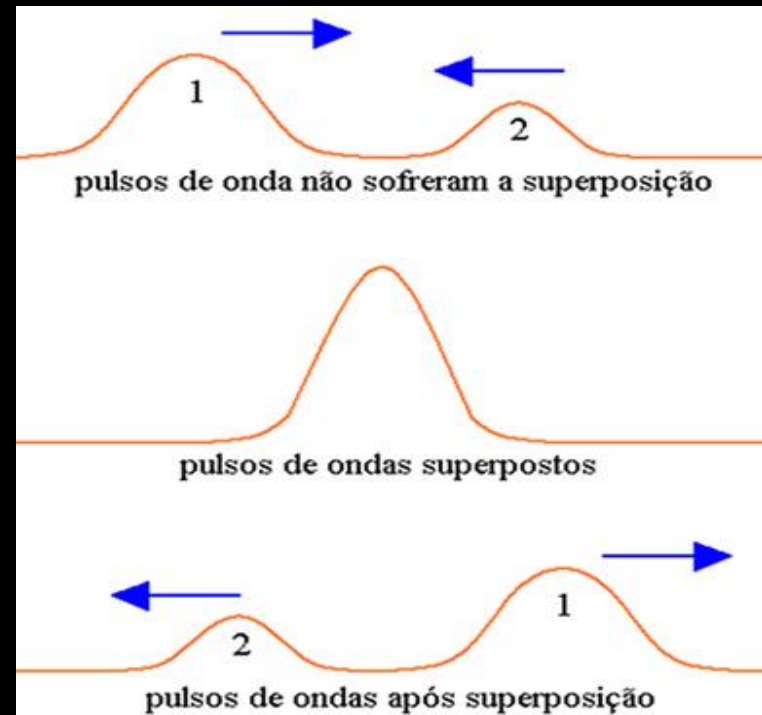
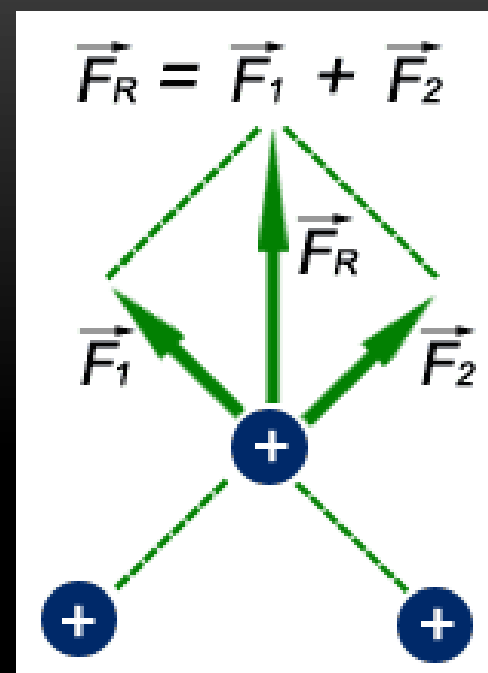
Distintas representações da realidade!

Força – Princípio da Superposição (I)

- O efeito produzido sobre o movimento de um corpo por um número qualquer de forças é o mesmo efeito produzido por uma **força única igual à soma vetorial de todas as forças**.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \sum \vec{F}$$

25



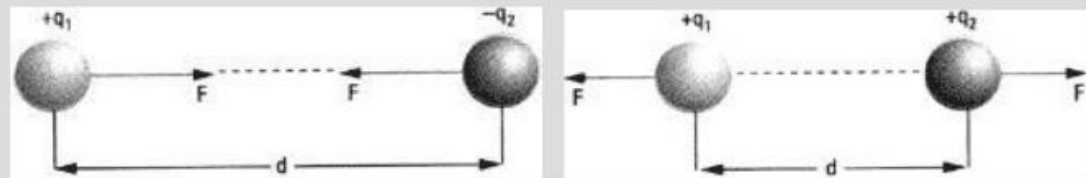
Lei de Coulomb (I)

- A Lei de Coulomb foi formulada e publicada pela primeira vez em 1783 pelo físico francês **Charles Augustin de Coulomb**.
- Charles Augustin de Coulomb (Angoulême, 14 de junho de 1736 — Paris, 23 de agosto de 1806) foi um físico francês.
- Engenheiro de formação, atuou principalmente como físico. Publicou 7 tratados sobre eletricidade e magnetismo, e outros sobre torção, atrito entre sólidos, etc.



FORÇA ELETROSTÁTICA (COULOMBIANA)

Força Elétrica

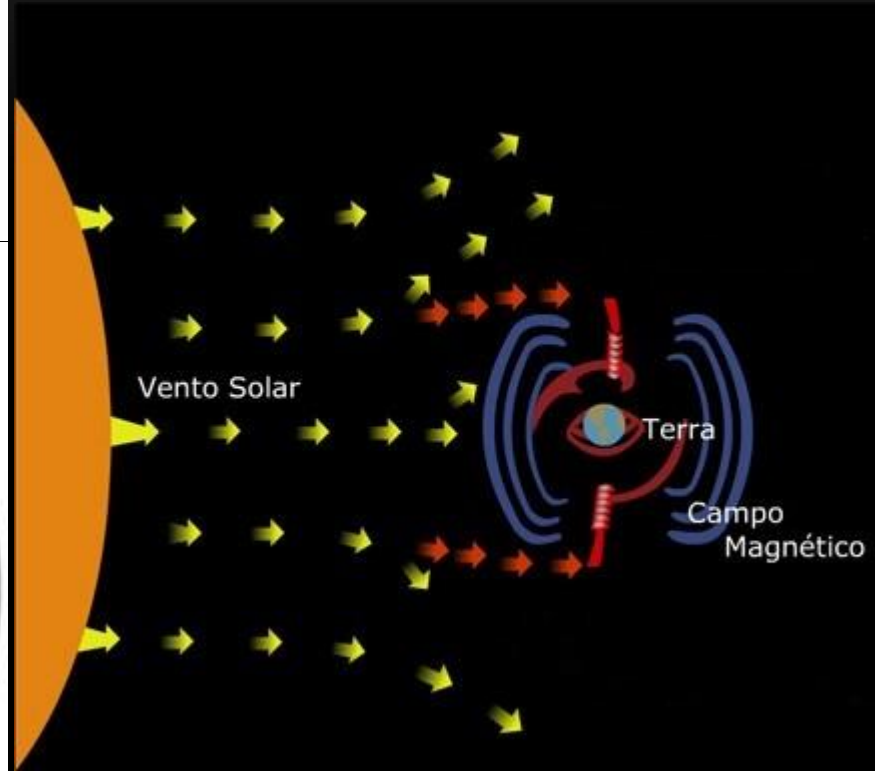
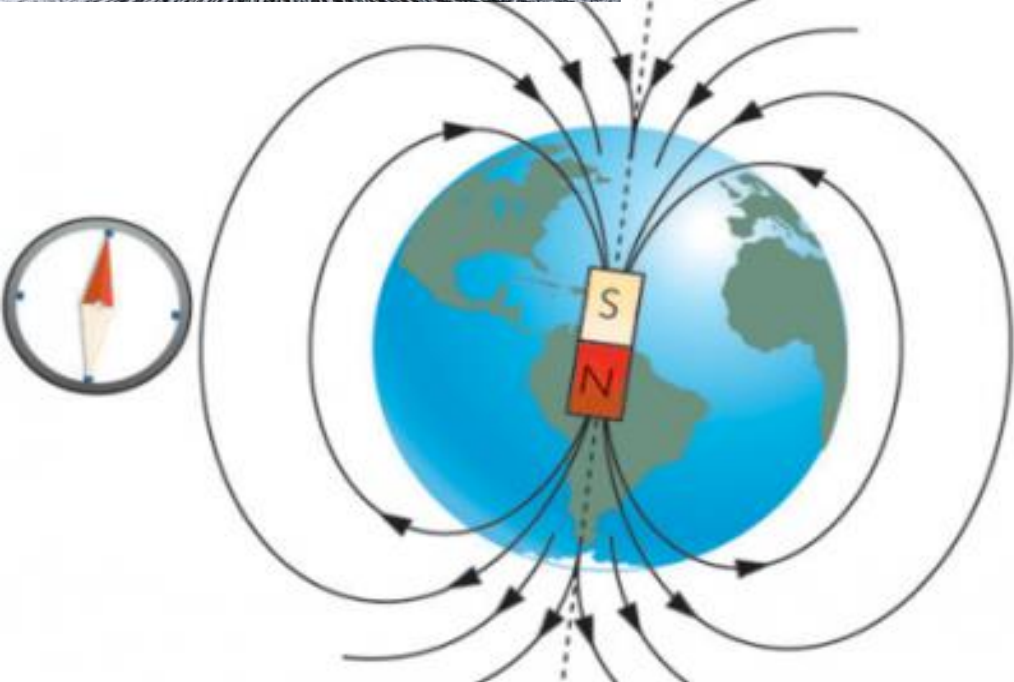


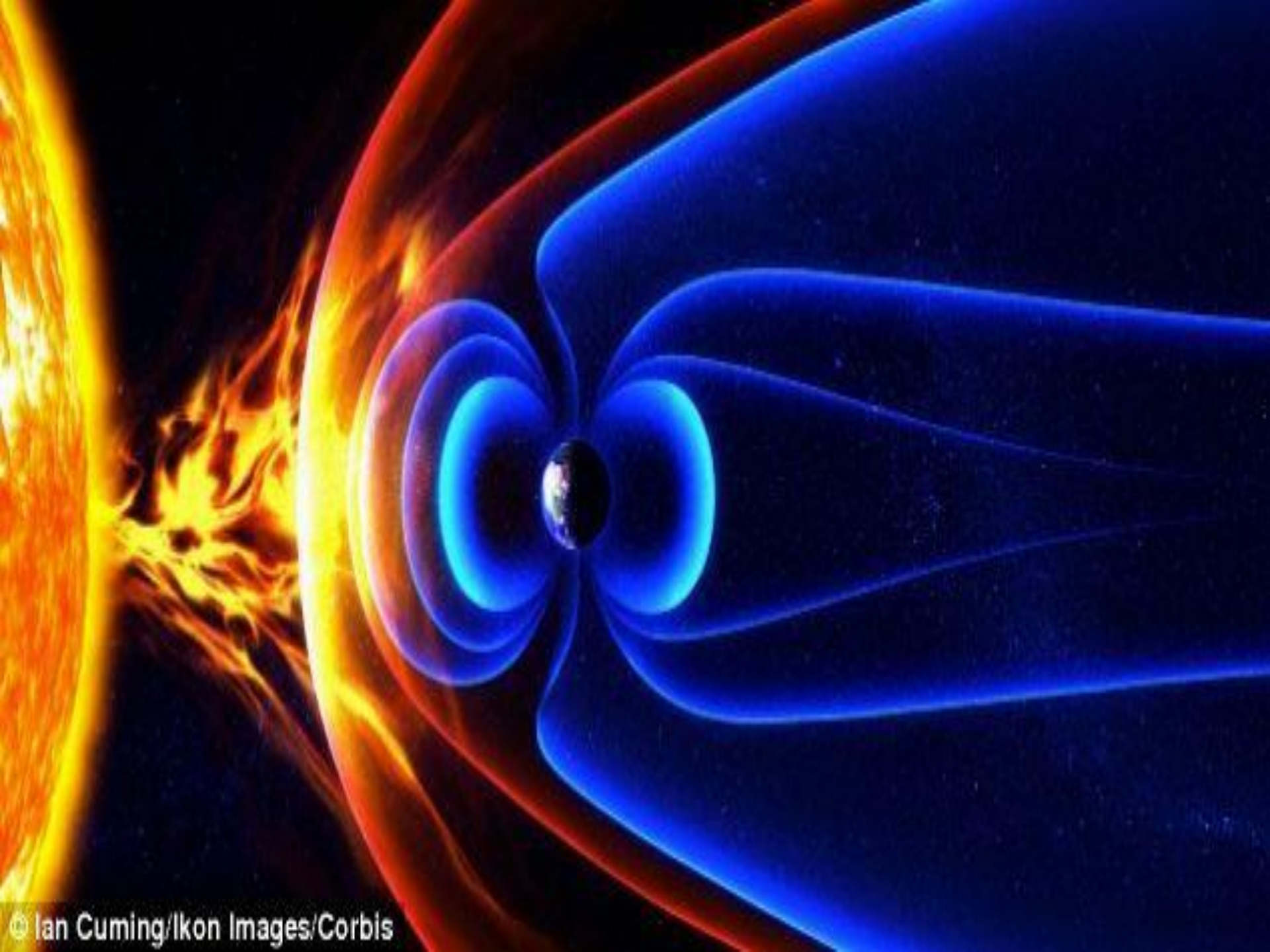
$$F = k \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

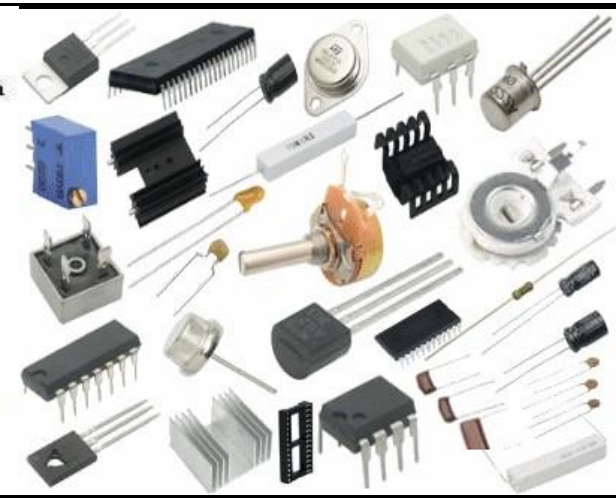
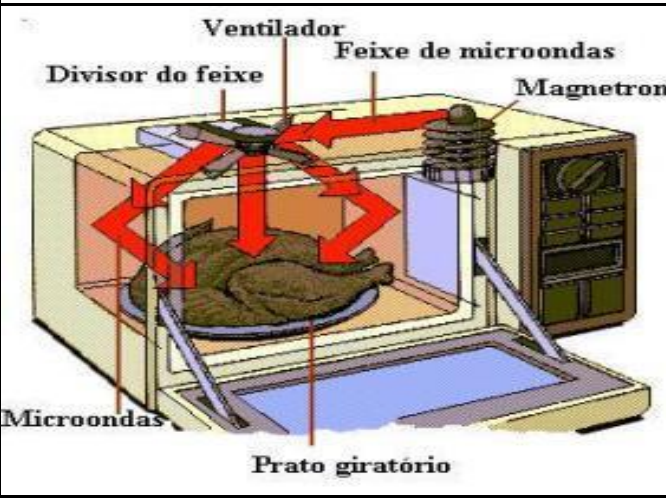
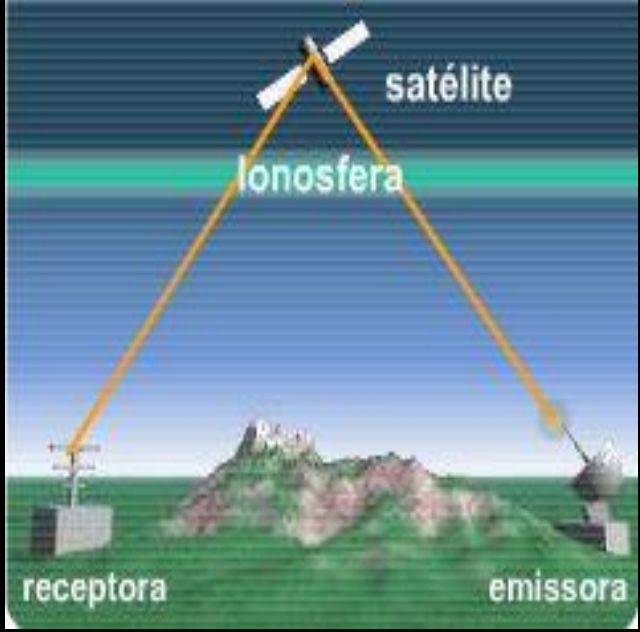
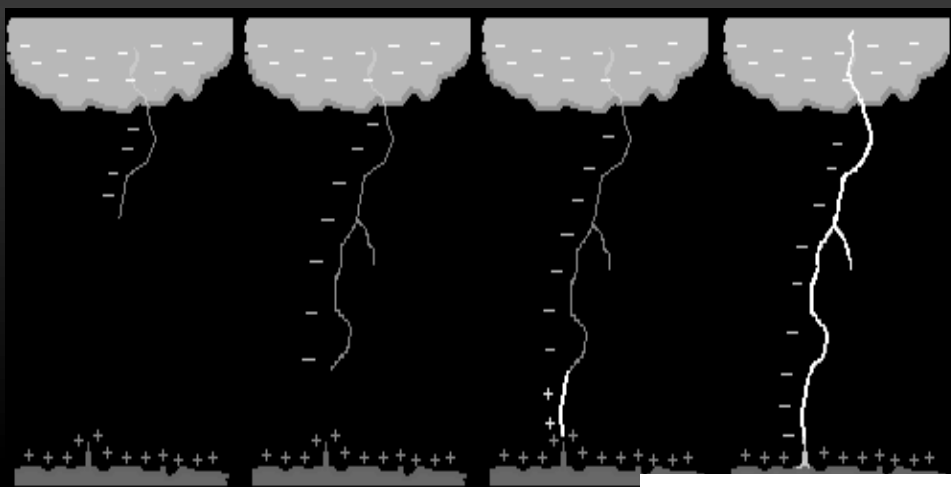
Observemos :

- As forças trocadas de repulsão ou atração obedecem a 3ª lei de Newton;
- O módulo da Força Eletrostática, tal qual a Força Gravitacional, também decai com o inverso do quadrado da distância!

FENÔMENOS ELETROMAGNÉTICOS & TECNOLOGIA







Podemos observar que existem inúmeros fenômenos eletromagnéticos em infinidade de situações que incluem os domínios atômico ou o macroscópico. Alguns dos conceitos presentes são:

- ❖ Fótons e níveis de energia;
- ❖ Carga elétrica;
- ❖ Força elétrica e Campo elétrico;
- ❖ Força magnética e Campo magnético;

E alguns dos fenômenos e sistemas que podemos observar, constituindo exemplos de objetos de estudo da Ciência & da Tecnologia, são:

- ❑ Organização dos elementos químicos da Tabela periódica;
- ❑ Interação entre elétrons e prótons nos Modelos Atômicos ;
- ❑ Aparatos tecnológicos eletrônicos e eletromagnéticos;
- ❑ Natureza da luz;
- ❑ Descargas elétricas;
- ❑ Magnetismo terrestre;
- ❑ O Sol.

Roteiro A-3

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “Interação Fraca e Nuclear Forte”

Objetivo geral: Constituir um panorama introdutório sobre as Interações Fundamentais da Natureza, buscando contribuir para a curiosidade e motivação dos estudantes, enfatizando as forças de curtíssimo alcance entre os constituintes elementares da matéria.

Objetivos específicos:

- Levantar os saberes espontâneos dos estudantes relativos à Energia Nuclear.
- Introduzir aspectos conceituais do Decaimento Beta.
- Iniciar a construção de um campo conceitual na área de Física de Plasmas.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN):

- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar. (PCN)
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia. (PCN)
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados. (PCN)

Conteúdo Físico:

- Prótons e nêutrons;
- Quarks e glúons;
- Decaimento Beta; e
- Energia Nuclear

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf sobre a *Interação Fraca e a Nuclear Forte*.
- Vídeo: *As forças que governam o universo*.
- *Exercícios sobre as 4 Interações Fundamentais da Natureza*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Vídeo e discussão (20 min).
- Dinâmica 1: Inicialmente perguntamos o que os alunos sabem a respeito da Energia Nuclear. Em seguida inicia-se a execução do vídeo.
- Momento 2: Apresentação em pdf (15 min).
- Dinâmica 2: Com base na apresentação, primeiramente tratamos a Interação Fraca explicando o Decaimento Beta e a importância de algo que será estudado nas próximas aulas, com referência à Conservação da Quantidade de Movimento linear. Logo após, abordamos a Interação Nuclear Forte buscando a coadunação das quatro interações, destacando os últimos slides como resumo do assunto estudado nestas aulas.
- Momento 3: Atividade (10 min).
- Dinâmica 3: Propomos a realização de exercícios sobre o assunto em voga, com o objetivo de utilizar os saberes científicos recentemente estudados sobre as Interações Fundamentais da Natureza, ressaltando a importância de pôr em prática tais conhecimentos.

Referências: ROTEIRO A-3

1. Vídeo: *As forças que governam o universo*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=tY4UH5_Lof0



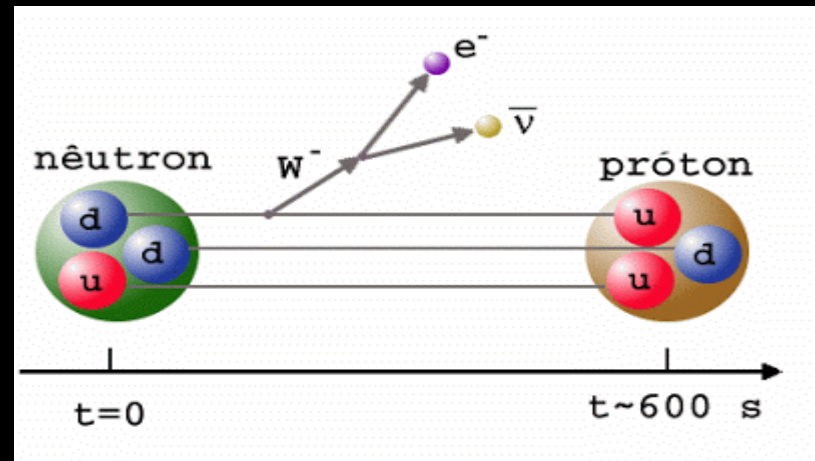
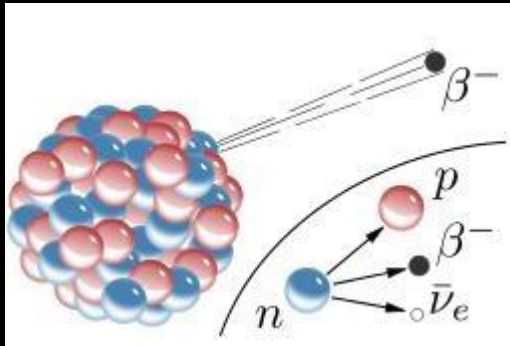
FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 1º ANO EM

VÍDEO: AS FORÇAS QUE GOVERNAM O UNIVERSO.

- https://www.youtube.com/watch?v=tY4UH5_Lof0

INTERAÇÃO FRACA

- As forças fracas são aquelas que explicam os processos de decaimento radiativo, tais como o decaimento beta, o decaimento do pión, do múon e de várias partículas outras partículas.
- Todos núcleos que possuem mais do que 82 prótons são instáveis. Neste ambiente instável têm lugar emissões alfa e beta. A força responsável pela emissão beta é chamada de *interação fraca*: ela atua sobre léptons bem como sobre o núcleons.



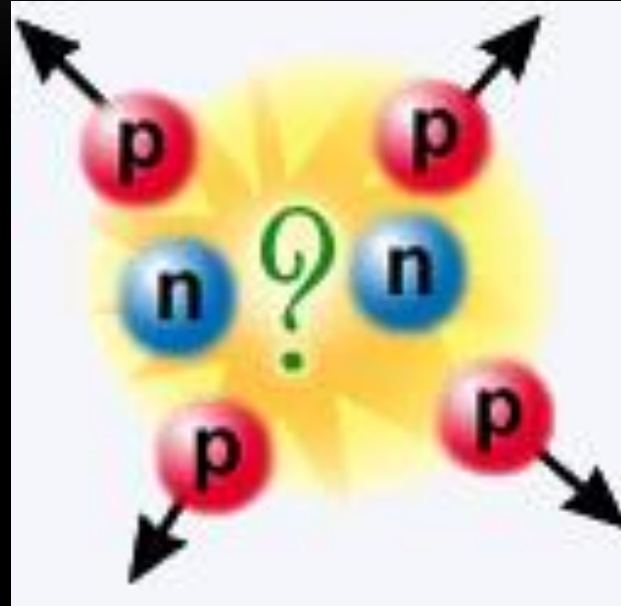
INTERAÇÃO FRACA (W e Z)



- ❖ Sem a interação fraca, o sol não brilharia...
- ❖ A interação fraca causa o decaimento beta, uma forma de radioatividade que ativa a fusão nuclear no coração do sol. É intermediada pelos bósons carregados W^+ , W^- e bóson neutro Z^0 . Essa interação é de curtíssimo alcance, agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico, sendo 10.000 vezes mais fraca que a interação eletromagnética. Ela afeta tanto léptons quanto quarks e é responsável pelo decaimento beta, que se caracteriza pela transformação de um nêutron em um próton, emitindo um elétron e seu antineutrino. Essa interação também desempenha importante papel na geração da energia das estrelas e do sol.



DEVIDO A REPULSÃO ELÉTRICA, POR QUE OS PRÓTONS NÃO SE REPELEM ESTILHAÇANDO O NÚCLEO ATÓMICO?

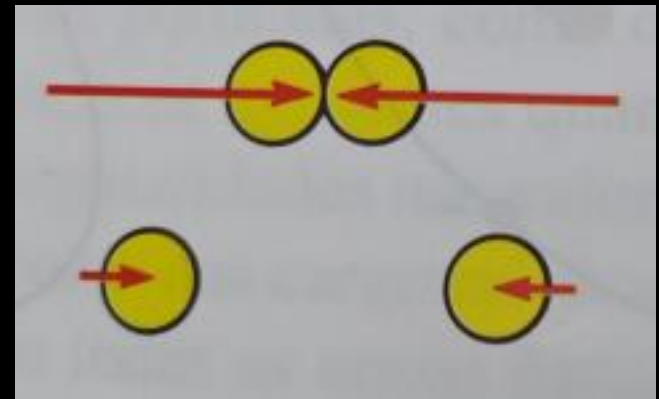
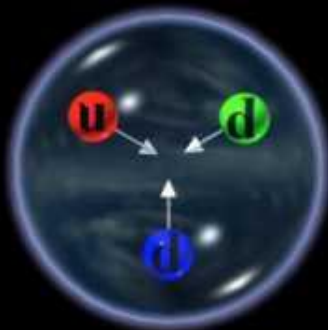


Interação Forte!



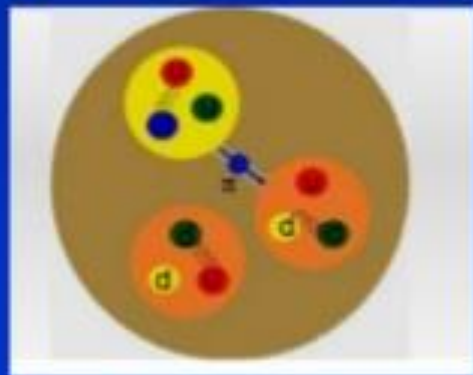
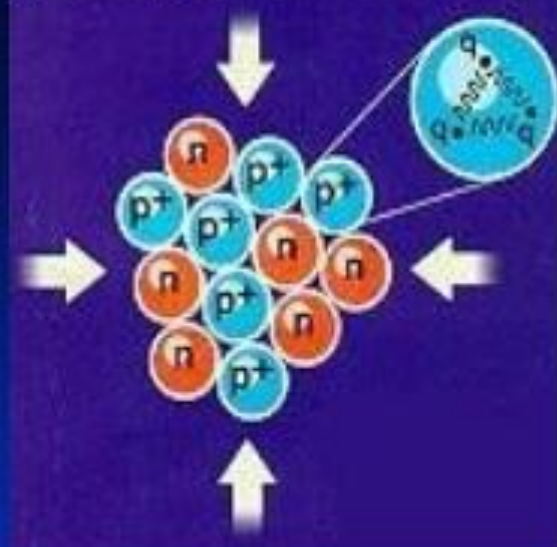
Proton

Neutron



A FORÇA NUCLEAR FORTE

(c) strong nuclear interaction



A força nuclear forte une prótons e nêutrons para formar um núcleo atômico e proíbe a repulsão entre prótons, carregados positivamente, evitando assim a sua dispersão.

A interação nuclear forte entre prótons e neutrons acredita-se que seja um vestígio de uma outra força forte básica que une os **quarks** em grupos de três para fazer prótons e nêutrons.

Por causa da força forte unir as partículas nucleares com tanta coesão, dá-se uma libertação de quantidades enormes de energia quando núcleos leves são fundidos (**reação de fusão nuclear**) ou quando núcleos pesados são desfeitos (**reação de fissão nuclear**).

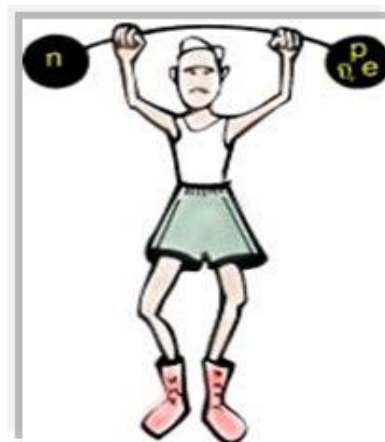
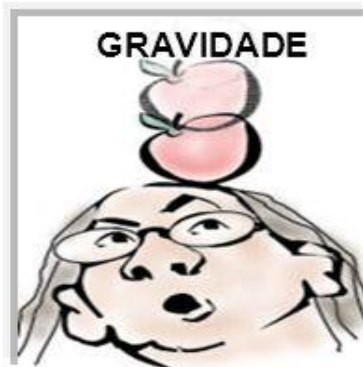
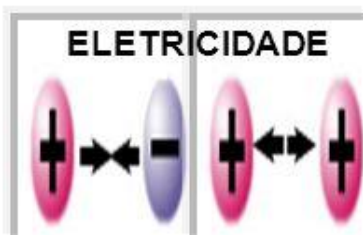
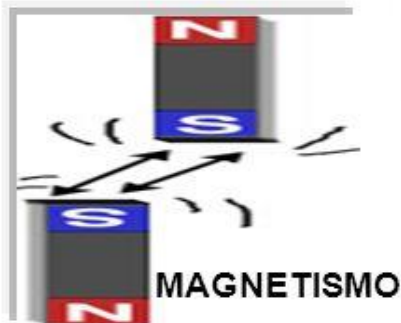
A interação da força nuclear forte é a fonte básica das quantidades vastas de energia que são libertadas pelas reações nucleares que alimentam as estrelas.

ALCANCE DAS INTERAÇÕES

| Força (ou interação) | Intensidade relativa | Principal teoria em que é estudada | Partícula mediadora | Raio de ação (m) |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|------------------|
| Nuclear forte | 10^{38} | Cromodinâmica quântica | Glúon | 10^{-15} |
| Eletromagnética | 10^{36} | Eletrodinâmica | Fóton | "infinito" |
| Nuclear fraca | 10^{25} | Flavordinâmica | Bóson | 10^{-18} |
| Gravitacional | 1 | Geometrodinâmica | Gráviton | "infinito" |

CONCLUINDO...

INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS DA NATUREZA



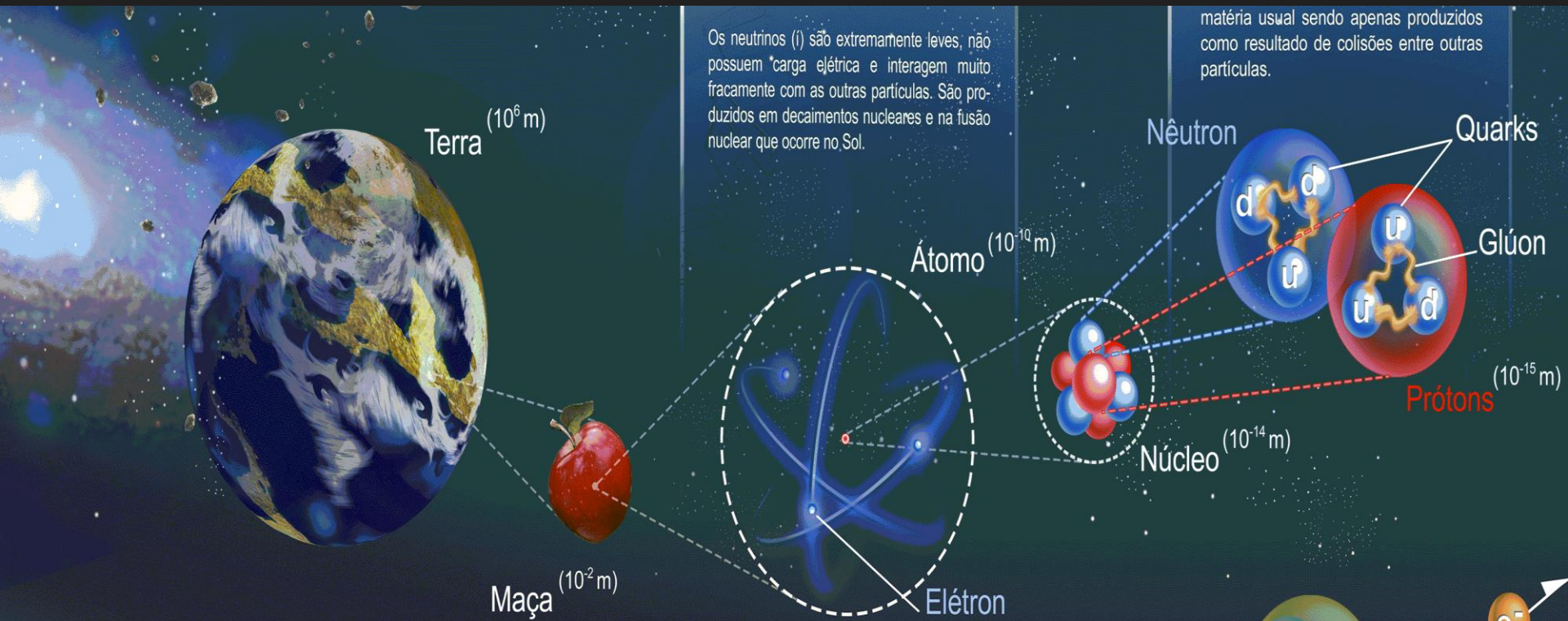
RESPONSÁVEL PELO DECAIMENTO



RESPONSÁVEL PELA ESTABILIDADE DO NÚCLEO ATÔMICO



HORA DE PRATICAR!



Os neutrinos (ν) são extremamente leves, não possuem carga elétrica e interagem muito fracamente com as outras partículas. São produzidos em decaimentos nucleares e na fusão nuclear que ocorre no Sol.

matéria usual sendo apenas produzidos como resultado de colisões entre outras partículas.

Anti-partículas:

Toda partícula possui sua anti-partícula com mesma massa e spin, mas com carga elétrica oposta. As anti-partículas são denotadas com uma barra sobre seu símbolo ou pela troca da carga (?). A matéria formada por anti-partículas é chamada de anti-matéria.

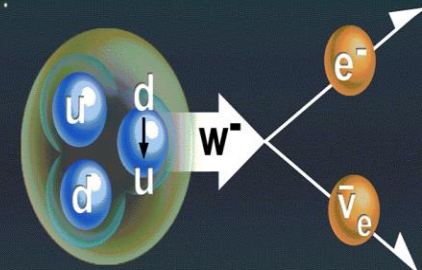
Interações Eletromagnéticas (γ)

Interações Fortes (g)

O glúon (g) desempenha para a interação forte um papel semelhante ao dos fótons para a interação eletromagnética. Eles são trocados entre partículas que possuem "cargas de cor" como os quarks. As três "cores" são as "cargas fortes" equivalentes às cargas elétricas positiva e negativa. A interação forte é 100

Interações Fracas (W e Z):

A interação fraca é intermediada pelos bósons carregados W^+ e W^- e pelo bóson neutro Z^0 . A interação fraca é de curtíssimo alcance, agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico e é 10.000 mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca afeta tanto léptons



Gravitacional:

A força gravitacional atua sobre todas as partículas. No entanto, no mundo subatômico, ela não tem nenhuma importância já que ela é

Roteiro A-4

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “Neutrinos”

Objetivo geral: Tratar a Conservação da Quantidade de Movimento Linear no Decaimento Beta estabelecendo um panorama para o conhecimento básico sobre os neutrinos.

Objetivos específicos:

- Enfatizar a utilidade da linguagem matemática para tratar objetos físicos.
- Estimular a curiosidade e a motivação dos educandos trazendo elementos da Física Moderna e Contemporânea.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN) & Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+):

- 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. (PCN)
- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Quantidade de Movimento Linear (Momentum);
- Princípio de Conservação da Quantidade de Movimento Linear;
- Interação Fraca;
- Decaimento Beta; e
- Neutrinos.

Recursos instrucionais:

- Vídeo 1: *Por que os neutrinos são importantes?*
- Imagem ilustrativa do livro didático de Ensino Médio “Física 1”: *Quantidade de Movimento*.
- Texto didático (pag. 22 e 23 do “Textos de Apoio ao Professor de Física N° 12, 2001: Partículas Elementares e Interações Fundamentais”): *Conservação do Momentum e os neutrinos*.
- Vídeo 2: *O que são neutrinos?*
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Vídeo 1 (5 min).
- Dinâmica 1: Recapitulamos a Interação Fraca. Logo após, iniciamos a execução do vídeo 1.
- Momento 2: Leitura e discussão da imagem ilustrativa do livro didático concernente à Conservação da Quantidade de Movimento Linear (10 min).
- Dinâmica 2: O professor lê o texto da imagem supracitada em conjunto com os alunos e formaliza o conceito de Quantidade de Movimento Linear e seu Princípio de Conservação.
- Momento 3: Leitura e explicação do texto didático (10 min).
- Dinâmica 3: Podemos distribuir cópias do texto didático sobre a Conservação do momentum e os neutrinos, utilizando também a projeção do arquivo em pdf em questão, para desafiar os educandos a relacionarem as ideias subjacentes à descoberta dos neutrinos com o princípio recém estudado.
- Momento 4: Discussão e Vídeo 2 (20 min).
- Dinâmica 4: Concluimos destacando a importância do estudo dos Princípios de Conservação na Física como um todo, especialmente para a descoberta dos neutrinos e em sequência finalizamos a aula apresentando vídeo 2.

Referência: ROTEIRO A-4

1. Vídeo 1: *Por que os neutrinos são importantes?* Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nkydJXigkRE&t=1s>
2. Texto didático (pag. 22 e 23 do “Textos de Apoio ao Professor de Física Nº 12, 2001: Partículas Elementares e Interações Fundamentais”): *Conservação do Momentum e os neutrinos*. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n12_ostermann.pdf
3. Vídeo 2: *O que são neutrinos?* Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=eQ2708PA_fm&t=10s

Anexo I - Roteiro A-4

CAPÍTULO 8

Quantidade de movimento

No filme *Armageddon* (Estados Unidos, 1998, dirigido por Michael Bay), a Nasa detecta um asteroide que se deslocava pelo espaço rumo à Terra a uma velocidade de 35.000 km/h.



O asteroide tinha o tamanho do estado norte-americano do Texas (um pouco maior do que os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro juntos).



O choque do asteroide com a Terra provocaria a extinção total da vida no planeta!

Para evitar a catástrofe, o governo norte-americano envia uma equipe ao espaço com a missão de pousar no asteroide, perfurá-lo, colocar bombas no fundo dessa perfuração e, após a decolagem, explodir as bombas por controle remoto.



A profundidade da perfuração foi planejada para que a explosão dividisse o asteroide em duas partes aproximadamente iguais, que passariam tangenciando a Terra, sem atingi-la.



A solução imaginada pelos técnicos que planejaram a missão tem respaldo científico?

Capítulo 8 • Quantidade de movimento 209

Roteiro A-5

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “Noções de Física de Aceleradores”

Objetivo geral: Evidenciar a ação dos campos sobre as partículas.

Objetivos específicos:

- Abordar formalmente a ação dos campos sobre as partículas em nível de profundidade condizente com o primeiro contato formal com a Física de Aceleradores no 1º ano do Ensino Médio.
- Incentivar o resgate do hábito da leitura entre os educandos.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+):

- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios. (PCN+)
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- 2ª Lei de Newton;
- Massa;
- Carga elétrica;
- Campo Gravitacional
- Campo Eletrostático; e
- Campo Magnético.

Recursos instrucionais:

- Artigo digital I da Revista “Ciência Hoje”: *Como funcionam os aceleradores de partículas?*
- Artigo digital II da Revista “Física na Escola”: *LHC: o que é, para que serve e como funciona?*
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Leitura do artigo digital I e discussão preliminar (10 min).
- Dinâmica 1: Os alunos são convidados à leitura do artigo que explica onde encontramos aceleradores de partículas no cotidiano. Em seguida as ideias básicas relativas à compreensão do texto podem ser registradas na lousa. Buscamos perceber se os estudantes entendem que os campos elétricos e magnéticos são os responsáveis pela aceleração das partículas.
- Momento 2: Explanação teórica I (15 min)
- Dinâmica 2: Explicamos a estreita relação entre os campos: gravitacional, elétrico e magnético e as forças responsáveis pelas acelerações, de acordo com a 2ª Lei de Newton. Em seguida destacamos que o campo gravitacional permite a aceleração em virtude da massa dos corpos e o campo eletrostático em função da carga elétrica das partículas. Já o campo magnético requer o movimento relativo de cargas. No caso do campo elétrico para cargas em movimento, mencionamos que este está intimamente ligado à sua contrapartida magnética. Logo após ressaltamos o caráter vetorial das grandezas em lide.
- Momento 3: Explanação teórica II (10 min)
- Dinâmica 3: O professor conclui a explicação teórica escrevendo as equações que permitem comparar as forças, campos e, indo um pouco mais além, as formas de energia associadas tanto aos sistemas gravitacionais quanto aos elétricos, reiterando a importância da matemática em tal descrição. Nesse momento faz um quadro comparativo: Campo X Força X Energia, escrevendo as equações e comentando as características de cada uma. Discorre brevemente sobre forças e campos conservativos.

- Momento 4: Leitura do artigo digital II (10 min)
- Dinâmica 4: Para finalizar o professor propõem a leitura do artigo digital II o qual explica como funciona o LHC visando relacionar as ideias apresentadas na presente aula com a vanguarda da pesquisa em Física de Partículas.

Referências: ROTEIRO A-5

1. Artigo digital I da Revista “Ciência Hoje”: *Como funcionam os aceleradores de partículas?* Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/como-funcionam-e-para-que-servem-os-aceleradores-de-particulas/>
2. Artigo digital II da Revista “Física na Escola”: *LHC: o que é, para que serve e como funciona?* Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/lhc.pdf>

Roteiro A-6

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 1º ano do Ensino Médio

Turma: 101

Duração: 45 min

Tema da aula: “O Plasma de Quarks e Glúons”

Objetivo geral: Contribuir para instituir um campo conceitual de Física de Plasmas ao longo do Ensino Médio, enfocando o plasma de quarks e glúons.

Objetivos específicos:

- Refinar a capacidade de leitura e compreensão de artigos científicos.
- Coadunar os conhecimentos tratadas até então sobre a Física de Aceleradores de Partículas.
- Iniciar a construção de um campo conceitual na área de Física de Plasmas.

Competências e Habilidades: Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC):

- Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BNCC)

Conteúdo Físico:

- Interação Nuclear Forte; e
- Plasma de Quarks e Glúons.

Recursos instrucionais:

- Artigo digital I do site português de notícias “Público”: *A sopa de matéria primordial*.
- Artigo digital II do “Jornal da USP”: *Flutuações quânticas auxiliam cientistas na investigação da matéria*.
- Vídeo: *Quark Plasma Gluon*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Leitura do artigo digital I (10 min).
- Dinâmica 1: Solicitamos aos educandos a leitura do artigo digital I no qual é discutida a formação do plasma de quarks e glúons no contexto da origem do universo, conforme a teoria do Big-Bang e o plasma advindo das colisões em altas energias.
- Momento 2: Leitura e comentários sobre o artigo digital II (20 min).
- Dinâmica 2: Eventuais dúvidas referentes ao primeiro texto são objeto de explicação, em seguida continuamos as atividades propondo aos estudantes à leitura de um artigo mais complexo, também voltado ao Plasma de Quarks e Glúons.
- Momento 3: Atividade final – Vídeo (15 min).
- Dinâmica 3: O professor convida os alunos e expõem a sua percepção frente à diversidade de situações didáticas elencadas para o estudo dos temas atuais ciência, especificamente a Física de Aceleradores, abordada nas últimas aulas. Questiona se eles conseguem enxergar as relações entre os fenômenos e conceitos da área e finaliza com a apresentação do último vídeo, alertando que a continuidade nos estudos, no âmbito do 2º e 3º anos do Ensino Médio, poderá prover uma maior articulação entre os conhecimentos científicos inicializados contribuindo para o Campo Conceitual de Física de Plasmas ao longo da formação escolar em Física básica.

Referências: ROTEIRO A-6

1. Artigo digital I do site português de notícias “Público”: *A sopa de matéria primordial*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2000/02/10/jornal/a-sopa-de-materia-primordial-139821>

2. Artigo digital II do “Jornal da USP”: *Flutuações quânticas auxiliam cientistas na investigação da matéria*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/flutuacoes-quanticas-auxiliam-cientistas-na-investigacao-da-materia/>

3. Vídeo: *Quark Plasma Gluon*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rk9KZLaVItI&t=38s>

APÊNDICE B – Módulo didático para o 2º ano do EM

A sequência didática proposta para o 2º ano do EM sobre o Sol tem por objetivo consolidar conhecimentos básicos sobre a Física de Plasmas, presente tanto na natureza quanto em artefatos tecnológicos. Também visa tratar conceitos da FMC, como fótons, fissão e fusão termonuclear em uma abordagem contextualizada no cotidiano do estudante. O conjunto de aulas sugeridas em nosso produto educacional, estruturada com poderosos recursos, tais como textos didáticos, vídeos e simuladores é a seguinte:

1. De que são feitas as estrelas?
2. O Sol
3. Radiação Ultravioleta
4. Pressão de Radiação
5. Fissão e fusão termonucleares

O professor tem total liberdade para adequar as ideias propostas nas aulas em lide de acordo com a sua realidade educacional e necessidades curriculares. Todavia sugerimos que use e abuse dos recursos didáticos sugeridos, uma vez que o objetivos das aulas podem diferir, todavia as potencialidades dos recursos são evidentes. Especialmente quanto à motivação e inovação em nossas práticas de ensino.

Roteiro B-1

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 2º ano do Ensino Médio

Turma: 202

Duração: 45 min

Tema da aula: “De que são feitas as estrelas?”

Objetivo geral: Caracterizar os tipos de plasmas existentes da natureza bem como suas aplicações tecnológicas.

Objetivos específicos:

- Retomar conhecimentos prévios distinguindo calor, temperatura, energia interna e energia cinética.
- Diferenciar um gás de um plasma.
- Utilizar simulador de estados físicos da matéria do “PhET Colorado” para investigar os conceitos da termodinâmica.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+):

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. (PCN+)
- Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Calor;
- Temperatura;
- Energia Interna;
- Energia Cinética;
- Estados físicos da matéria; e
- Plasmas.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf intitulada: *Plasma – estado de organização da matéria*.
- Vídeo 1: *Sólido, líquido, gasoso e... plasma?*
- Vídeo 2: *What is Plasma?*
- Simulador do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Os estados físicos da matéria*.
- Texto complementar com exercícios: *Onde são encontrados plasmas no dia-a-dia?*
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Discussão baseada nos conceitos progressos da Termodinâmica: temperatura, calor, energia interna e energia cinética (5 min).
- Dinâmica 1: Iniciamos a conversa instigando os estudantes acerca de qual suas ideias sobre a composição das estrelas e de como os conceitos citados das termodinâmica poderiam ser úteis para pensarmos a respeito.
- Momento 2: Apresentação em pdf (15 min).
- Dinâmica 2: Abordagem interativa questionando os alunos sobre o que ocorreria com um corpo no estado sólido, por exemplo um bloco de gelo, ao passo em que aumentássemos sua temperatura indefinidamente, estando o mesmo confinado em um recipiente ideal: resistente à pressões elevadíssimas.
- Momento 3: Uso do simulador (10 min).
- Dinâmica 3: Exploração do simulador, pelo alunos, escolhendo amostras em certo estado físico e fornecendo energia na forma de calor indefinidamente para observar e discutir as consequências físicas.

- Momento 4: Vídeos (7 min) e discussão (8 min).
- Dinâmica 4: Execução dos 2 vídeos. Diferenciação entre um gás e um plasma e comentários acerca da presença dos plasmas na natureza, sua estreita relação com a dimensão da energia no sistemas apresentados e algumas aplicações tecnológicas, se os alunos as conheciam ou não, desde os televisores de plasmas até as aplicações biológicas e em engenharias. Entrega do texto complementar “Onde são encontrados plasmas no dia-a-dia?” Seguido da proposição de atividade na forma de exercícios.

Referência: ROTEIRO B-1

1. Vídeo 1: *Sólido, líquido, gasoso e... plasma?* Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=tJplytSR-ww&t=69s>

2. Vídeo 2: *What is Plasma?* Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=xuUJwFLUpS0&t=36s>

3. Simulador do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Os estados físicos da matéria.* Disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics



FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 2º ANO EM

Roteiro B-1: De que são feitas as estrelas?

PLASMA – ESTADO DE ORGANIZAÇÃO DA MATÉRIA

- De que são feitas as estrelas?
- Qual é a forma de matéria conhecida predominante no universo?



O UNIVERSO OBSERVÁVEL EM 1922



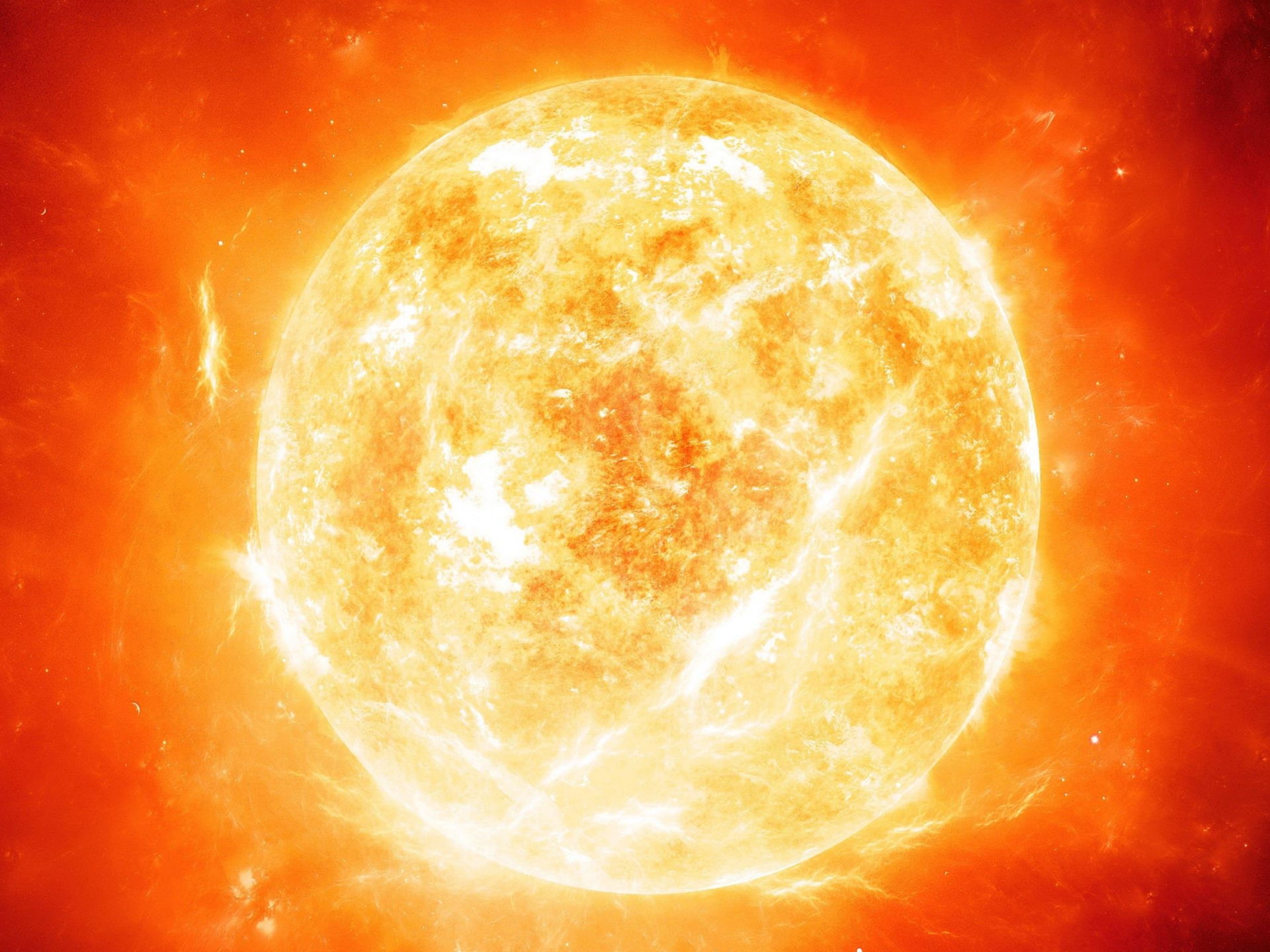
[fb.com/HiperCiencia](https://www.facebook.com/HiperCiencia)



O UNIVERSO OBSERVÁVEL EM 2012



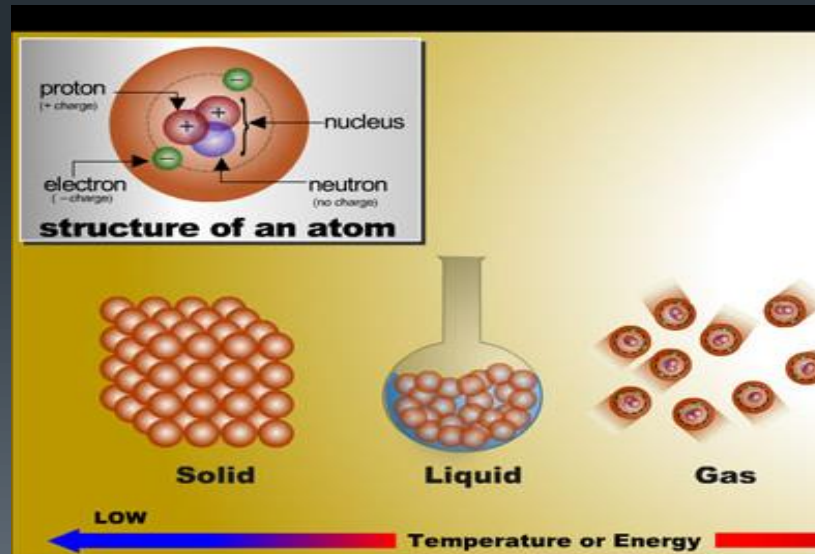
www.Ciencia.vc



Calor e Temperatura

- Sabemos que os conceitos de calor e temperatura são diferentes.
- À medida que há fluxo de energia na forma de calor pode haver variação da energia interna e/ou realização de trabalho.
- A energia interna está intrinsecamente ligada às formas em que a energia pode ser armazenada entre as n partículas que compõem certo sistema, por exemplo, uma amostra de matéria em algum estado físico inicial;
- A energia cinética das n partículas tem um importante papel, pois à medida que fornecemos energia na forma de calor a matéria se organiza em diferentes regimes:
- O que ocorre se fornecermos ilimitadamente energia na forma de calor a um sistema físico de n partículas?

Calor



Vamos simular!



- Execute a seguinte simulação:
https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html
- Selecione mudança de fase;
- Escolha um tipo de molécula;
- Forneça energia na forma de calor;
- Explique o que acontece;
- Aumente a temperatura o máximo que puder!
- O que acontece?

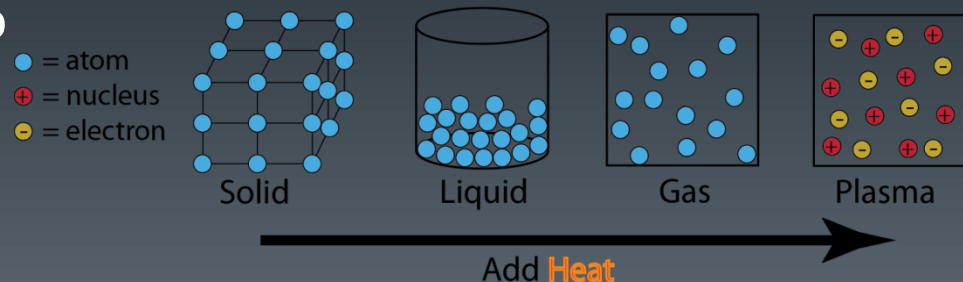
Gás

- Formado de átomos e moléculas eletricamente neutros;
- Interação por colisões eventuais;
- Sem forma e volume definido, com tendência a ocupar todo espaço disponível;
- Sujeito a gravidade, em especial para grandes concentrações de massa (formação de estrelas);
- Há energia de ligação entre as partículas.

Plasma

- Formado de íons e elétrons (embora no todo seja eletricamente neutro);
- Interação colisional e também a distância via forças eletromagnéticas;
- Comportamento coletivo;
- Permite correntes elétricas;
- Sustenta vários tipos de ondas.

States of Matter



Vídeos

- Vídeo 1: Sólido, líquido, gasoso e... plasma?

<https://www.youtube.com/watch?v=tJplytSR-ww&index=5&list=PLwuh-C-oBOZnNpz91ldctUnFll-aaw6R>

- Vídeo 2: What is Plasma?

<https://www.youtube.com/watch?v=2osF6l6-zWg>

Leitura + Atividade!

Ler o texto complementar: *“Onde são encontrados plasmas no dia-a-dia?”*



Aluno (a): _____ Turma:
Disciplina: Física
Professor: Tiago
Data: / / 2017

Onde são encontrados plasmas no dia-a-dia?

Em descargas elétricas de relâmpagos, na ionosfera terrestre, em televisores de plasma, tubos de lâmpadas fluorescentes, letreiros de luz neon, soldas e equipamentos de corte industriais a plasma, em auroras que ocorrem nos pólos da Terra, no interior de Sol assim como demais estrelas, no ambiente interplanetário do sistema solar e em ambientes interestelares e intergalácticos. O plasma é a forma da matéria predominante no universo convencional, visível.



Figura 2 – Letreiro de neon, um tipo de plasma cotidiano. Fonte: SLAC – National Accelerator Laboratory, Menlo Park, CA. Operated by Stanford University for the U.S. Dept. of Energy Office of Science¹



Figura 3 – Relâmpagos criando um tipo de plasma devido à descarga elétrica. Fonte: site da internet – Manual do Mundo²

¹ Disponível em: <<https://news.slac.stanford.edu/features/word-week-plasma>> (imagem por Greg Stewart) Acesso em Nov.2013

² Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2013/02/por-que-o-raio-faz-tanto-barulho-se-ele-e-so-uma-descarga-eletrica/>> Acesso em Nov.2013

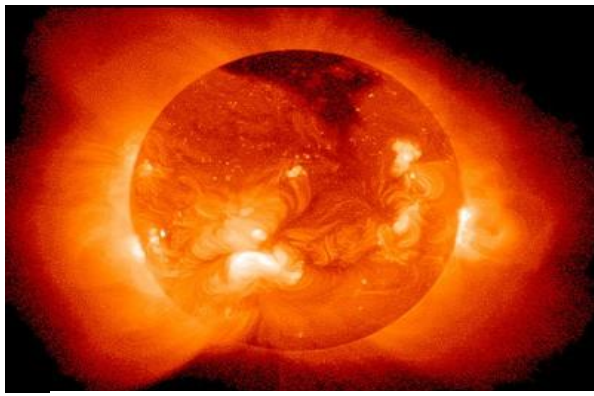


Figura 4 – Devido às altas temperaturas dentro das estrelas, a matéria em seu interior permanece no estado de plasma. Fonte: Nasa Goddard Laboratory for Atmospheres³



Figura 5 – Televisor de plasma. Fonte: site da internet – UOL Notícias e Tecnologia⁴



Figura 6 – Equipamento de corte a plasma. Fonte: Processos de soldagem e corte⁵

³ Disponível em: < <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-materia-em-diferentes-escalas>> Acesso em Nov.2013

⁴ Disponível em: < <http://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/04/03/plasma-lcd-led-e-3d-entenda-a-diferenca-entre-as-tecnologias-das-telas-de-tvs.htm>> Acesso em Nov.2013

⁵ Disponível em: < http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/processos_soldagem/corte_plasma.cfm> Acesso em Nov.2013



Figura 7 – Diversas cores da aurora boreal e austral em nosso planeta. Fonte: site da internet – Wikipédia⁶

O plasma tem importantes aplicações na ciência e tecnologia contemporâneas, especialmente na fusão nuclear.

Princípios e Conceitos:

Estados físicos da matéria, composição básica da matéria, calor, temperatura e formas de energia.

A matéria na natureza pode ser encontrada nos estados físicos: sólido, líquido e gasoso devido ao maior ou menor nível de agitação das moléculas que a compõem. Estes estados são definidos conforme tais moléculas encontrem-se mais ou menos agregadas. Logo, nos materiais sólidos as moléculas se encontram mais próximas, no estado líquido o grau de agitação molecular é intermediário e nos gases, as moléculas se encontram ainda mais afastadas umas das outras e a matéria não apresenta volume nem forma definidas. (REIS, 2010). É importante termos em mente do que se compõe a matéria, ou seja, do que são feitas as moléculas. Moléculas são compostas de átomos os quais são feitos de elétrons e de um núcleo. O núcleo do átomo é feito de prótons e nêutrons. A tabela periódica dos elementos apresenta os principais elementos químicos cujas características definem tudo que podemos encontrar sobre a matéria no universo.

Existe um fator muito importante que influencia nos estados físicos da matéria que serve como guia para a maneira que podemos pensar a matéria, à medida que esta seja aquecida

⁶ Disponível em: < [http://en.wikipedia.org/wiki/Aurora_\(astronomy\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Aurora_(astronomy)) > Acesso em Nov.2013

ou resfriada: temperatura. A noção de temperatura tem a ver com grau de agitação das moléculas de um corpo. A temperatura é uma propriedade que afirma que quanto mais quente estiver um corpo, maior será o grau de agitação de suas moléculas e quanto mais frio estiver, menor será esta agitação.

Para interferir na temperatura de um corpo existe uma forma de energia que pode ser adicionada ou retirada dele. Ela se chama calor. Assim sendo se fornecemos calor a um corpo sua temperatura aumenta e se ele perde calor sua temperatura diminui.

Vamos considerar uma situação no qual um bloco de gelo seja colocado em uma panela de pressão e esta seja fechada. Levando ao fogo, a panela recebe calor da chama e o gelo também e assim derrete. Isto se chama mudança de fase do estado sólido para o líquido. Neste processo há redução do grau de coesão das moléculas. Com a chama ainda acesa o sistema recebe calor e a água líquida vira vapor. Outra mudança do estado líquido para o gasoso com o característico afastamento das moléculas. O que ocorre agora é que o gás está confinado e ainda recebendo calor. Todas as panelas são projetadas para impedir esse acúmulo de vapor e para isso têm válvulas de segurança. Vamos imaginar que em nossa panela hipotética não exista saída do gás e ela tenha paredes ultra-resistentes, impenetráveis. À medida que o vapor de água recebe energia na forma de calor o grau de agitação das moléculas seria tão alto que os átomos que a compõem se desmanchariam. Os elétrons seriam arrancados deles os núcleos estariam livres, pois os elétrons não mais orbitam em torno deles, e teríamos um tipo de sopa. Um gás ionizado, ou seja, que contém partículas com carga elétrica positiva e negativa, chamado plasma. O quarto estado da matéria.




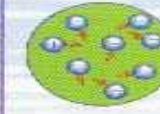
| Solid | Liquid | Gas | Plasma |
|---|---|---|---|
| Example Ice H ₂ O | Example Water H ₂ O | Example Steam H ₂ O | Example Ionized Gas H ₂ → H ⁺ + H ⁺ + 2e ⁻ |
| Cold T < 0°C | Warm 0 < T < 100°C | Hot T > 100°C | Hotter T > 100,000°C > 10 electron Volts |
|  |  |  |  |
| Molecules Fixed in Lattice | Molecules Free to Move | Molecules Free to Move, Large Spacing | Ions and Electrons Move Independently, Large Spacing |

Figura 8 – Esquema das mudanças de estado físico da matéria indicando faixas de temperatura. Fonte: Universidade Federal do Paraná – Física⁷

“Plasma é um gás que contém uma mistura variada de átomos neutros, átomos ionizados e elétrons livres em constante interação elétrica”. (CALLONI e DAMASIO, 2008, p. 17). Para distinguir um gás comum e um plasma podemos verificar que o plasma tem a capacidade de conduzir facilmente corrente elétrica e absorver certos tipos de radiação que passariam sem interagir em um gás formado de moléculas eletricamente neutras.

(...) as estrelas são campeãs na emissão de radiação. Não só na forma de luz e ondas eletromagnéticas (como os famosos raios ultravioletas), mas também, de partículas com massa, como prótons e elétrons livres. (Na verdade, as estrelas não são feitas de átomos neutros de hidrogênio e hélio, compostos por núcleos positivos e elétrons negativos; em razão da alta temperatura, essas partículas não conseguem se combinar, de forma que o Sol e suas colegas

⁷Disponível em: < <http://fisica.ufpr.br/viana/info/ip1.html> > Acesso em Nov.2013

estrelas são uma mistura de núcleos atômicos e elétrons livres – estado da matéria a que se dá o nome de plasma. (GARCIA e NOGUEIRA, p. 109, 2009)

Para concluir trazemos a tona uma discussão acerca das formas de energia pautados pela identificação das formas e transformações da energia com ênfase em fontes renováveis e não-renováveis. A principal ideia acerca da energia é a sua transformação de uma forma em outra, permitindo aproveitá-la em benefício da humanidade por meio das diversas tecnologias relacionadas às formas de energia. Não podemos esquecer que elas detêm capacidade de exercer impacto social e econômico, especialmente quando discutimos a respeito da distribuição e consumo da energia, bem como impacto ambiental em nosso planeta.

As formas de energia, analisando sob a ótica das suas fontes podem se esgotar, sendo não-renováveis, ou não. A fonte de energia renovável é aquela proveniente de recursos naturais: o vento, com a energia eólica, o sol com a energia da radiação solar, água em movimento com a energia hidroelétrica, o calor da Terra com a energia geotérmica, a matéria orgânica através da energia da [biomassa](#), [bio-combustível](#) e [biogás](#), a energia das ondas das marés e oceanos e a energia das estrelas na fusão nuclear.

Como fontes de energia não-renováveis temos os combustíveis fósseis: carvão, petróleo e gás natural e a energia da fissão nuclear, proveniente do fracionamento de núcleos atômicos pesados, o que gera subprodutos, alguns de natureza nociva ao homem e meio-ambiente. Contrariamente a fissão nuclear a fusão nuclear é união de dois núcleos atômicos para formar um terceiro devido à tremenda energia que ambos possuem ao interagirem. Como ocorre nas estrelas, este processo funde núcleos atômicos liberando energia limpa, ou seja, sem subprodutos danosos. Existem várias reações e como exemplo, temos a fusão do hidrogênio em hélio a altíssimas temperaturas. Nesse ponto temos um plasma superaquecido que é o meio que proporciona tal fenômeno.

A elevadíssima temperatura danificaria qualquer recipiente que tentasse conter o plasma. Do ponto de vista tecnológico nossa civilização já dispõe de técnicas para isso graças à ação de campos magnéticos poderosos. Ainda existem outros meios de aquecer um plasma, como por exemplo, a ação de lasers ultra-potentes focalizados em uma pequena esfera composta de elementos que podem se fundir, núcleos de Hidrogênio. Os lasers os aquecem até temperaturas da ordem de milhões de graus Celsius para que possa haver a fusão.

O plasma que, deste modo, sustenta uma fusão nuclear controlada surge como interessante fonte de energia renovável ainda que a complexidade da ciência e tecnologia deste processo ainda não permite a produção em larga escala. Atualmente não dispomos de um equipamento que gere mais energia do que aquela necessária para ativação do processo de fusão nuclear controlada.



Figura 9 – Fontes de energias renováveis: hidrelétrica, solar, biomassa e eólica. Fonte: Revista digital de apoio ao estudante pré-universitário do Estado de São Paulo⁸



Figura 10 – Fontes de energia do plasma: fusão nuclear. Fonte: site da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional de Maringá-PR⁹

⁸ Disponível em: < <http://www.univesp.ensinosuperior.sp.gov.br/preunivesp/966/fontes-limpas-de-energia-existem-op-es-melhores-.html> > Acesso em Nov.2013

⁹ Disponível em: < <http://feitep.com.br/?p=noticias-integra&id=88> > Acesso em Nov.2013



Figura 11 – Formas de obtenção de energia da fusão: estrelas, sistema de laser e campo magnético confinante. Fonte: Universidade de São Paulo – Palestras CienTec¹⁰

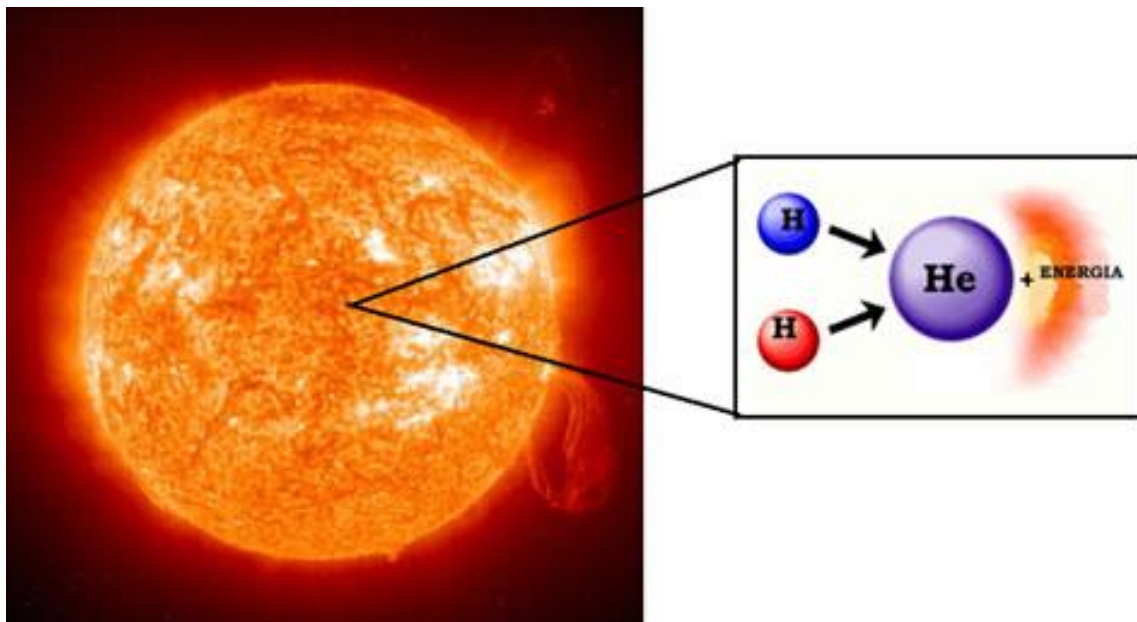


Figura 12 – Reação de fusão nuclear no interior do sol. Fonte: site Brasil Escola – Fusão Nuclear¹¹

¹⁰ Disponível em: < <http://www.usp.br/cientec/eventos/palestras/palestras.htm> > Acesso em Nov.2013

¹¹ Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/quimica/fusao-nuclear.htm> > Acesso em Nov.2013

ESCOLA:

| NOME | Nº | TURMA: |
|------|----|--------|
| | | |
| | | |
| | | |

QUESTIONAMENTO 04 – FÍSICA – 2014

1) Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

2) Por quê?

3) Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?

ESCOLA:

NOME


Nº

TURMA

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

QUESTIONAMENTO 03 – FÍSICA – 2014

Caracteriza cada imagem como estado físico que ela representa:

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| 01  | 02  | 03  | 04  | 05  |
| 06  | 07  | 08  | 09  | 10  |
| 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |

ESCOLA:

NOME

Nº

| | | |
|--|--|--------|
| | | TURMA: |
| | | |
| | | |
| | | |

QUESTIONAMENTO 05 – FÍSICA – 2014

1) Sólido, líquido gasoso e plasma, na opinião do grupo, são os únicos estados da matéria no Universo?

2) Na concepção do grupo, o quê caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em quatro estados distintos?

3) Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado o grupo classificaria que eles se encontram e se possível por quê?

4) Qual o estado da matéria é considerado mais energético?

5) Existem estados mais energéticos?

6) Qual o estado da matéria menos energético?

Roteiro B-2

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 2º ano do Ensino Médio

Turma: 202

Duração: 45 min

Tema da aula: “O Sol”

Objetivo geral: Apresentar a estrutura básica do Sol utilizando conceitos da Física.

Objetivos específicos:

- Expor as primeiras ideias relativas a fusão nuclear, levantando os conhecimentos intuitivos dos educandos.
- Amplificar o alcance das situações didáticas concernentes ao campo conceitual dos plasmas.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN):

- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas. (PCN)
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico. (PCN)

Conteúdo Físico:

- Propagação do calor;
- Reações de fusão nuclear;
- Campo eletromagnético;
- Radiação eletromagnética;
- Fótons;
- Plasma solar.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf intitulada: *O Sol*.
- Vídeo 1: *Como funciona o Sol?*
- Vídeo 2: *Os 4 maiores mitos sobre tempestades solares*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Apresentação em pdf (25 min).
- Dinâmica 1: Primeiramente os processos de propagação do calor: condução, convecção e irradiação são brevemente lembrados. Tendo em vista o fato de que os alunos já conhecem os tipos de plasma, podemos questionar se os alunos conseguem relacionar a energia nuclear com o Sol. Após, os alunos são convidados a exporem suas ideias acerca da importância da energia solar para a Terra como um todo. Em seguida iniciamos a apresentação enfatizando que, com base nela, conceitos formais serão tratados. Discutindo os aspectos físicos do sol, as ideias de irradiação, correntes convectivas no interior solar, ondas, fótons e fusão nuclear são abordadas.
- Momento 2: Vídeo 1 (5 min).
- Dinâmica 2: Apresentação de um vídeo explicativo de como funciona o Sol, reforçando a estrutura solar vista no pdf.
- Momento 3: Discussão e Vídeo 2 (15 min).
- Dinâmica 3: Comentários sobre a importância de conhecermos bem o Sol, por ser a estrela mais próxima do nosso planeta. Também comentamos sobre as manchas solares e as fases de alta atividade solar influenciando sistemas tecnológicos terrestres; a reconexão do campo magnético da Terra com o do Sol; e podemos tratar ainda aspectos presentes na ficção e nos noticiários, comparativamente com o alcance do conhecimento científico atual. Apresentação do vídeo 2.

Referência: ROTEIRO B-2

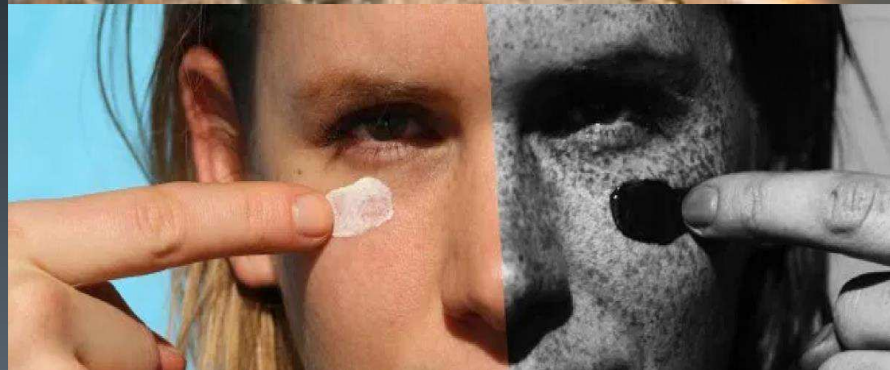
1. Vídeo 1: *Como funciona o Sol?* Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=nAdj9an6N24&t=3s>

2. Vídeo 2: *Os 4 maiores mitos sobre tempestades solares.* Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=0DhBUO785g8&t=3s>



FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 2º ANO EM

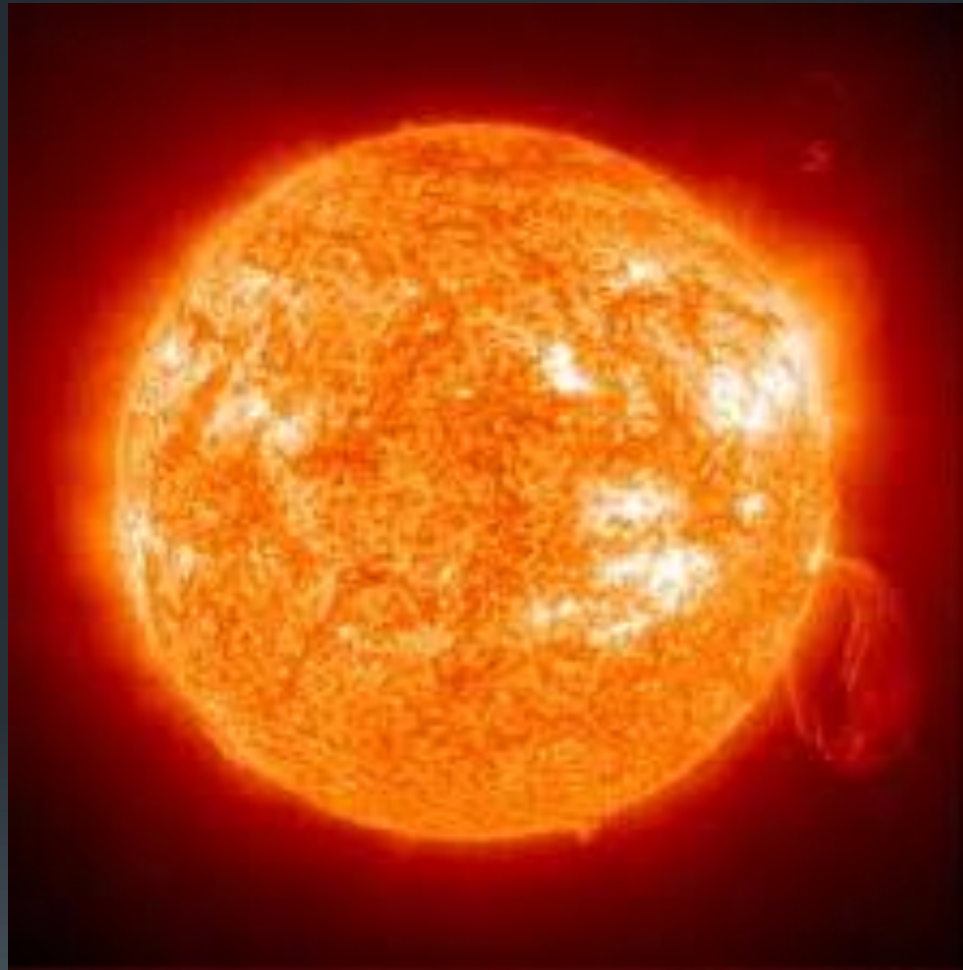
O SOL



Aspectos físicos do sol...ideias

- A energia advinda do sol é fundamental para a vida na Terra graças ao aquecimento do planeta, a fotossíntese da clorofila e a cadeia alimentar decorrente;
- O sol é nossa mais estrela mais conhecida, cuja liberação de energia se origina das reações de fusão nuclear no interior da estrela;
- A energia é transportada através do vácuo do meio interplanetário na forma de ondas eletromagnéticas, que constituem o *espectro eletromagnético*;
- Todas as ondas eletromagnéticas também são chamadas radiações. Algumas já são bem conhecidas por nós, como a radiação de calor (infravermelha) e a luz visível. Em breve veremos a radiação ultravioleta (UV);
- Existem objetos físicos importantes para entender as radiações, chamados fótons. Eles são partículas sem massa, propagando-se a velocidade da luz, cuja energia é dada por $E = h \cdot f$. Onde h é a constante de Planck e f é a frequência da onda eletromagnética.
- Para entender alguns processos físicos do sol, é necessário conhecer algumas de suas características.

Estrela feita de plasma de altíssimas temperaturas, constituída predominantemente de hidrogénio e hélio.



SOL

O Sol é o maior e o mais brilhante corpo celeste do Sistema Solar.

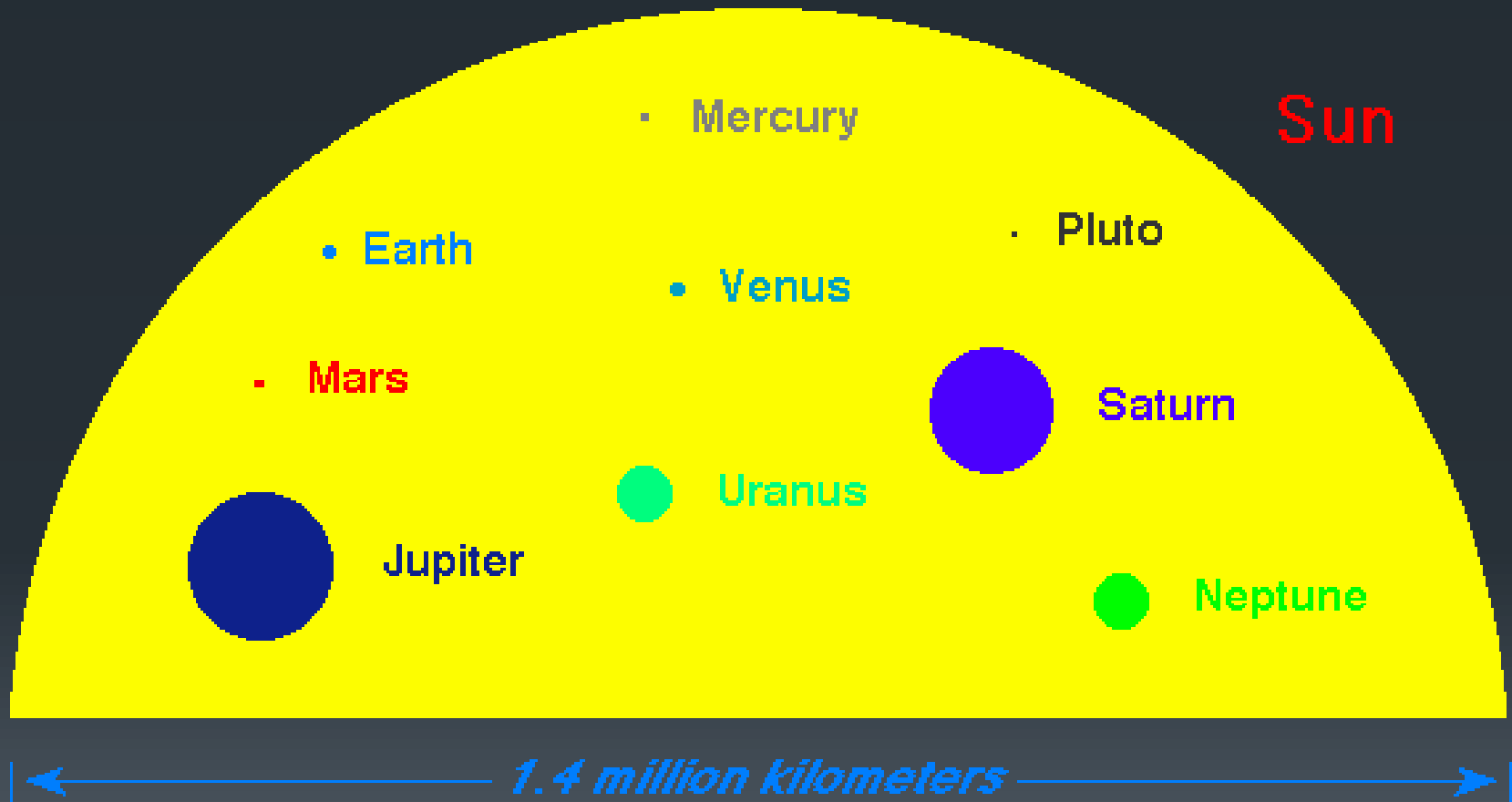
Trata-se de uma das 300 bilhões de estrelas que fazem parte da Via Láctea.

Aparenta ser muito grande pois está muito mais próximo da Terra do que qualquer outra estrela, contudo, em termos galácticos é uma estrela de grandeza média (com um diâmetro 109 vezes maior do que o da Terra).

É o maior corpo do Sistema Solar e constitui, aproximadamente, 98% da sua massa total.



O Sol e seus planetas em escala

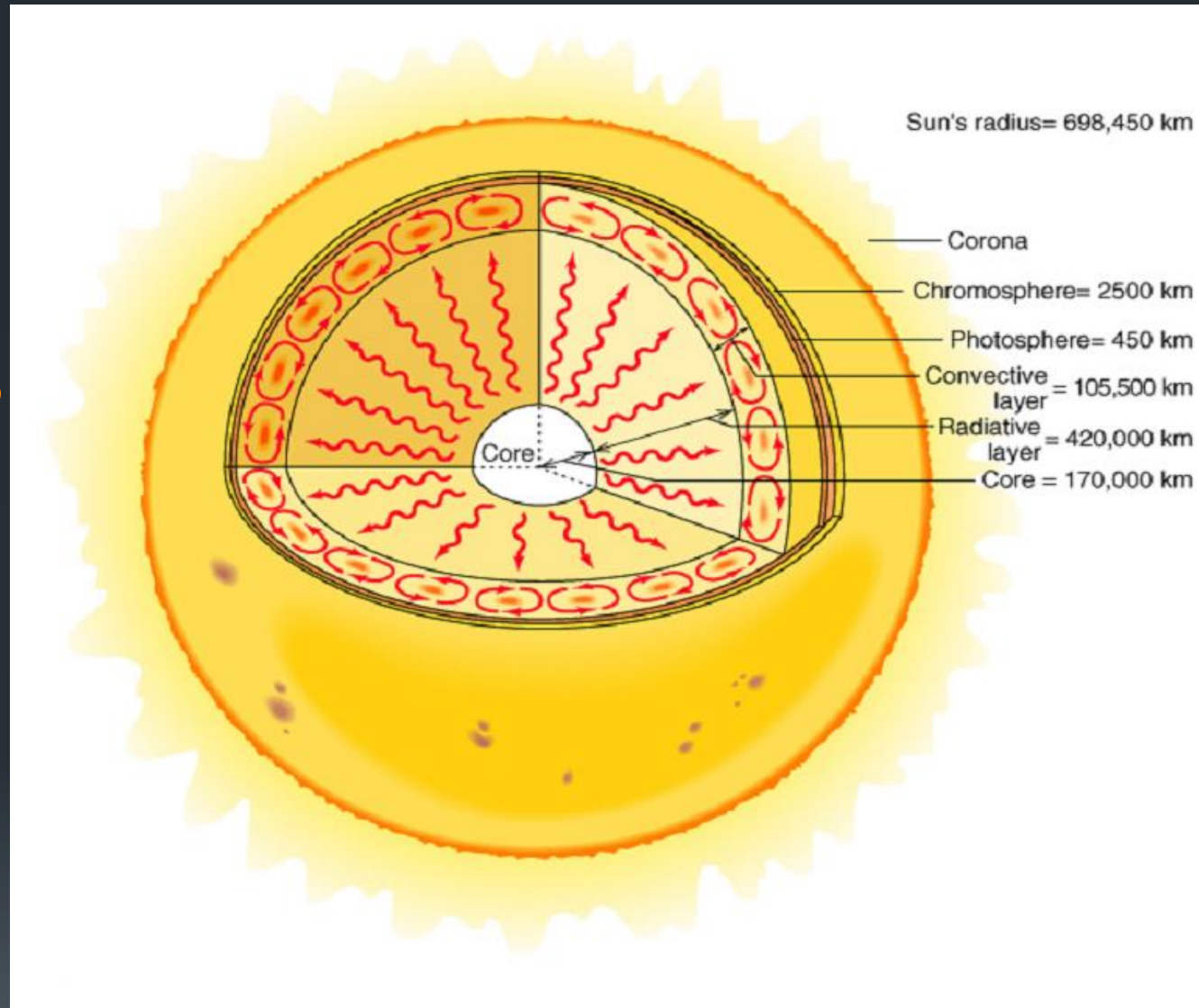




Earth



A energia é proveniente do núcleo quando o hidrogênio é fundido em hélio. Essa energia flui para fora do núcleo por radiação através da camada radiativa, por convecção através da camada convectiva e por radiação da superfície da fotosfera, que é a porção do Sol que vemos.



Características físicas do Sol

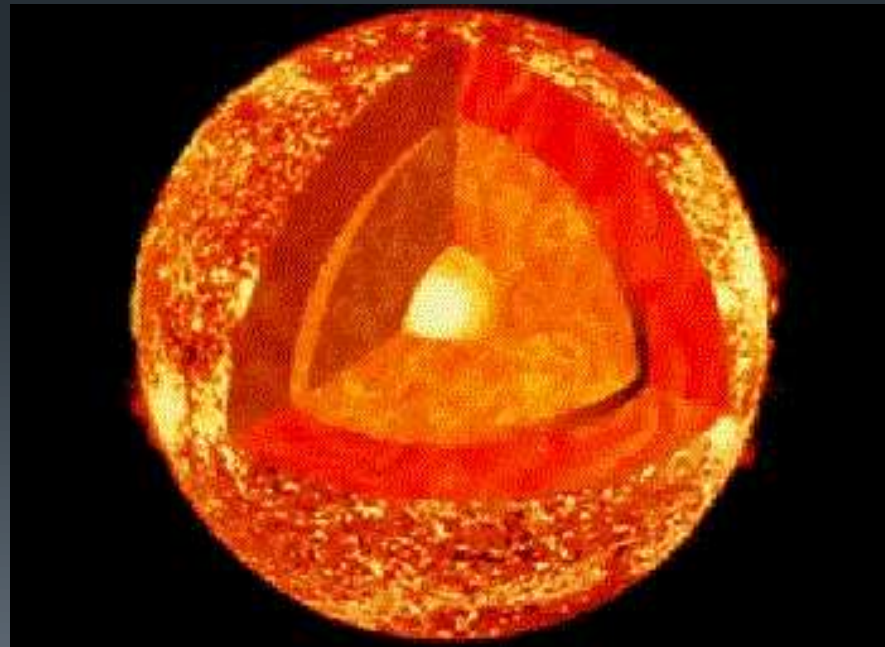
| | |
|---|---|
| Massa | $1,989 \times 10^{30}$ kg |
| Raio | $6,959 \times 10^8$ km |
| Densidade média central | $1,410 \text{ g/m}^3$ $160\,000 \text{ kg/m}^3$ |
| Luminosidade | 3.83×10^{33} kW |
| Temperatura superfície central | 5785 K 1.5×10^7 K |
| Composição química | Hidrogénio 92,1 % Hélio 7,8 % Oxigénio 0,061 % Carbono 0,039 % Nitrogênio 0,0084 % |
| Período rotacional equador polos | 25 dias 31 dias |

Interior Solar

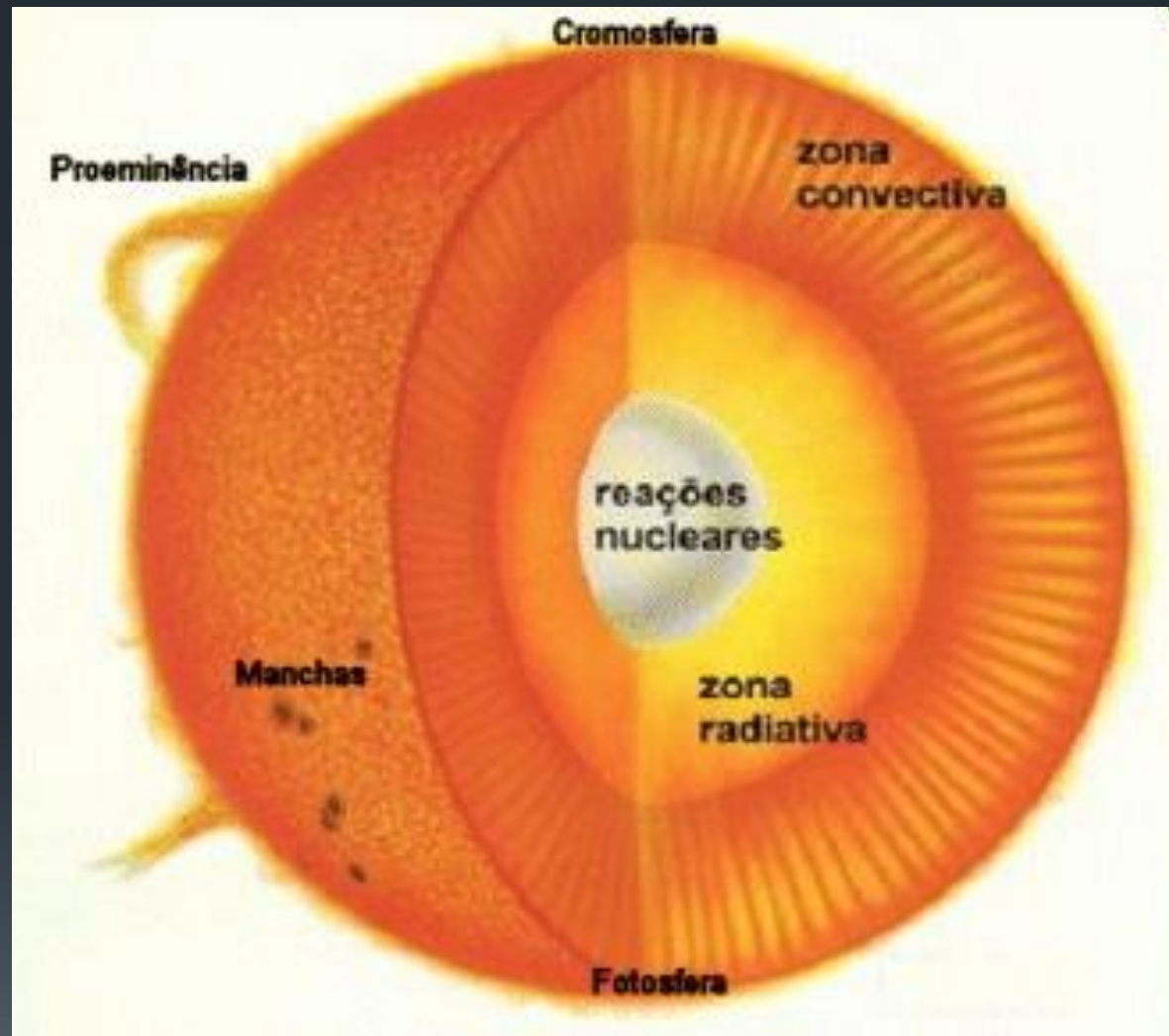
As estrelas, durante a maior parte da sua vida são chamadas “estrelas da Sequência Principal”.

São constituídas por um núcleo central, uma zona convectiva e uma radiativa, pela fotosfera, a cromosfera e a coroa.

O Núcleo da estrela é onde ocorrem todas as reacções de fusão nuclear.



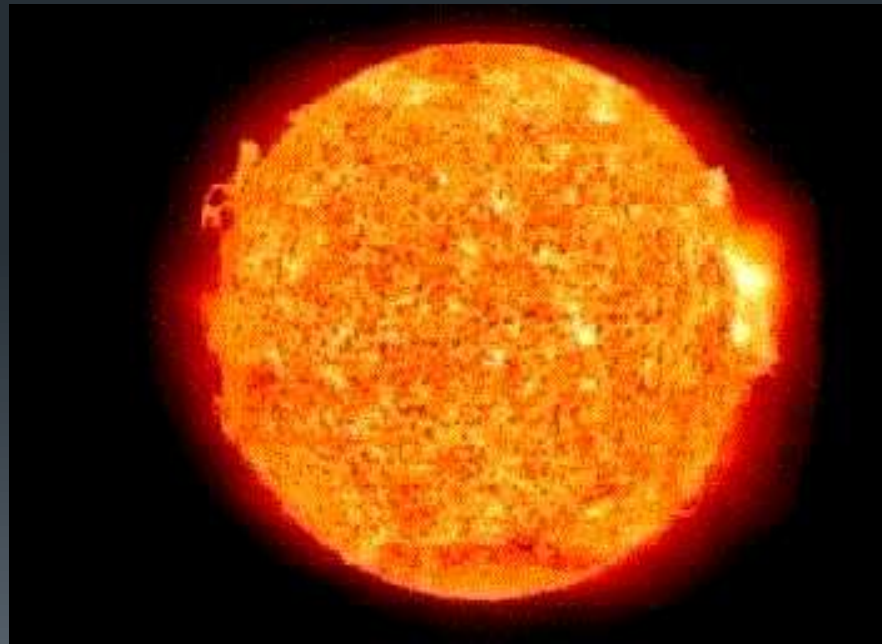
Estrutura Solar



Interior Solar

A fotosfera é uma parte da estrela que se observa à luz visível e é, muitas vezes, referida como “a superfície da estrela”, no entanto não é uma superfície real.

Em volta da fotosfera surge a cromosfera (uma fina camada que parece vermelha devido a todo o Hidrogénio aí encontrado).

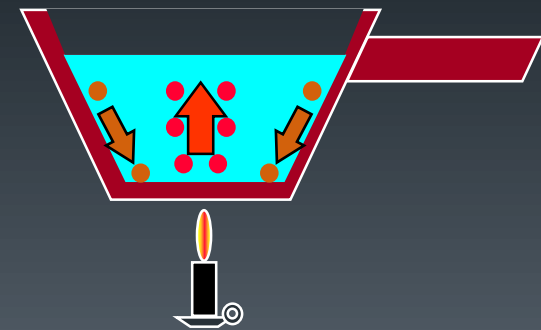


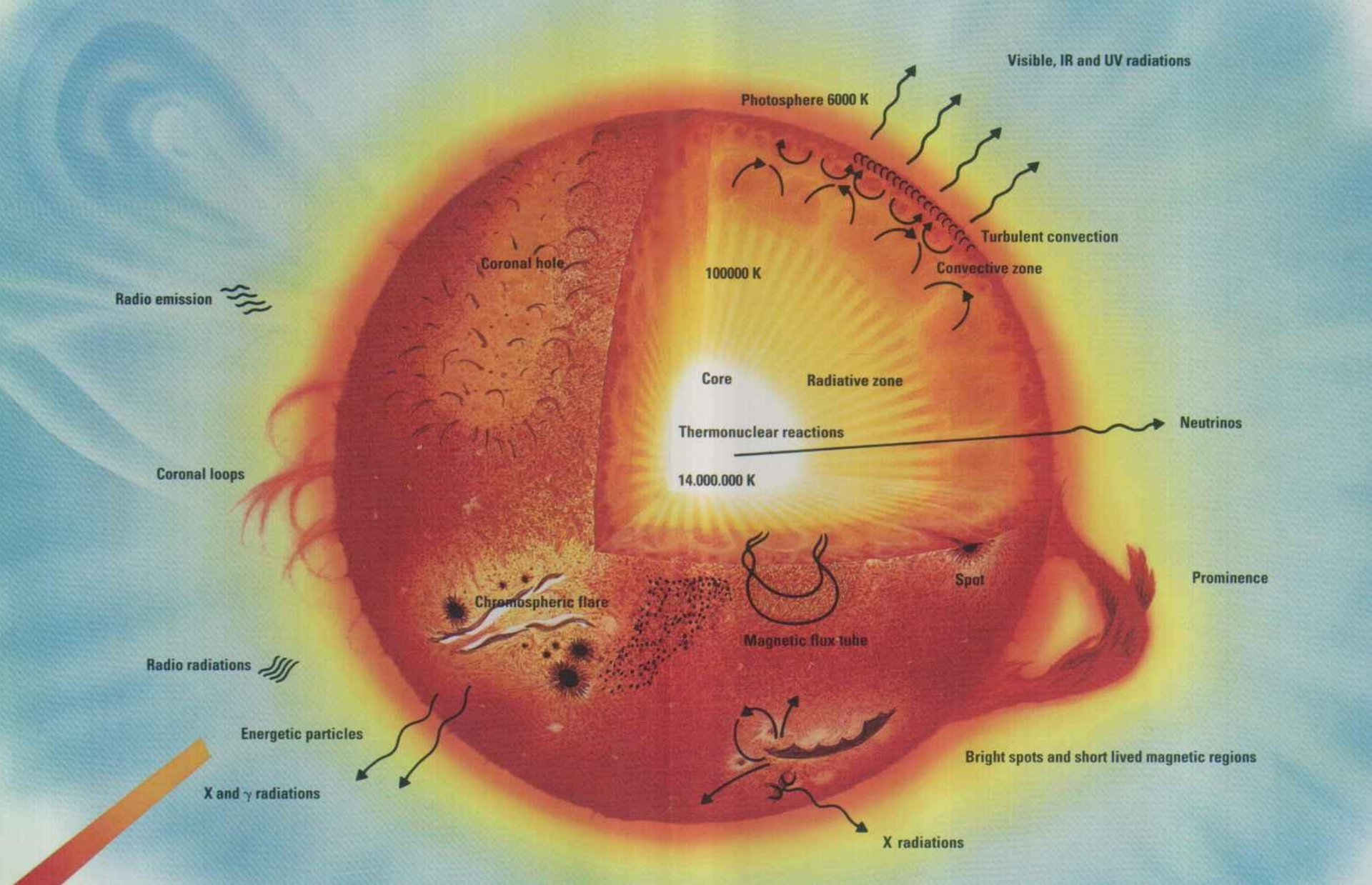
Interior Solar

Núcleo - onde ocorrem as reacções termonucleares que convertem o hidrogénio em hélio. Tem uma temperatura de 15×10^6 Kelvin, possui uma pressão da ordem dos milhões de atmosferas e a sua densidade é da ordem de $150\text{g}/\text{cm}^3$.

Zona Radioactiva - a energia é transmitida por radiação, na sua maior parte na forma de raios- γ e raios-X que flúem através do gás à medida que este se torna menos denso. A medida que a densidade diminui a temperatura também desce até cerca de 2×10^6 Kelvin.

Zona Convectiva - a temperatura é elevada, o gás começa a efetuar movimentos ascendentes e descendentes (como um fluido em ebulição).





Vídeos

- Vídeo 1: Como funciona o Sol?

<https://www.youtube.com/watch?v=nAdj9an6N24>

- Vídeo 2: Os 4 maiores mitos sobre tempestades solares.

<https://www.youtube.com/watch?v=0DhBUO785g8&feature=youtu.be>

Roteiro B-3

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 2º ano do Ensino Médio

Turma: 202

Duração: 45 min

Tema da aula: “Radiação Ultravioleta”

Objetivo geral: Discutir os efeitos da radiação ultravioleta e a importância preventiva quanto à exposição solar.

Objetivos específicos:

- Explicar o espectro eletromagnético.
- Ensejar o exercício da cidadania articulando os conceitos científicos com questões da realidade próxima dos educandos.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN) & Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+):

- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico. (PCN)
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia. (PCN+)
- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Ondas mecânicas e eletromagnéticas;
- Ondas transversais e longitudinais;
- Amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade das ondas;
- Espectro eletromagnético; e
- Fóton.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf intitulada: *Radiação Ultravioleta*.
- Vídeo: *Quer que eu desenhe? Espectro eletromagnético*.
- Simulador 1 do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Onda em corda*.
- Simulador 2 do “PhET Colorado”: *Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos*.
- Simulador 3 do “PhET Colorado”: *Visão de Cor*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Vídeo 1 (5 min).
- Dinâmica 1: Os alunos são questionados se saberiam dizer se há riscos para a saúde humana no que diz respeito a radiação solar. Em caso afirmativo, quais? Logo a seguir são indagados sobre o significado do termo “Radiação”. O vídeo é apresentado para a turma.
- Momento 2: Apresentação em pdf (10 min).
- Dinâmica 2: Os conceitos básicos referentes ao estudo das ondas são tratados com os alunos: classificações, elementos da onda periódica e sua velocidade. Os conceitos são abordados até o slide nº 14.
- Momento 3: Simulador 1, 2 e 3 (10 min).
- Dinâmica 3: Os educandos exploram livremente três simuladores, os quais lidam, respectivamente com: Ondas Mecânicas em uma corda; Ondas de Rádio e Campos eletromagnéticos; e Visão de Cor baseada no Espectro Visível. Nesse momento o professor explica a ideia do fóton.
- Momento 4: Continuação da apresentação em pdf (20 min).

- Dinâmica 4: Inicia-se uma conversa sobre o significado da radiação ultravioleta em termos das contribuições do conhecimento físico sobre a importância da prevenção quanto à exposição solar. Os educandos podem ler os slides em voz alta acompanhados da mediação docente, destacando a importância social do tema em voga para todas as pessoas, com formação em ciência básica ou não. Enfatizamos o papel dos educandos como multiplicadores destes saberes.

Referência: ROTEIRO B -3

1. Vídeo: *Quer que eu desenhe? Espectro eletromagnético*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>
2. Simulador 1 do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Onda em corda*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt_BR.html
3. Simulador 2 do “PhET Colorado”: *Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves
4. Simulador 3 do “PhET Colorado”: *Visão de Cor*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision



FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 2º ANO EM

Quais os riscos da radiação proveniente do Sol? O que é radiação!?



| ÍNDICE UV | SITUAÇÃO | TME* | PROTEÇÃO SUGERIDA |
|-----------|------------|------|---|
| 0 a 2 | BAIXO | 60+ |   |
| 3 a 5 | MODERADO | 45 |   |
| 6 a 7 | ALTO | 30 |     |
| 8 a 10 | MUITO ALTO | 25 |      |
| 11 a + | EXTREMO | 10 |  |

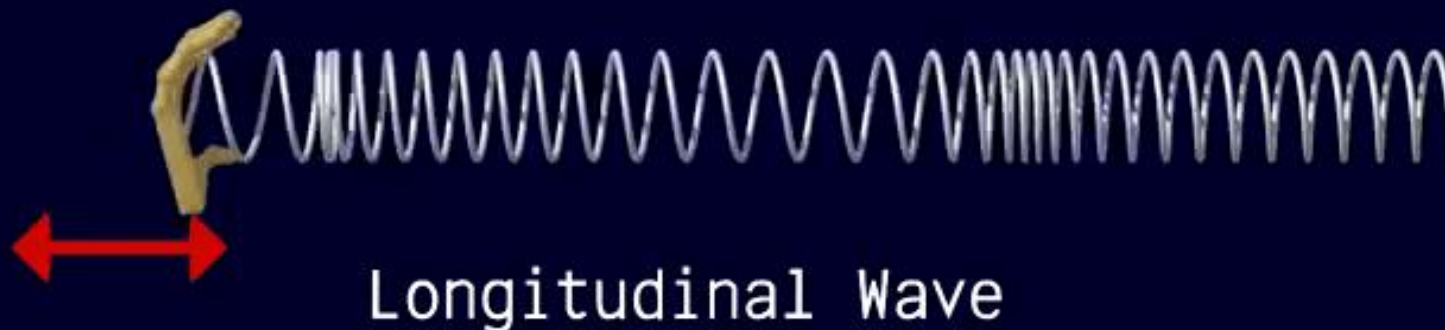
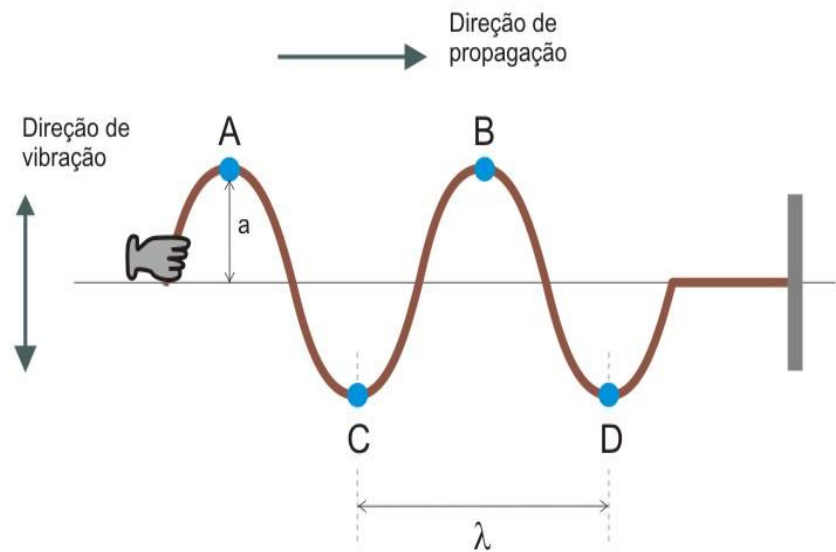
*TME - Tempo Máximo recomendado de Exposição (expressado em minutos).

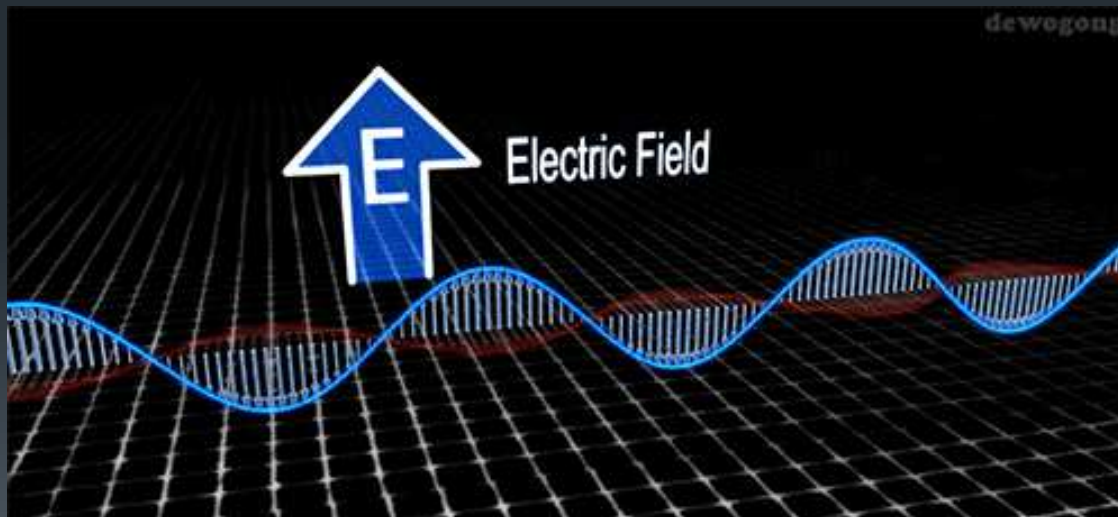
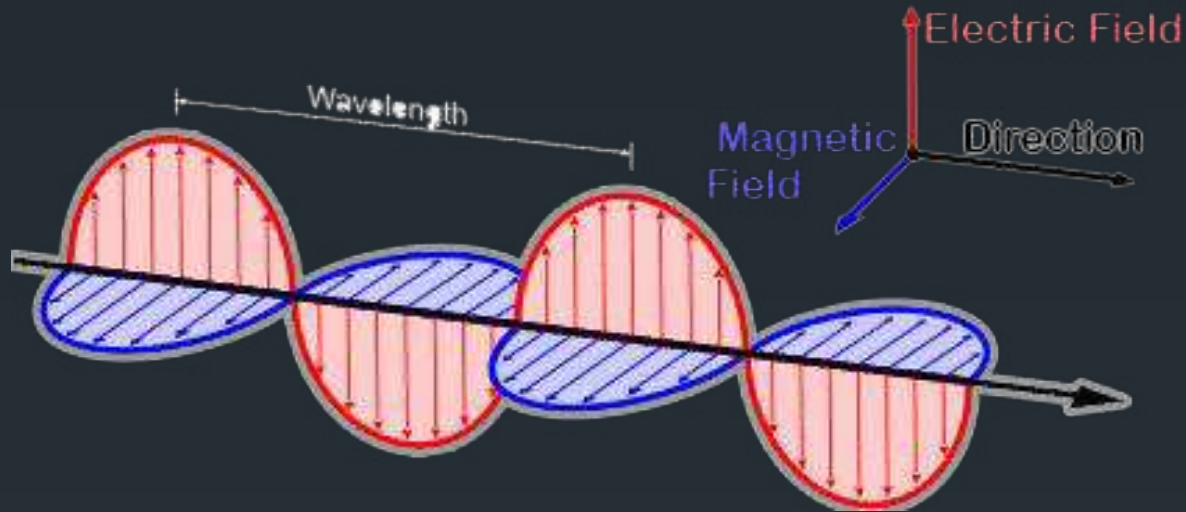
“Quer que eu desenhe?”

Um Sábado
Qualquer

Ondas e Radiações

- Ondas são perturbações que se propagam através do espaço e ao longo do tempo transportando energia sem carregar matéria;
- As ondas podem ser mecânicas ou eletromagnéticas:
 - As ondas mecânicas dependem de um meio material para existirem enquanto que as ondas eletromagnéticas não, elas propagam-se também no vácuo;
 - Exemplos de ondas mecânicas: ondas sonoras, ondas no mar, ondas em instrumentos de corda, etc.
 - Exemplos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio e televisão, micro-ondas, luz visível, ultravioleta, raios-x, etc;
- As ondas ainda podem ser classificadas em transversais e longitudinais:
 - As ondas longitudinais são aquelas que vibram (movimento oscilatórios de vai-e-vem) na mesma direção em que se propagam, por exemplo, as ondas sonoras;
 - As ondas transversais são aquelas cuja direção de vibração é perpendicular à direção de propagação. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais.





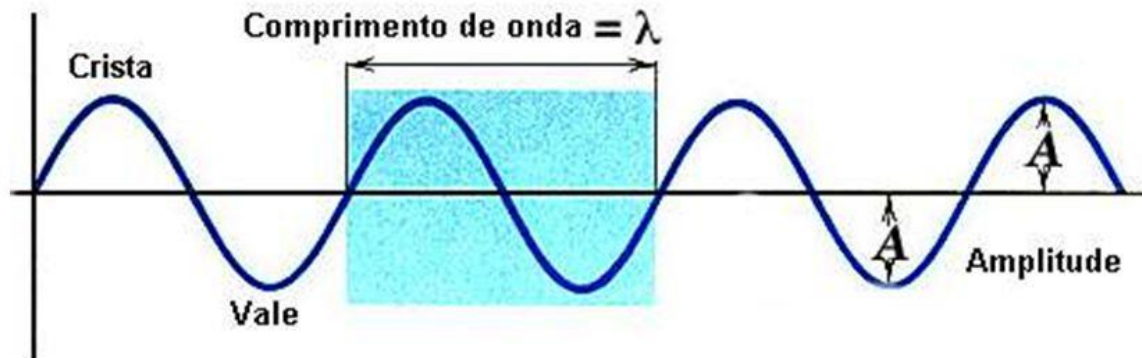
As ondas, ou radiações eletromagnéticas são produzidas por cargas elétricas aceleradas e são constituídas de campos elétricos e magnéticos variáveis.

Ondas e Radiações

- Todas ondas são representas por meio de seus elementos básicos: crista, vale, amplitude e comprimento de onda;

ONDAS PERÍODICAS

□ ELEMENTOS DE UMA ONDA:



COMPRIMENTO DE ONDA: Distância percorrida durante 1 oscilação completa!

Ondas e Radiações

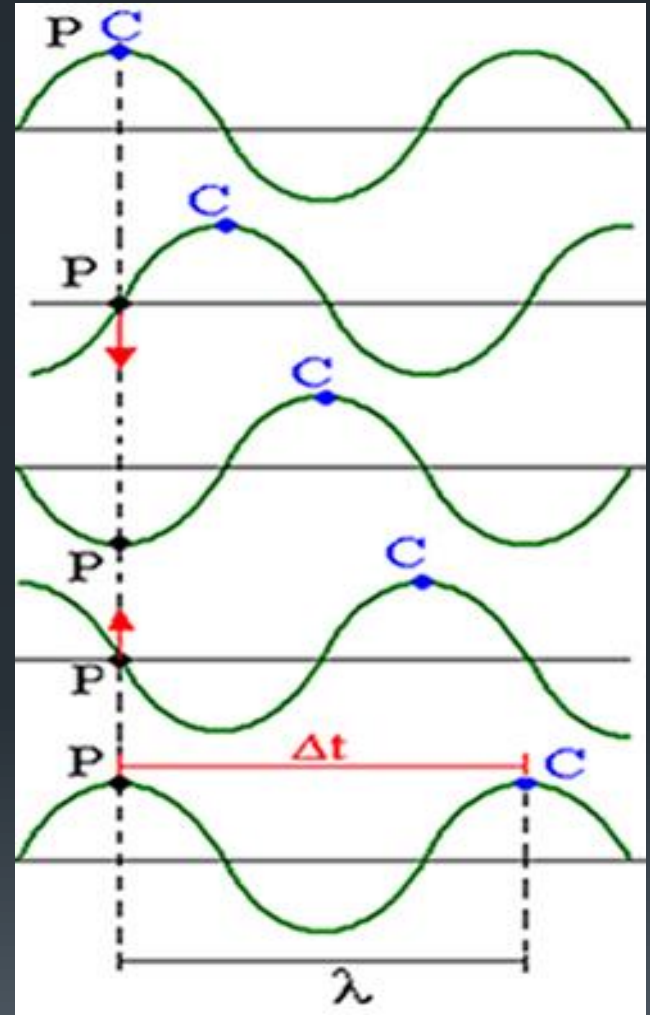
- O período T de uma onda é definido como o intervalo de tempo em que ocorre 1 oscilação completa da onda, quer seja mecânica, quer seja eletromagnética;
- A frequência f é definida como o número n de oscilações completas realizadas em certo intervalo de tempo Δt , matematicamente:
 - $f = \frac{n}{\Delta t}$
- No SI a frequência é medida ciclos (ou oscilações) por segundo, denominada Hz (Hertz).
- Podemos demonstrar que período é definido como: $T = \frac{1}{f}$
- No SI ele é medido em segundos.

Velocidade:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Comprimento de Onda}}{\text{Período}}$$

$$v = \lambda f$$



Hora de praticar!



wave-on-a-string_pt_BR.html

✓ **Simulador de Ondas Mecânicas em uma corda.**



radio-waves_pt_BR.jar

✓ **Simulador de Ondas de Rádio e Campos eletromagnéticos.**

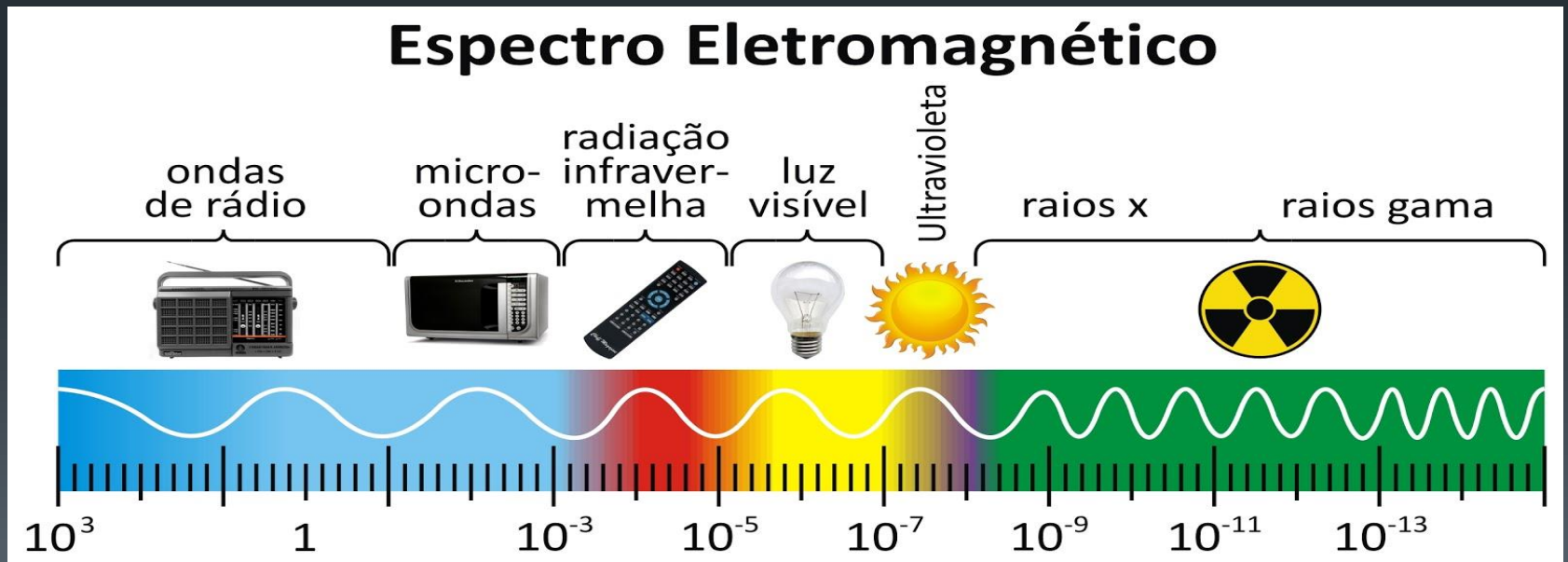


color-vision_pt_BR.html

✓ **Simulador da Visão de Cor baseada no Espectro Visível.**

Espectro eletromagnético

- O **espectro eletromagnético** é o conjunto de todas as frequências da radiação **eletromagnética**. O **espectro eletromagnético** se estende desde as ondas de baixa frequência, ondas de rádio, até as de maior frequência como as da radiação gama.



Comprimento de onda



10^3

10^{-2}

10^{-5}

$.5 \times 10^{-6}$

10^{-8}

10^{-10}

10^{-12}

Aproximadamente o tamanho de



edifícios



humanos



abelhas



Cabeça de alfinete



protozoários



moléculas

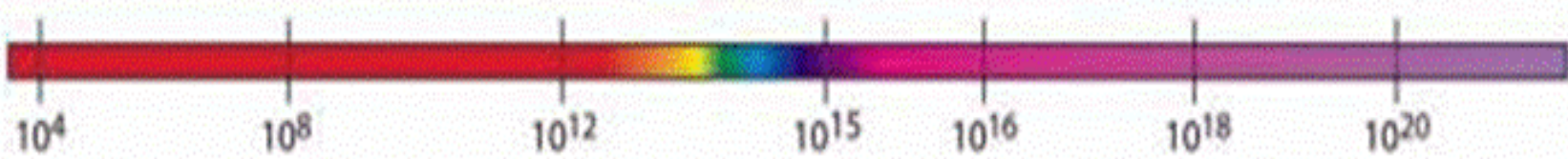


átomos



núcleo atômico

Frequência (Hz)



10^4

10^8

10^{12}

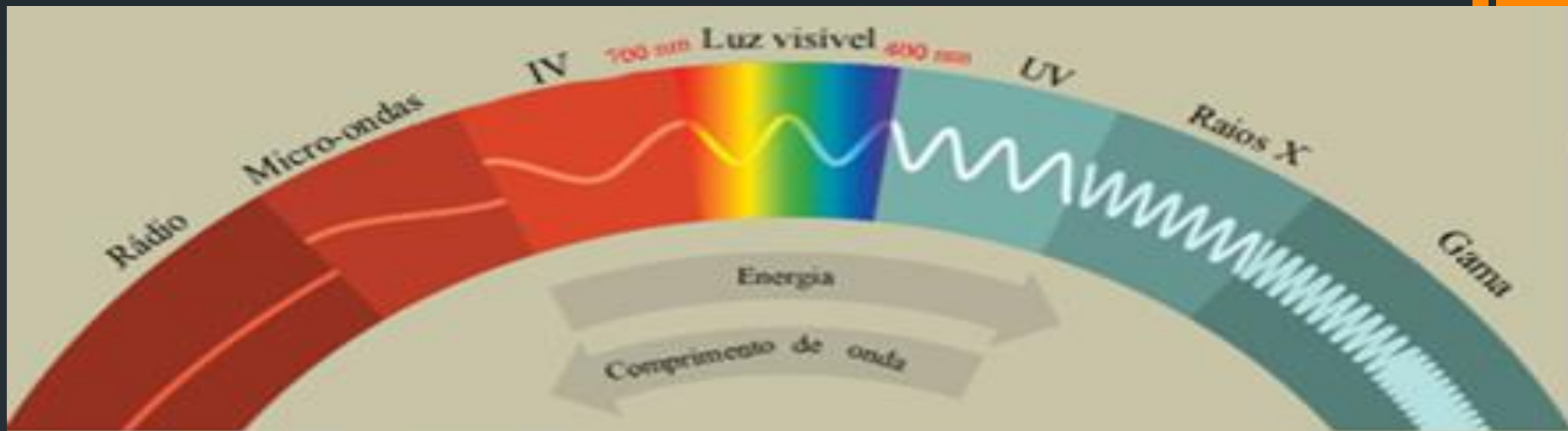
10^{15}

10^{16}

10^{18}

10^{20}

Espectro eletromagnético



Região visível:

violeta = $6,67 \cdot 10^{14}$ Hz a $7,50 \cdot 10^{14}$ Hz

anil = $6,0 \cdot 10^{14}$ Hz a $6,67 \cdot 10^{14}$ Hz

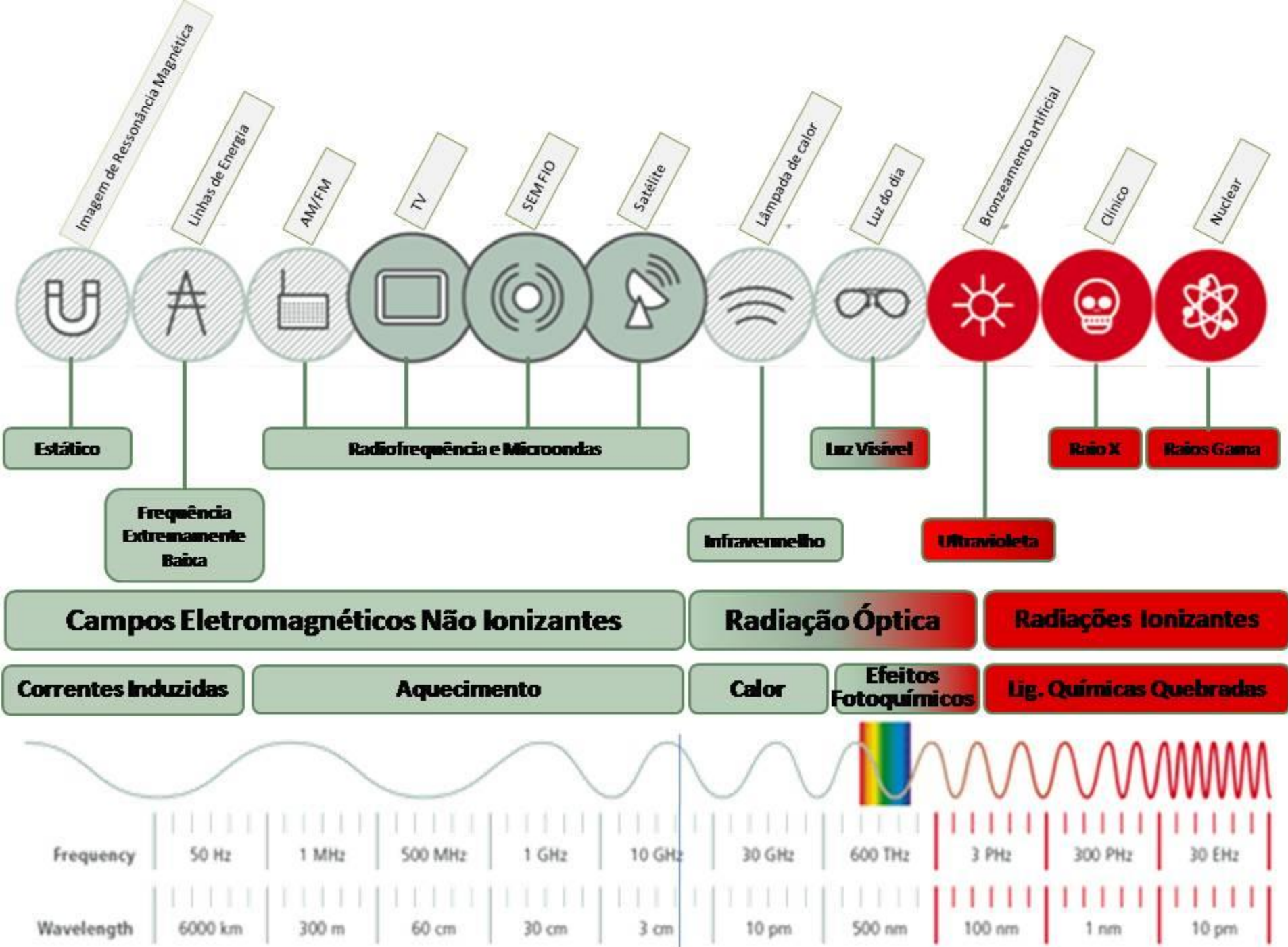
azul = $5,66 \cdot 10^{14}$ Hz a $6,00 \cdot 10^{14}$ Hz

verde = $5,26 \cdot 10^{14}$ Hz a $5,66 \cdot 10^{14}$ Hz

amarelo = $5,08 \cdot 10^{14}$ Hz a $5,26 \cdot 10^{14}$ Hz

laranja = $4,84 \cdot 10^{14}$ Hz a $5,08 \cdot 10^{14}$ Hz

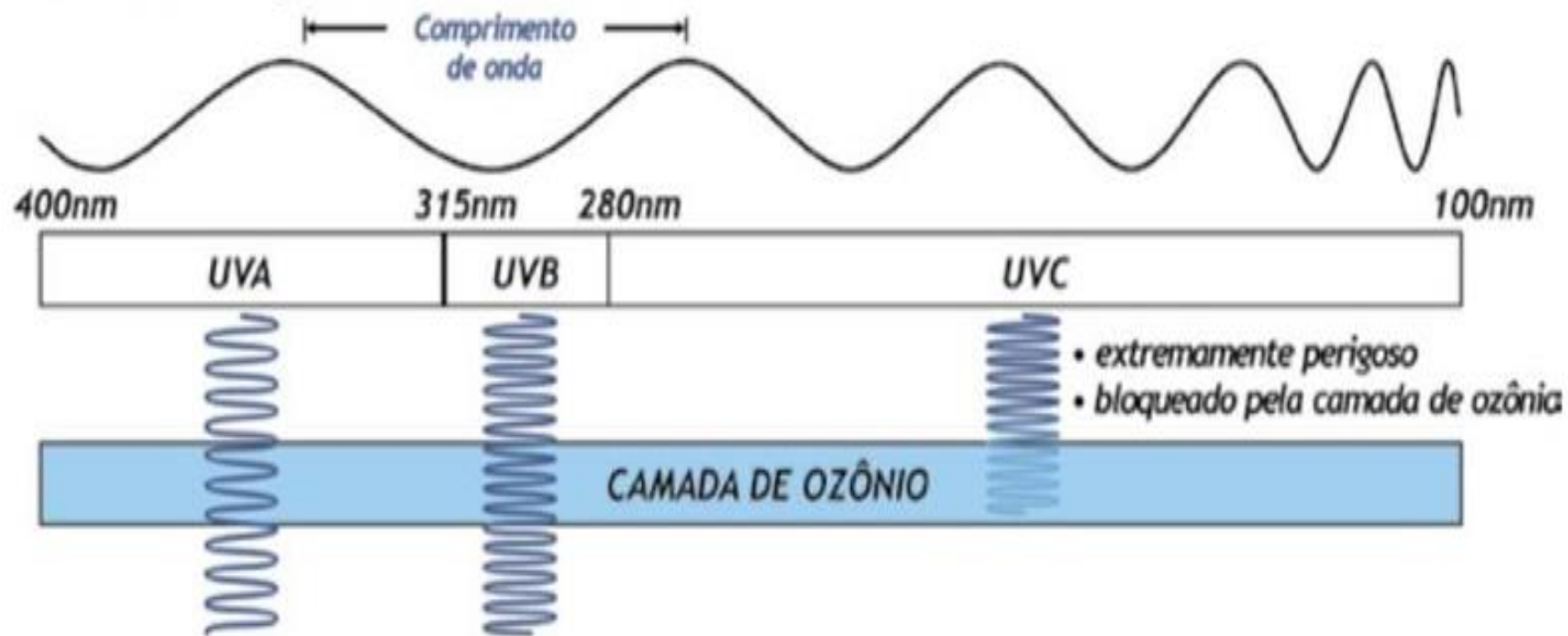
vermelho = $4,00 \cdot 10^{14}$ Hz a $4,84 \cdot 10^{14}$ Hz



Radiação Ultravioleta

- A **radiação ultravioleta** é o conjunto de ondas eletromagnéticas cujo comprimento de onda é menor que 400 nm. As camadas da atmosfera terrestre filtram a maior parte da radiação que o Sol emite especialmente a camada de ozônio.
- Os seres vivos suportam facilmente pequenas doses de radiação ultravioleta, pois as células danificadas podem se regenerar. No entanto a elevada exposição aos raios ultravioletas pode acarretar, danos a uma taxa maior do que a reparação pelo sistema imunológico. Isto causa riscos para a saúde tais como: catarata, câncer de pele e deficiência no sistema imunológico. Além disso a radiação ultravioleta é sentida pela fauna e flora terrestre.
- 99% da radiação UVA atinge o nível do mar.


TIPOS DE RADIAÇÃO ULTRA VIOLETA



- envelhecimento precoce
- enrugamento da pele
- implicado no câncer de pele
- câncer de pele
- catarata
- queimadura de sol

Radiação Ultravioleta

- Os raios ultravioleta também são refletidos por diversos materiais e, mesmo quando não estamos diretamente sob a luz do Sol, podemos nos queimar facilmente. A areia da praia, por exemplo, chega a refletir 20% da radiação UV incidente. A neve, que pode refletir cerca de 90%. É imprescindível a proteção para esquiadores e alpinistas neste sentido. Em contrapartida, muitas substâncias, como o vidro, absorvem a radiação ultravioleta.
- Para uma adequada proteção da ação dos raios UV, podemos usar bloqueadores solares específicos para essa radiação. Esses protetores usam produtos químicos que absorvem a radiação UV, não permitindo que a pele seja afetada. Para que sejam eficientes, os filtros e bloqueadores devem absorver a radiação UVB, que é a mais prejudicial.

- 
- A pele e os olhos são as principais áreas de risco à saúde.....
 - Em trabalhadores expostos sem proteção adequada os limites de exposição geralmente aceitáveis podem ser excedidos.
 - Superexposição à radiação UV pode causar queimaduras, doenças e câncer de pele.
 - Nos olhos pode causar cataratas.
 - A exposição pode também ter o sistema imune debilitado.

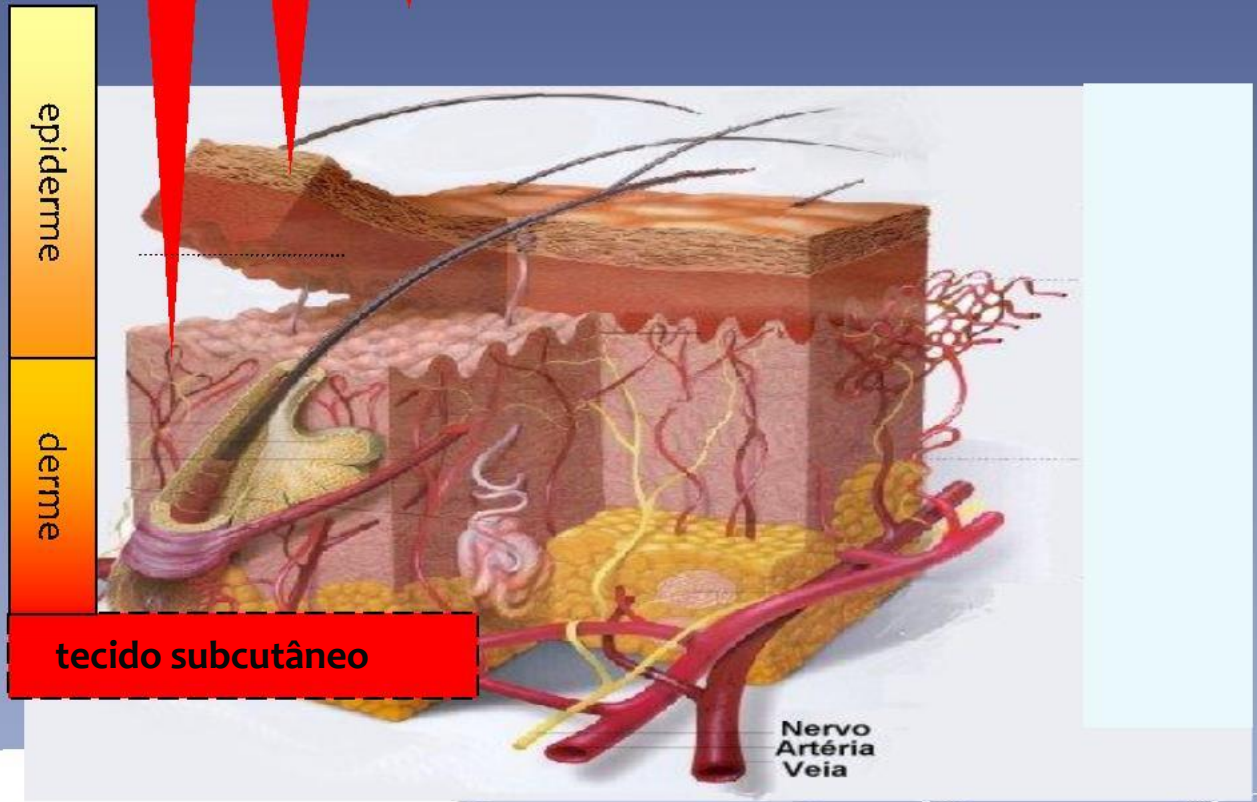
Radiação UVA

Maior parte do espectro ultra violeta, a radiação UVA possui intensidade constante durante todo o ano, atingindo a pele praticamente da mesma forma durante o inverno ou o verão. Sua intensidade também não varia muito ao longo do dia, sendo pouco maior entre 10 e 16 horas que nos outros horários. Penetra profundamente na pele, sendo a principal responsável pelo fotoenvelhecimento. Tem importante participação nas fotoalergias e também predispõe a pele ao surgimento do câncer.

Radiação UVB

Sua incidência aumenta muito durante o verão, especialmente nos horários entre 10 e 16 horas quando a intensidade dos raios atinge seu máximo. Os raios UVB penetram superficialmente e causam as queimaduras solares. É a principal responsável pelas alterações celulares que predispõem ao câncer da pele.

| | | |
|------------|------------|------------|
| UVA | UVB | UVC |
| 320 a | 290 a | 100 a |
| 400 nm | 320 nm | 290 nm |



As camadas da pele e os efeitos da radiação ultravioleta

Fonte:
www.saudetotal.com.br

Medidas de proteção contra a radiação ultravioleta

➤ Para proteção coletiva:

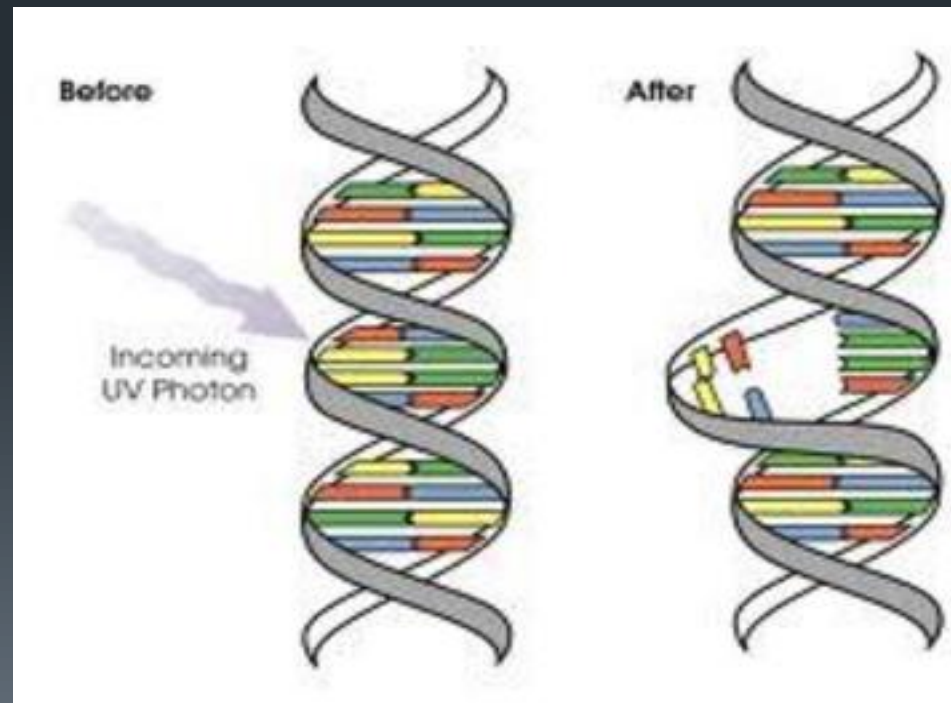
- uso de tecidos que impedem ou bloqueiam os raios UV;**
- uso de barracas/toldo;**
- uso de guarda-sol;**
- uso de coberturas e janelas de vidro, que funcionam como barreiras físicas.**

Para proteção individual:

- ✓ evitar horários de pico solar (entre 10 da manhã e 16h da tarde);**
- ✓ manter-se na sombra nas horas mais quentes do dia;**
- ✓ evitar bronzeamento artificial usar chapéu com abas largas;**
- ✓ usar blusas de mangas longas;**
- ✓ usar calças compridas;**
- ✓ usar óculos;**
- ✓ usar cremes e/ou loções com filtro solar superior a 15 FPS.**

Campanha Nacional de Prevenção ao Câncer de Pele

Os especialistas da Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) advertem: a exposição ao sol de forma inadequada pode trazer inúmeros prejuízos à pele, além de ser responsável pelo câncer de maior incidência no Brasil – o da pele. Preocupada com os números alarmantes da doença no país, a SBD criou, em 1999, o Programa Nacional de Controle do Câncer da Pele (PNCCP). Há muitos anos a Campanha Nacional de Prevenção ao Câncer da Pele leva aos brasileiros informação, diagnóstico e tratamento de qualidade, tudo gratuitamente.



Roteiro B-4

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 2º ano do Ensino Médio

Turma: 202

Duração: 45 min

Tema da aula: “Pressão de Radiação”

Objetivo geral: Discutir a energia e quantidade de movimento das ondas eletromagnéticas.

Objetivos específicos:

- Recapitular o conceito de Quantidade de Movimento Linear e apresentar o conceito de pressão.
- Ampliar o alcance e a profundidades dos conceito relativos às ondas eletromagnéticas, relacionando-as ao fótons.
- Apresentar aplicações tecnológicas para propulsão de naves e sondas espaciais baseadas em conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN) & Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+):

- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos. (PCN)
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Quantidade de movimento linear;
- Pressão; e
- Fóton.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf intitulada: *Pressão de Radiação*.
- Texto didático (pag. 189-191 do livro “Compreendendo a Física – Eletromagnetismo e Física Moderna”): *Energia e quantidade de movimento de ondas eletromagnéticas*.
- Vídeo 1: *Pressão de Radiação Museu da PUCRS*.
- Vídeo 2: *3 maneiras de impulsionar uma espaçonave interestelar*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Apresentação em pdf (15 min).
- Dinâmica 1: Podemos iniciar perguntado aos estudantes quais são os seus conhecimentos prévios sobre pressão, anotando na lousa as ideias apresentadas. Em seguida propomos aos alunos um desafio acerca da possibilidade de um astronauta utilizar uma lanterna para se mover no espaço sideral distante de sua espaçonave, devido a uma avaria no sua mochila a jato. Em seguida iniciamos a apresentação na lousa revisando o conceito de quantidade de movimento e detalhando as ideias relativas à pressão no contexto da Mecânica seguindo o pdf, culminando com a discussão no contexto do Eletromagnetismo.
- Momento 2: Leitura do texto didático (15 min).
- Dinâmica 2: Os alunos são convidados a realizarem a leitura do texto do livro didático acerca da Energia e quantidade e movimento linear das ondas eletromagnéticas. O professor media a compreensão dos aspectos matemáticos do texto.
- Momento 3: Vídeos 1 e 2 (15 min).
- Dinâmica 3: Os desafios científicos-tecnológicos da propulsão são debatidos com a exposição de dois vídeos. O primeiro instigando-os a pensarem em termos de pressão de radiação e o segundo

com ênfase em tópicos da Física Moderna e Contemporânea, como fissão e fusão nucleares, reação entre matéria e anti-matéria, além da própria quantidade de movimento associada à radiação.

Referência: ROTEIRO B-4

1. Vídeo 1: *Pressão de Radiação Museu da PUCRS*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ur5GMrXcdeI>

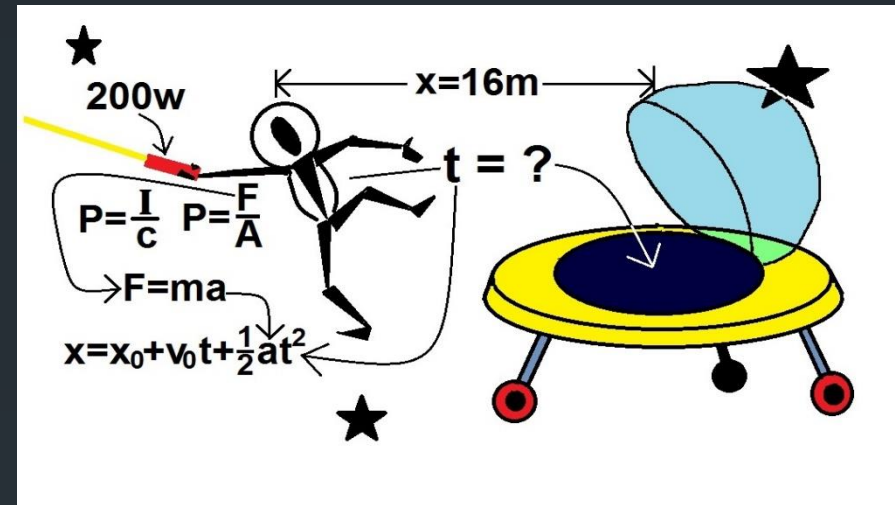
2. Vídeo 2: *3 maneiras de impulsionar uma espaçonave interestelar*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4Nvh1JvaKkM&t=5s>



FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS SOL E AURORAS – MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA – 2º ANO EM

Pressão de Radiação

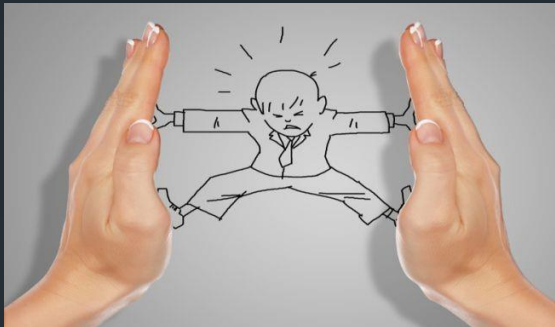
- O que é você entende por pressão?



Pressão

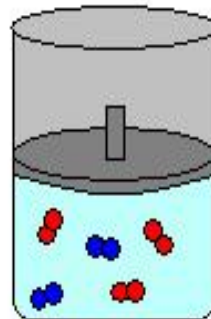


?



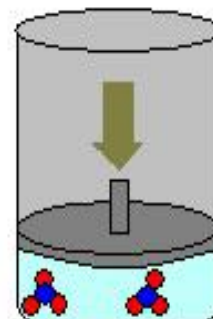
Pressão menor

Maior volume



Pressão maior

Menor volume



PRESSÃO

Força aplicada perpendicular a uma certa área.



$$P = \frac{F}{A}$$

Unidades de Medida (S.I)

$$[F] = N$$

$$[A] = m^2$$

$$[P] = N/m^2 \text{ (Pa)} = \text{Pascal}$$



Atenção: Essa equação é utilizada principalmente quando calculamos a pressão de um corpo sólido!

A força aplicada na figura acima tem módulo igual ao peso do corpo. Quem aplica pressão na areia é a força de compressão conhecida como força normal.

Em pé a pressão é maior, pois a área é menor. Deitado a área aumenta, logo a pressão diminui!

PRESSÃO EM LÍQUIDOS

Quando trabalhamos com fluidos (líquidos e gases), o comportamento da pressão depende de outros fatores. Para líquidos em repouso a pressão é dada por:

$$P = d \cdot g \cdot h$$

[P] = pressão aplicada pelo líquido (N/m²)

[d] = densidade do líquido (kg/m³)

[g] = gravidade (m/s²)

[h] = altura da coluna de líquido (m)

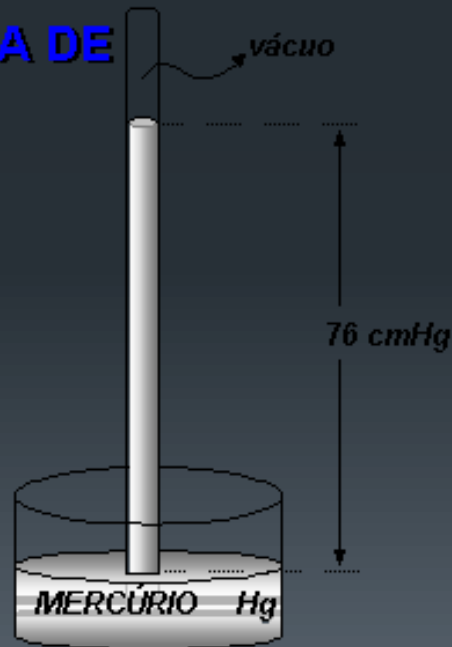
*A pressão exercida exclusivamente pelos líquidos é conhecido **pressão manométrica.***

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

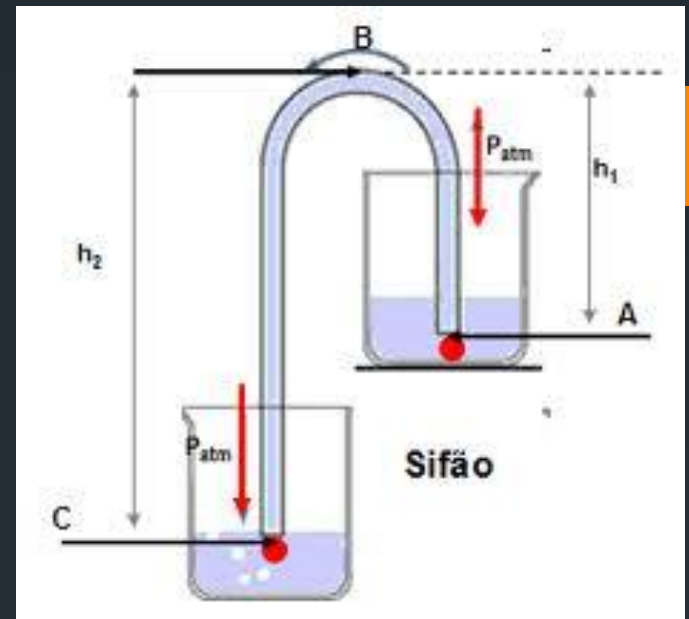
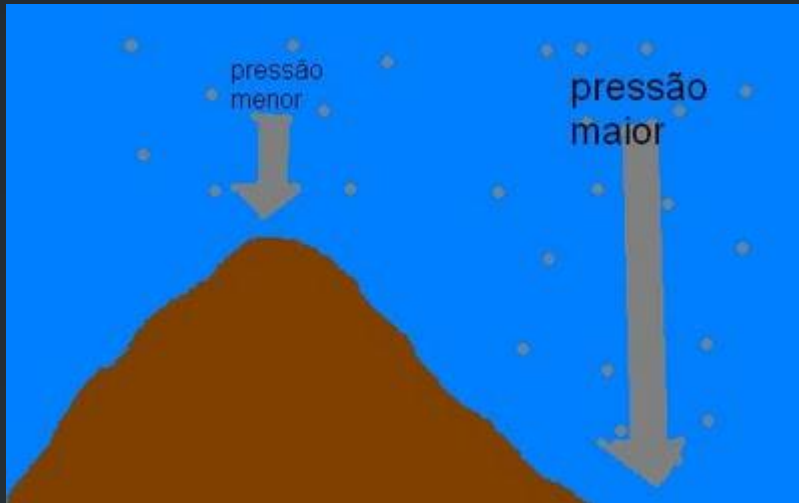
O ar, por ser um fluido, exerce pressão nos corpos.

$$P_{ATM} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ atm}$$

EXPERIÊNCIA DE
TORRICELLI



1 atm = 76 cmHg)



Um fluido sempre se desloca da região de maior pressão para a região de menor pressão!



Pressão de Radiação

- **Leitura:**

Texto didático (pag. 189-191 do livro “Compreendendo a Física – Eletromagnetismo e Física Moderna”) – Energia e quantidade de movimento de ondas eletromagnéticas!

$$p_{rad} = \frac{I}{c}$$

Pressão de Radiação

- Ondas transportam energia;
- Ondas eletromagnéticas (OEMG) transportam energia graças a propagação do campo eletromagnético;
- OEMG incide em uma placa metálica provocando o movimento dos elétrons;
- A OEMG transfere quantidade de movimento aos elétrons;
- Pelo princípio de conservação da quantidade movimento a OEMG transfere, além de energia, também quantidade de movimento!

Vídeos

- **Vídeo 1: Pressão de Radiação Museu da PUCRS.**

<https://www.youtube.com/watch?v=ur5GMrXcdeI>

- **Vídeo 2: 3 maneiras de impulsionar uma espaçonave interestelar.**

<https://www.youtube.com/watch?v=4Nvh1JvaKkM&t=3s>

Anexo II - Roteiro B-4

2. Energia e quantidade de movimento de ondas eletromagnéticas

A característica de todo movimento ondulatório é o transporte de energia eletromagnéticas não têm meio de suporte para se propagarem e, nesse caso, pode-se descrever o transporte de energia realizado por elas apenas por meio da propagação de vetores campo elétrico e campo magnético, oscilantes e perpendiculares entre si.

Assim, quando uma onda eletromagnética interage com um meio material – uma placa metálica condutora, por exemplo –, a energia transportada por esses campos provoca a movimentação de elétrons dessa placa na região em que a onda incide. Em outras palavras, uma onda eletromagnética sempre comunica uma determinada quantidade de movimento aos elétrons com os quais interage. Então, pelo princípio da conservação da quantidade de movimento, conclui-se que a onda eletromagnética, além de energia, transporta também quantidade de movimento. Essa quantidade de movimento, de módulo p , pode ser obtida da energia total, E , dessa onda por meio da expressão:

$$p = \frac{E}{c}$$

Mas se a onda eletromagnética comunica a um anteparo uma determinada quantidade de movimento, ela exerce sobre ele um impulso, o que origina uma **pressão de radiação**, do mesmo modo que um gás exerce pressão nas paredes do recipiente que o contém. Em outras palavras, a luz pode exercer força sobre um anteparo. Apesar de essa força ter módulo extremamente pequeno, ele é relevante no espaço sideral, onde a força é exercida continuamente e praticamente não há forças de resistência.

Assim, chamando a pressão de radiação de p_{rad} , a sua expressão é:

$$p_{rad} = \frac{I}{c}$$

em que I é a intensidade de radiação que incide normalmente sobre a área S de um anteparo, que a absorve integralmente.

A unidade da pressão de radiação no SI é pascal (Pa), o que se demonstra facilmente desenvolvendo a expressão anterior apenas com as unidades das grandezas:

$$[p_{rad}] = \frac{\frac{W}{m^2}}{\frac{m}{s}} = \frac{W \cdot s}{m^3} = \frac{J \cdot s}{m^3} = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

Essa identidade de unidades nos ajuda a entender a natureza dessa grandeza.

Observação: Quando se expressa uma grandeza entre colchetes, como no caso de $[p_{rad}]$ acima, estamos nos referindo apenas às suas dimensões ou unidades.

AS IMAGENS DESTA PÁGINA NÃO ESTÃO REPRESENTADAS EM PROPRIEDADE



• Figura 11.2. Conceção artística da nave Ikaros no espaço.



• Figura 11.3. Vela da nave solar Ikaros desfraldada. Fotografia obtida do foguete lançador no início da navegação.

AS ILUSTRAÇÕES DESTA PÁGINA ESTÃO REPRESENTADAS SEM ESCALA E EM CORES FANTASIA.

Velejando com a radiação solar

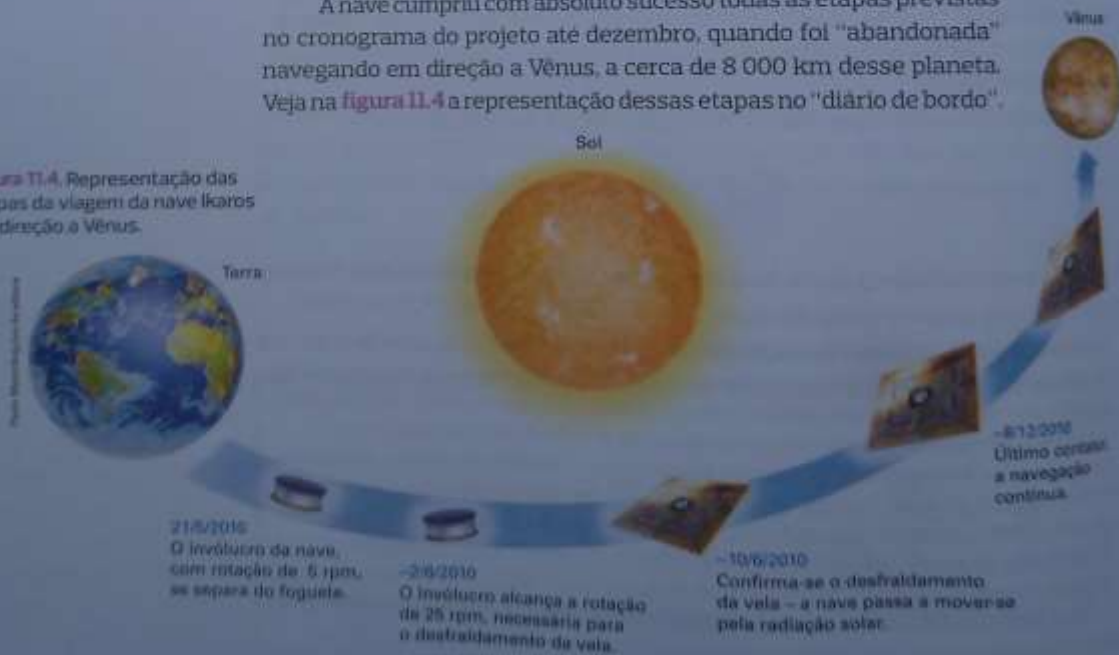
Desde que se comprovou a existência da pressão de radiação, há pouco mais de cem anos, cogitou-se a possibilidade de aproveitar a pressão exercida pela **radiação solar** para construir uma nave espacial a vela, movida por esse "vento solar" (neste caso, essa expressão está entre aspas porque não se trata do vento solar a que nos referimos na abertura desta unidade, mas da força exercida apenas pelos fótons da radiação eletromagnética emitida pelo Sol).

No ano 2000, a empresa norte-americana The Planetary Society iniciou o projeto de construção e lançamento de uma nave espacial solar, mas até hoje, desde os primeiros testes em 2001, todas as tentativas dessa empresa de colocar essa nave no espaço fracassaram, principalmente por causa da dificuldade de a imensa vela dessa nave se desfraldar no espaço, problema que acabou sendo resolvido por outra empresa, a Jaxa (Japan Aerospace Exploration Agency – Agência de Exploração Aeroespacial do Japão).

Em 21 de maio de 2010, a Jaxa conseguiu lançar sua nave solar Ikaros (de Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun, expressão que pode ser traduzida como 'pipa interplanetária acelerada pela radiação solar'). Trata-se de uma nave que usa dois mecanismos propulsores: o primeiro, uma grande vela solar de 200 m² movida diretamente pela pressão de radiação da luz solar; o segundo, motores de propulsão iônica, ainda em fase de teste, acionados pela energia elétrica convertida a partir da energia solar captada por uma fina membrana que reveste a vela. Veja as **figuras 11.2 e 11.3**.

A nave cumpriu com absoluto sucesso todas as etapas previstas no cronograma do projeto até dezembro, quando foi "abandonada" navegando em direção a Vênus, a cerca de 8 000 km desse planeta. Veja na **figura 11.4** a representação dessas etapas no "diário de bordo".

• Figura 11.4. Representação das etapas da viagem da nave Ikaros em direção a Vênus.



O sucesso desse empreendimento levou a Jaxa a planejar uma nova missão: uma nave solar dirigida a Júpiter e aos seus asteroides troianos (nome dado a um grande número de asteroides – estima-se em 1 milhão) que "compartilham"

mesma órbita desse planeta. O baixo custo desse tipo de nave tem despertado o interesse de inúmeros países. Um exemplo de mais uma nova tecnologia que surge depois de décadas – nesse caso, mais de um século – da descoberta de seu princípio físico.

Roteiro B-5

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 2º ano do Ensino Médio

Turma: 202

Duração: 45 min

Tema da aula: “Introdução a Física Nuclear: processos de fissão e fusão termonuclear.”

Objetivo geral: Tratar as ideias básicas da fissão e fusão nucleares.

Objetivos específicos:

- Explorar recursos didáticos contemporâneos sobre as ideias fundamentais da fissão e da fusão nuclear.
- Potencializar a construção de um campo conceitual sobre plasmas estendendo o alcance das situações didáticas.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) & Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC):

- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. (PCN+)
- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (BNCC)

Conteúdo Físico:

- Fissão Nuclear; e
- Fusão Nuclear.

Recursos instrucionais:

- Aplicativo para smartfone disponível para o sistema “Android” na “Playstore” intitulado: *Física Nuclear*.
- Vídeo 1: *Fissão e Fusão Nuclear*.
- Vídeo 2: *Discovery Channel - Energia a Fusão nuclear*.
- Vídeo 3: *Explicando Energia de Fusão - O Futuro ou Fracasso*.
- *Exercícios sobre Ondas, Radiações, Fissão Nuclear e Fusão Nuclear*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Aplicativo de smartfone (20 min).
- Dinâmica 1: Iniciamos a aula apresentando o aplicativo para smartfone chamado Física Nuclear. Demonstramos a utilização do mesmo solicitando aos alunos que instalem em seus aparelhos e façam a leitura de dois tópicos: fissão e fusão nuclear. Chamamos a atenção quanto ao recurso de áudio disponível, permitindo que o conteúdo seja ouvido. Os alunos podem ser organizados em grupos para se apropriarem das informações disponíveis.
- Momento 2: Vídeo 1, 2 e 3 (15 min).
- Dinâmica 2: Os vídeos sobre fissão e fusão nuclear são apresentados visando relacionar os conhecimentos obtidos com a leitura/audição pregressa.
- Momento 3: Atividade final (10 min).
- Dinâmica 3: São propostos exercícios a fim de contribuir para a apropriação dos conhecimentos sobre Ondas, Radiações e referentes à aula de hoje, sobre fissão e fusão nuclear. Nesse momento os educandos falam abertamente sobre as impressões frente à magnitude dos saberes tratados nestas cinco aulas.

Referência: ROTEIRO B-5

1. Aplicativo para smartfone disponível para o sistema “Android” na “Playstore” intitulado: *Física Nuclear*. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.do_apps.catalog_827
2. Vídeo 1: *Fissão e Fusão Nuclear*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=r_JzzqE6gAc
3. Vídeo 2: *Discovery Channel - Energia a Fusão nuclear*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=AmKfL_ixWPY
4. Vídeo 3: *Explicando Energia de Fusão - O Futuro ou Fracasso*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mZsaaturR6>

APÊNDICE C – Módulo didático para o 3º ano do EM

Em se tratando do 3º ano do EM apresentamos o módulo didático sobre a Auroras, que articula ideias da Física Clássica com elementos mais contemporâneos da ciência. Aqui cabe um nível de profundidade um pouco maior em relação aos conceitos e à linguagem, visto que os estudantes encontram-se, comparativamente aos anos anteriores, em uma condição de maior maturidade e responsabilidade em relação aos seus conhecimentos formativos na Física básica. Novamente os recursos didáticos selecionados são a base metodológica das aulas, as quais versam sobre os assuntos abaixo:

1. Campo Elétrico
2. Campo Magnético
3. Auroras e a dinâmica de partículas carregadas em campos eletromagnéticos
4. Presença de plasmas na natureza, aplicações tecnológicas e a blindagem de Debye
5. Confinamento de plasmas

A Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd constitui parte da fundamentação teórica indispensável quanto aos aspectos pedagógicos do trabalho. No módulo proposto a diversidade de situações nas quais observamos a ocorrência dos conceitos é um ponto de destaque, assim como a perspectiva de que o estudante consiga desenvolver um campo conceitual dentro da FMC, especificamente, no âmbito da Física de Plasmas.

Roteiro C-1

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 3º ano do Ensino Médio

Turma: 302

Duração: 45 min

Tema da aula: “Campo elétrico”

Objetivo geral: Conceituar campo elétrico, enfatizando que campo elétrico e campo magnético são indissociáveis e se transformam um no outro sob uma mudança de referencial.

Objetivos específicos:

- Perscrutar os conhecimentos prévios dos alunos questionando-os sobre que o que sabem a respeito da eletricidade e do magnetismo.
- Apresentar a Lei de Coulomb, o campo elétrico associado a uma partícula e o potencial elétrico, bem como o fenômeno da Gaiola de Faraday;
- Simular a transferência de carga elétrica, por atrito, evidenciando forças e campos elétricos e explorar outro simulador de campo e potencial elétrico produzido nas adjacências de concentrações de carga. Ambos simuladores do “PhET Colorado”.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN)

- 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. (PCN)

Conteúdo Físico:

- Carga elétrica;
- Campo elétrico;
- Potencial elétrico;
- Corrente elétrica; e
- Campo magnético.

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf sobre o *Campo Elétrico*.
- Simulador 1, do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Balões e eletricidade estática*.
- Simulador 2, do “PhET Colorado”: *Cargas e Campos*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Discussão sobre a natureza da eletricidade e do magnetismo e uso do simulador 1 (15 min).
- Dinâmica 1: Perguntamos se os alunos sabem qual é a natureza da eletricidade e do magnetismo presente em fenômenos como relâmpagos e em equipamentos eletromagnéticos em geral. Em seguida iniciamos a apresentação explorando o simulador de eletrização, visando dirigir a discussão para as cargas e os campo elétricos.
- Momento 2: Apresentação em pdf (20 min).
- Dinâmica 2: Logo em sequência ao uso do simulador 1, os educandos podem ser indagados se conhecem alguma relação entre os campos elétricos e os tubarões ou se se já viram algo a respeito da gaiola de Faraday, conforme a imagem do slide nº 4.
- Momento 3: Uso do simulador 2 (10 min).
- Dinâmica 3: Investigação e discussão das propriedades do campo elétrico, bem como o potencial associado, por meio da utilização do simulador 2 que trata sobre cargas e campos. Em seguida é enfatizada a característica fundamental relativa a natureza única do campo elétrico e do magnético mediante mudanças de referencial. Finalizamos tratando o campo elétrico nulo e o potencial constante na gaiola de Faraday.

Referência: ROTEIRO C-1

1. Simulador 1, do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Balões e eletricidade estática*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity
2. Simulador 2, do “PhET Colorado”: *Cargas e Campos*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

FÍSICA DE
ACELERADORES DE
PARTÍCULAS SOL E
AURORAS – MÓDULOS
DIDÁTICOS DE FÍSICA
MODERNA E
CONTEMPORÂNEA –
3º ANO EM

CAMPO ELÉTRICO

- ❖ A manifestação de forças elétricas, descrita pela Lei de Coulomb, ocorre graças a existência de um campo elétrico;
- ❖ Let's play! https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity



CAMPO
ELÉTRICO

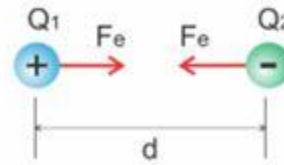


Lei de Coulomb

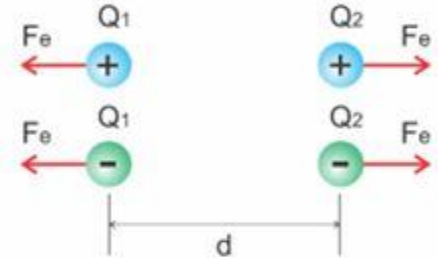


Charles Augustin de Coulomb
(1736 – 1806)

Atração
Cargas de sinais
contrários

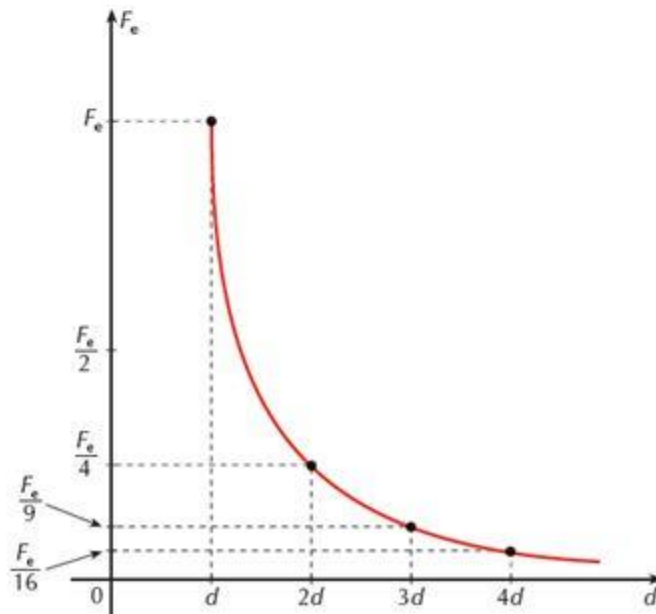


Repulsão
Cargas de mesmo
sinal



$$F_e = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

$$k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$



| Substância | K(N · m ² /C ²) |
|------------|--|
| ar seco | ≈ 9,0 · 10 ⁹ |
| água | 1,1 · 10 ⁸ |
| benzeno | 2,3 · 10 ⁹ |
| petróleo | 3,6 · 10 ⁹ |
| etanol | 3,6 · 10 ⁸ |

- ❖ O campo elétrico está intrinsecamente ligado uma das propriedades fundamentais da natureza, como sabemos, que é a carga elétrica;

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \longrightarrow$$

Sendo $F_{\text{el}} = \frac{k|Q_1||q_2|}{d^2}$ Temos que :

$$E \times |q_2| = \frac{k|Q_1||q_2|}{d^2}$$

Simplificando temos :

$$E = \frac{k|Q_1|}{d^2}$$

- ❖ https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html



CAMPO ELÉTRICO

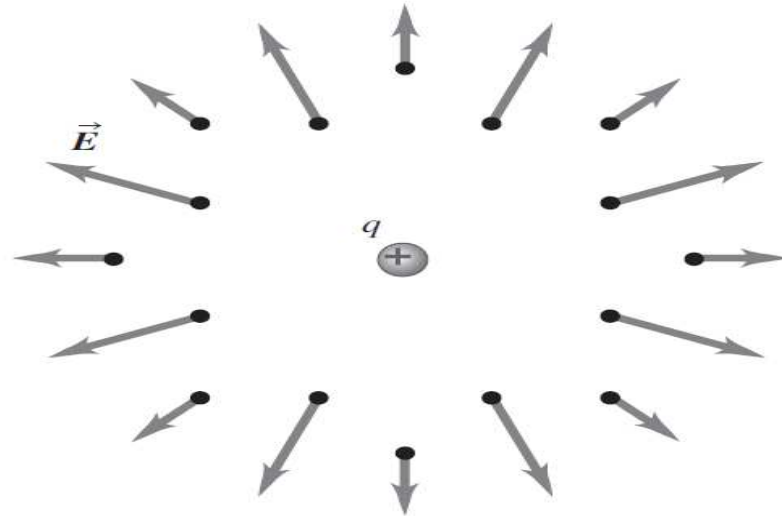
Módulo:

$$E = k_0 \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

Direção e sentido:

Radialmente para fora para a carga positiva e radialmente para dentro para a negativa.

(a) O campo produzido por uma carga puntiforme positiva aponta *para fora* da carga.



(b) O campo produzido por uma carga puntiforme negativa aponta *para dentro* da carga.

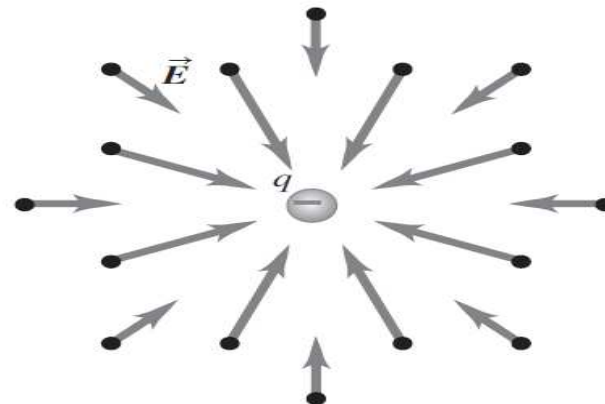


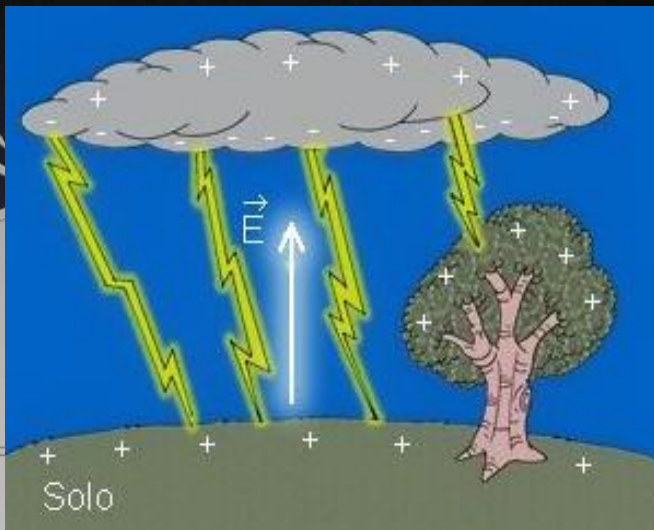
Figura 21.18 Uma carga puntiforme q produz um campo elétrico \vec{E} em todos os pontos no espaço. A força do campo diminui conforme a distância aumenta.

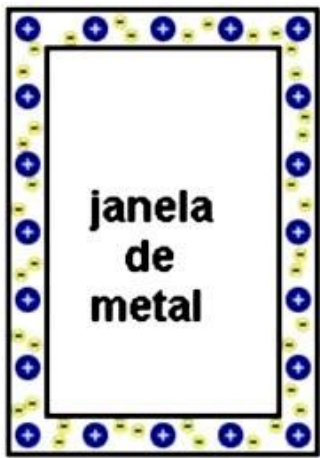
CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS

- ❖ Correntes elétricas originam campos magnéticos. Trata-se de uma ideia fundamental como veremos na aula de magnetismo.
- ❖ É importante saber que os campos elétricos e magnéticos são indissociáveis e se transformam um no outro sob uma mudança de referencial;
- ❖ Para um observador em certo referencial **cargas elétricas em repouso** estão associadas a presença de um **campo elétrico**, enquanto que para outro observador, noutro referencial, as **cargas elétricas estão em movimento** constituem um **campo magnético**.

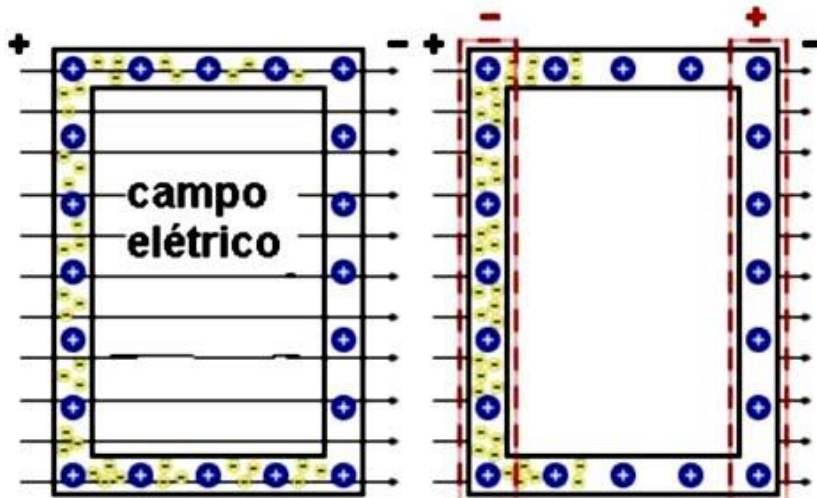


CAMPO
ELÉTRICO E
A GAÍOLA
DE
FARADAY



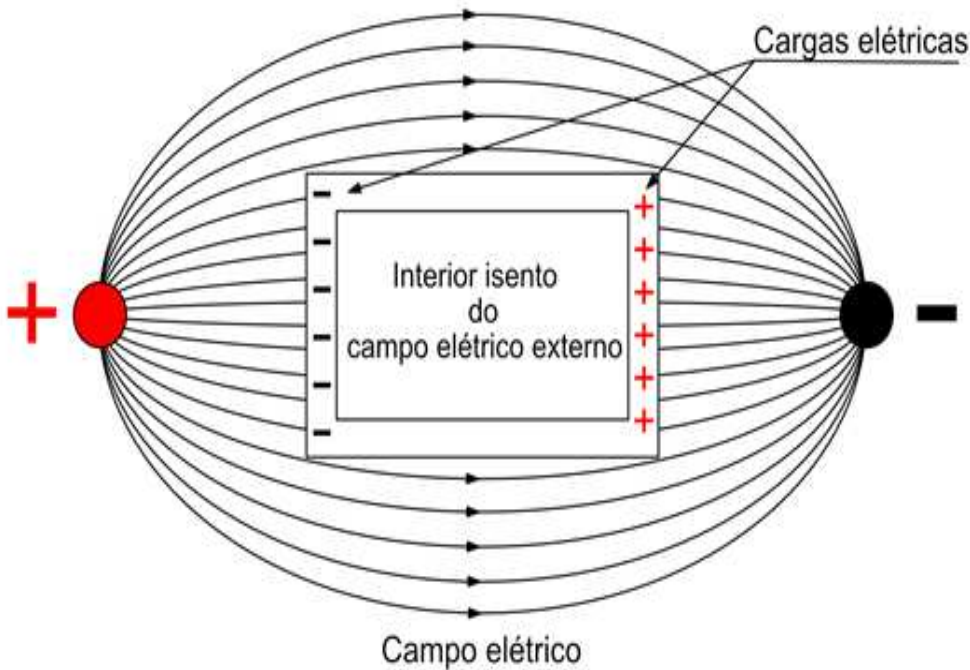
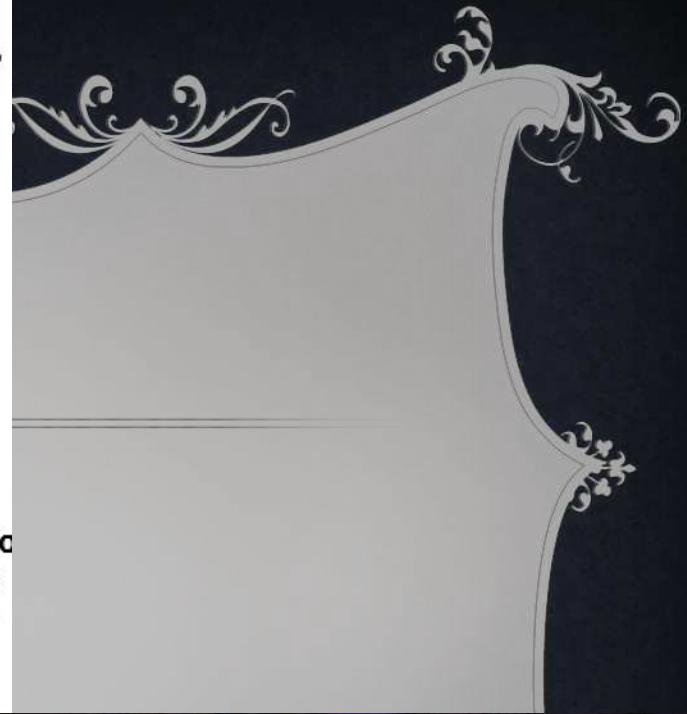


**GAIOLA DE FARADAY
COM AUSÊNCIA DO
CAMPO ELÉTRICO**



**AS PARTÍCULAS CARREGADAS
NA JANELA DA GAIOLA DE
FARADAY RESPONDE QUANDO
APLICADO CAMPO ELÉTRICO**

**CAMPOS ELÉTRICOS DENTRO
DA JANELA ESTÁ AUSENTE,
APLICADO FORA SOMENTE,
NEUTRALIZANDO O
INTERIOR DA GAIOLA**



Roteiro C-2

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 3º ano do Ensino Médio

Turma: 302

Duração: 45 min

Tema da aula: “Campo magnético”

Objetivo geral: Conceituar campo magnético, reiterando que campo elétrico e campo magnético são partes de uma só estrutura física, transformando-se um no outro mediante mudança de referencial.

Objetivos específicos:

- Enfatizar a importância da linguagem para relacionar o campo magnético com a corrente elétrica para diferentes geometrias de condutores.
- Explicar sobre o campo magnético terrestre e tecer comentários sobre o campo magnético solar.
- Simular o campo magnético terrestre, além de simular a indução de corrente elétrica pela variação do fluxo magnético visando consolidar a identidade do Eletromagnetismo. Ambos simuladores são do “PhET Colorado”.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. (PCN+)
- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Carga elétrica;
- Corrente elétrica;
- Campo elétrico; e
- Campo magnético;

Recursos instrucionais:

- Apresentação em pdf sobre o *Campo Magnético*.
- Simulador 1, do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: *Imã e Bússola*.
- Simulador 2, do “PhET Colorado”: *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Relação do campo magnético com o movimento de portadores de carga elétrica, reiterando a estreita relação dos dois campos: o elétrico e o magnético, os quais pertencem a uma estrutura mais geral, sendo intercambiáveis (10 min).
- Dinâmica 1: O professor pode explicar sobre as propriedades magnéticas da matéria, questionando se os estudantes sabem utilizar e como funciona uma bússola e em seguida discorrendo sobre os campos magnéticos terrestre e solar.
- Momento 2: Apresentação em pdf (25 min).
- Dinâmica 2: São realçados aspectos matemáticos do magnetismo bem como fundamentos conceituais, seguindo a apresentação, culminando com a resolução de três exercícios sobre o tema em lide.
- Momento 3: Simulador 1 (5 min) e Simulador 2 (5 min).
- Dinâmica 3: Investigação do campo magnético terrestre explorando o simulador 1. Em continuidade, os alunos são convidados a executarem o simulador 2 objetivando relacionar o

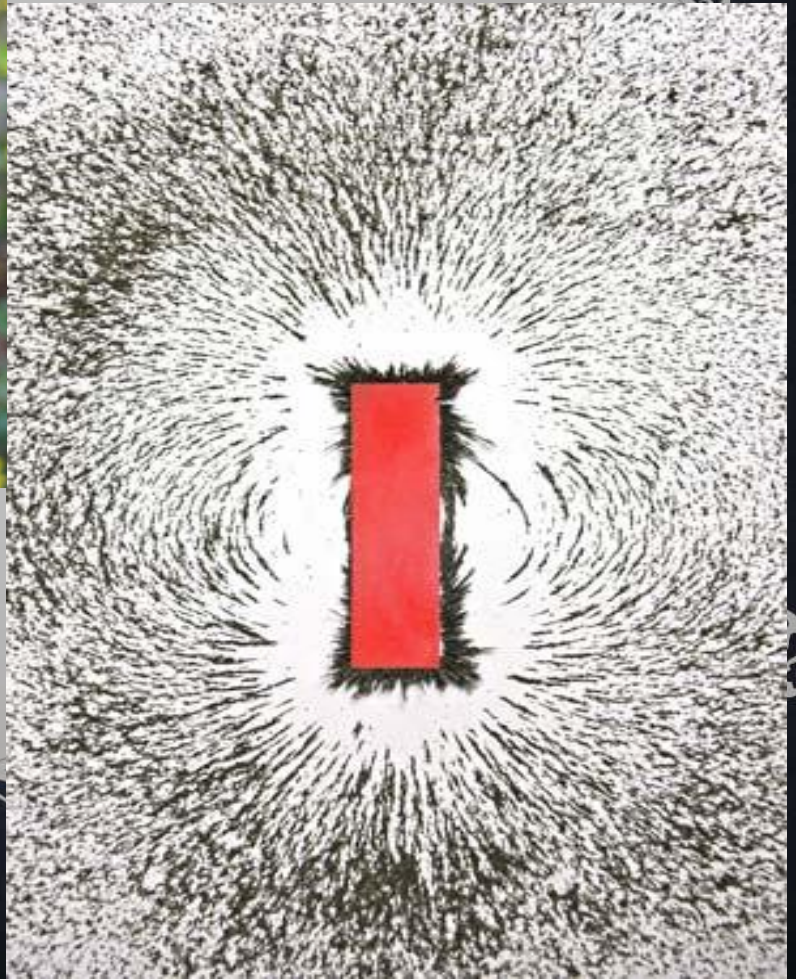
movimento de cargas com o campo magnético nos seguintes sistemas físicos: ímã em forma de barra, solenoide, eletroímã, transformador e gerador.

Referência: ROTEIRO C-2

1. Simulador 1, do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado “PhET Colorado”: ***Ímã e Bússola.*** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass
2. Simulador 2, do “PhET Colorado”: ***Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday.*** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday

**FÍSICA DE
ACELERADORES DE
PARTÍCULAS SOL E
AURORAS – MÓDULOS
DIDÁTICOS DE FÍSICA
MODERNA E
CONTEMPORÂNEA –
3º ANO EM**

CAMPO MAGNÉTICO



Propriedades Magnéticas



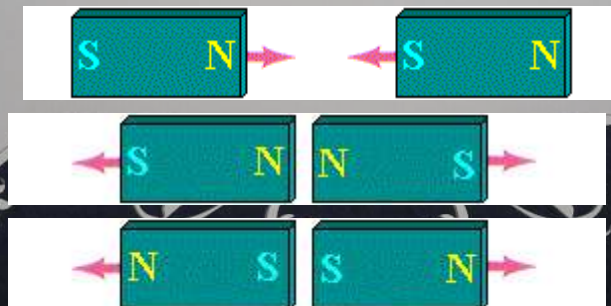
As primeiras observações de fenômenos magnéticos remontam à História Antiga graças a descoberta de um mineral designado como **Magnetita**. Ela é formada pelos óxidos de ferro II e III cuja fórmula química é Fe_3O_4 .

O mineral é um material quebradiço, fortemente magnético, de cor preta, de brilho metálico, com densidade de $5,18 \text{ g/cm}^3$. A magnetita é a pedra-ímã mais magnética de todos os minerais da Terra, e a existência desta propriedade foi utilizada para a fabricação de bússolas.

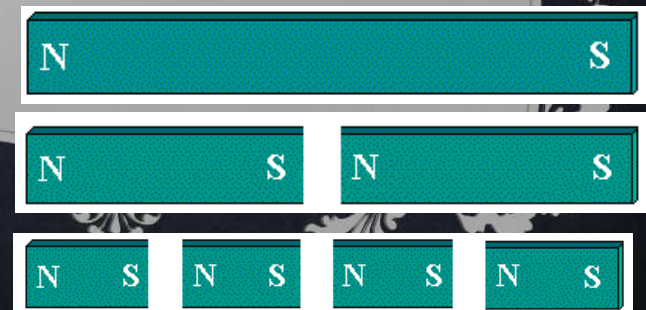
1. Polaridade



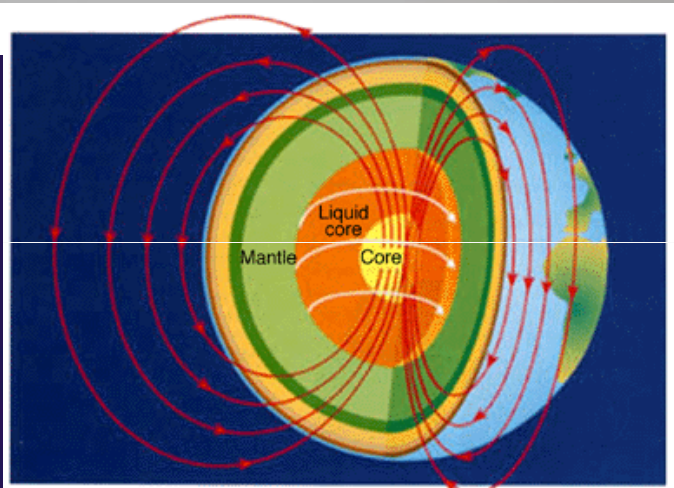
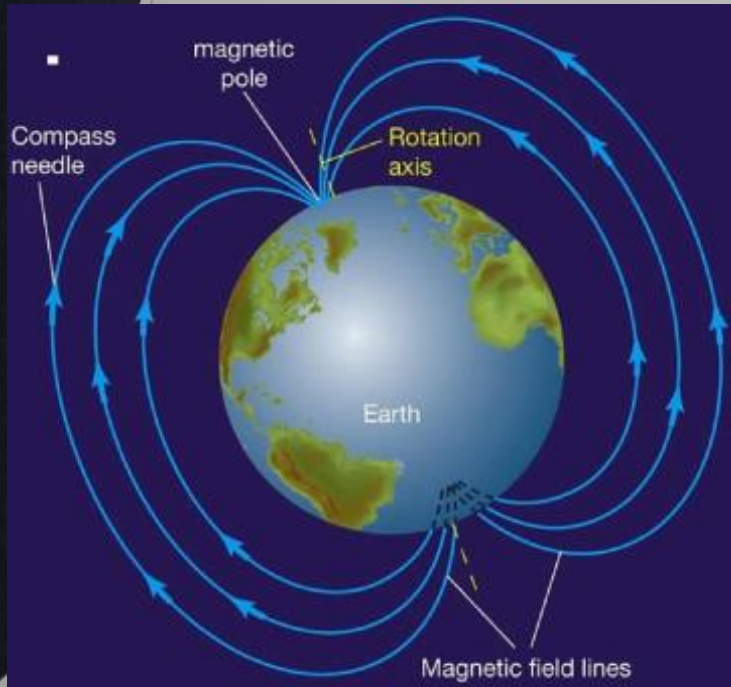
2. Atratividade



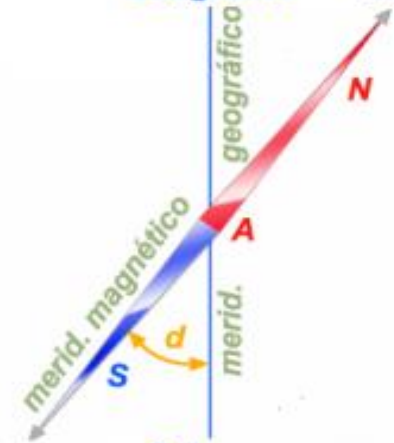
3. Inseparabilidade



Magnetismo Terrestre



Norte Geográfico Sul Magnético

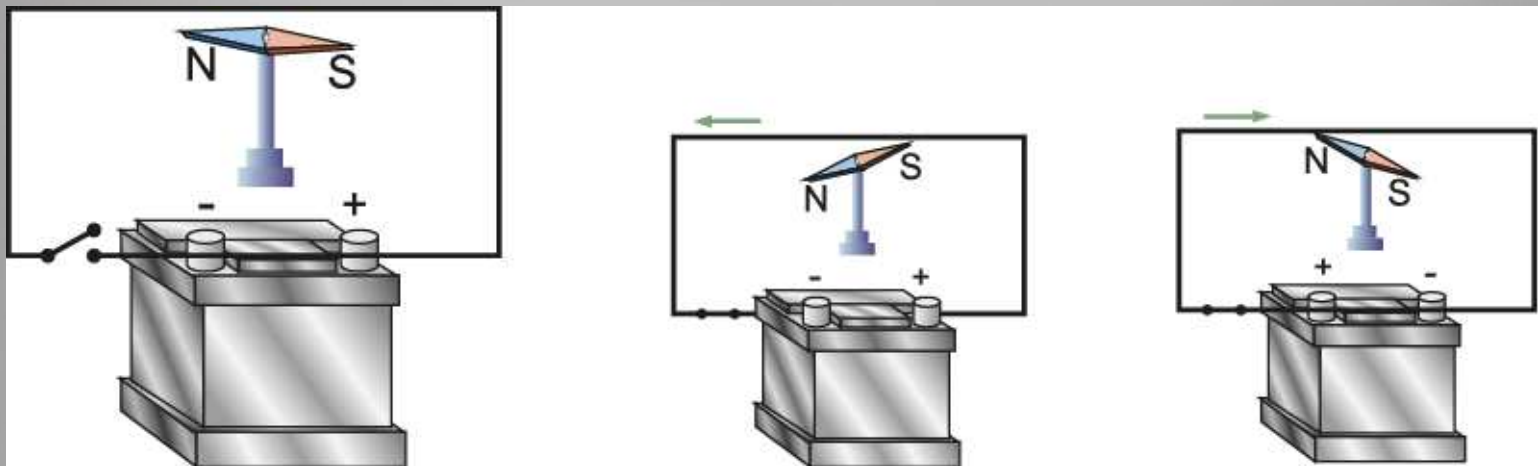


Norte Magnético Sul Geográfico

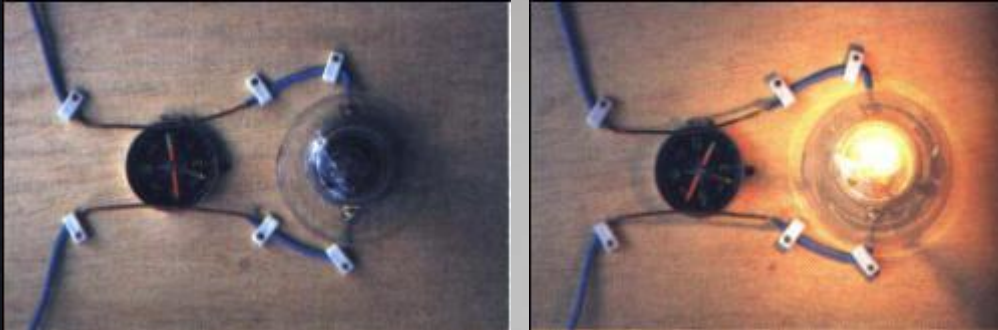
| | | |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Polo magnético norte | (2001) 81° 18' N 110° 48' W | (2004) 82° 18' N 113° 24' W |
| Polo magnético sul | (1998) 64° 36' S 138° 30' E | (2004) 63° 30' S 138° 0' E |

Experiência de Oersted

Em 1820, Hans Christian Oersted evidenciou que a passagem da corrente elétrica por um fio condutor produz um campo magnético.



Campo Magnético em alguns condutores



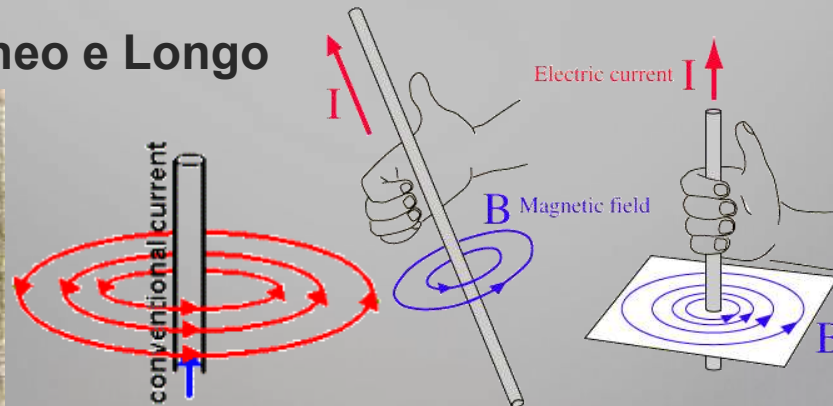
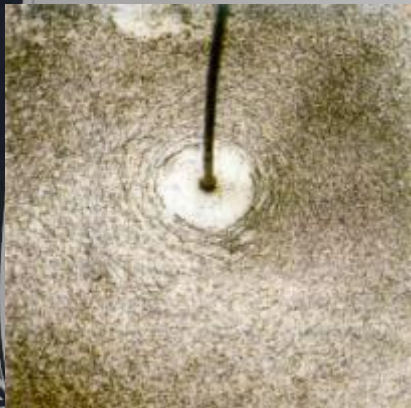
Carga em Repouso

Campo Elétrico

Carga em Movimento

Campo Elétrico e Campo Magnético

1. Fio Retilíneo e Longo



Módulo

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Direção e Sentido
Regra da Mão Direita

Campo Magnético em alguns condutores

2. Espira Circular

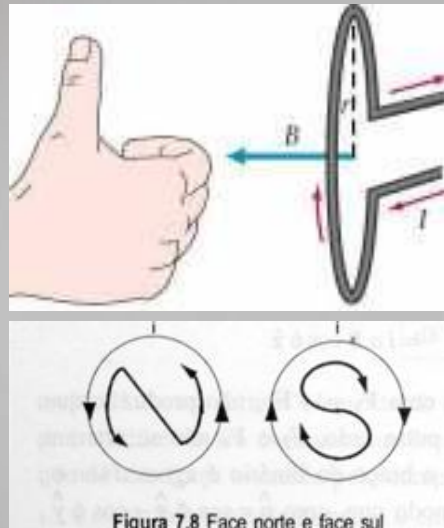


Figura 7.8 Face norte e face sul

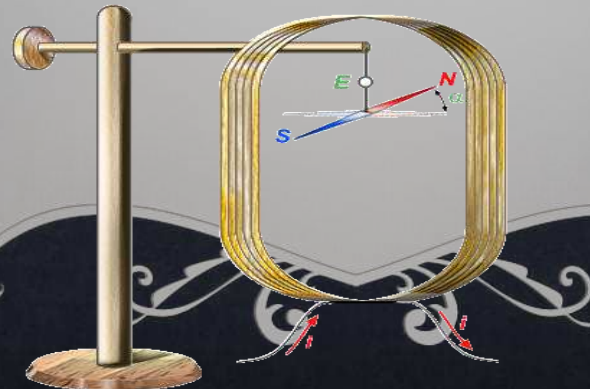
Módulo

$$B = \frac{\mu_0 i}{2r}$$

Direção e Sentido

Regra da Mão Direita

3. Bobina Chata



Módulo

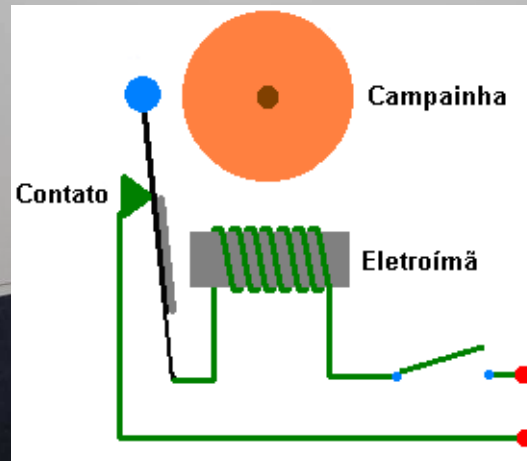
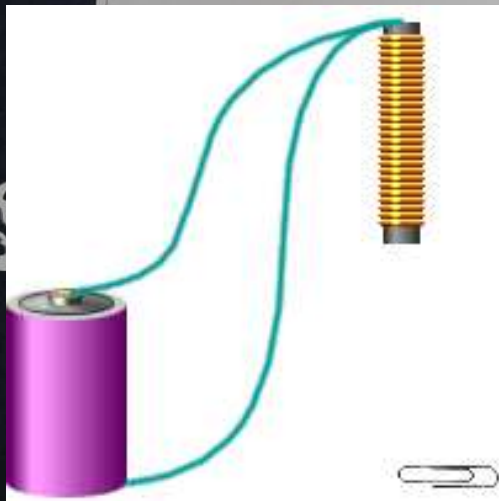
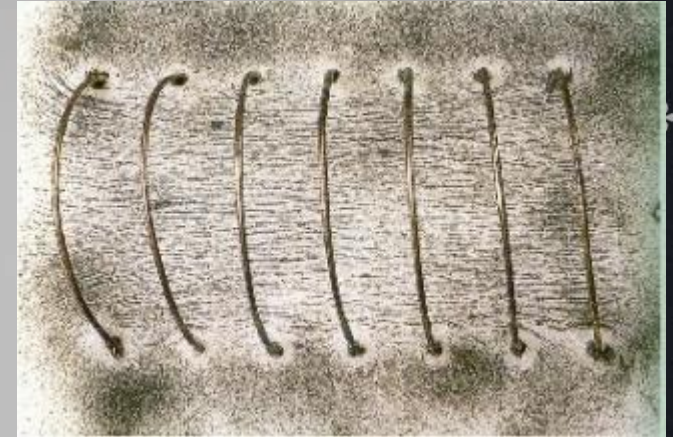
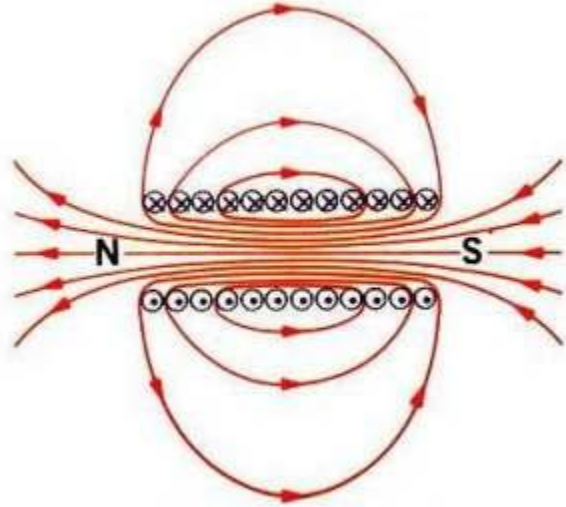
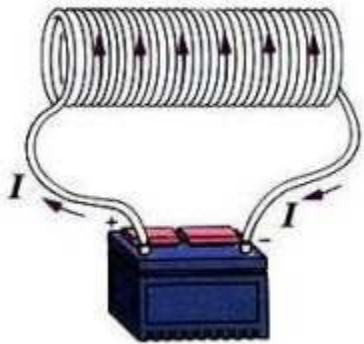
$$B = n \cdot \frac{\mu_0 i}{2r}$$

Direção e Sentido

Regra da Mão Direita

Campo Magnético em alguns condutores

4. Solenóide

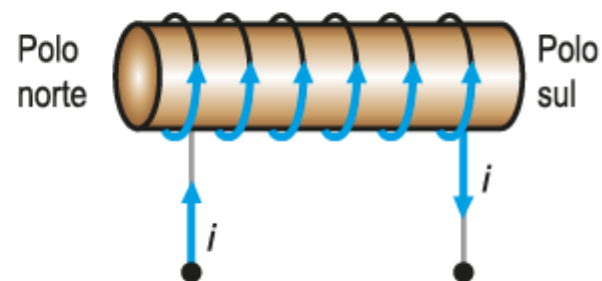
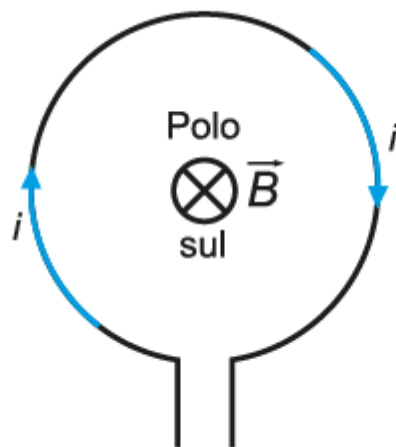
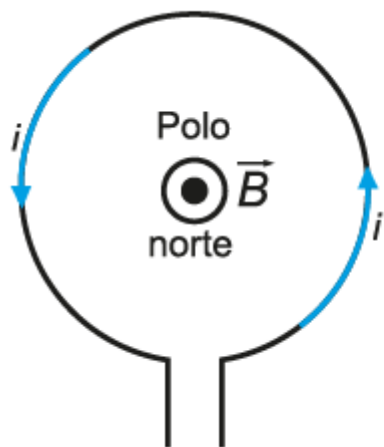


Módulo

$$B = \mu_0 i \cdot \frac{n}{L}$$

Direção e Sentido
Regra da Mão Direita

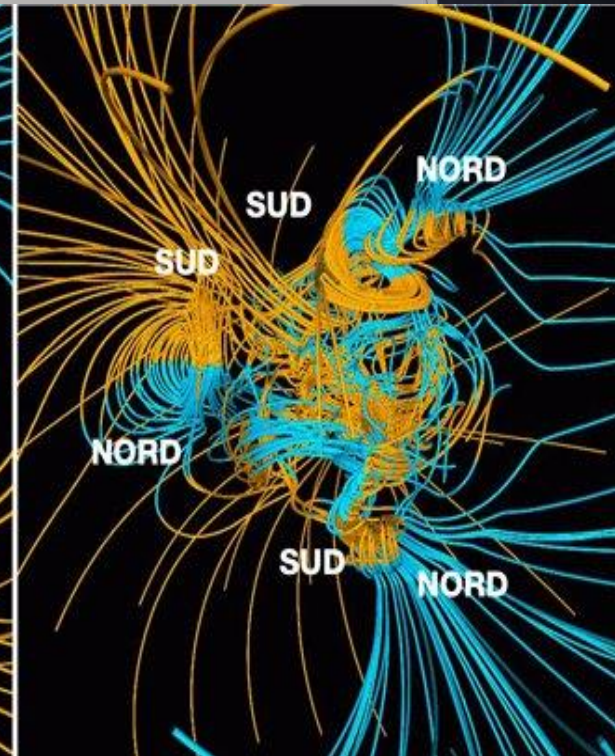
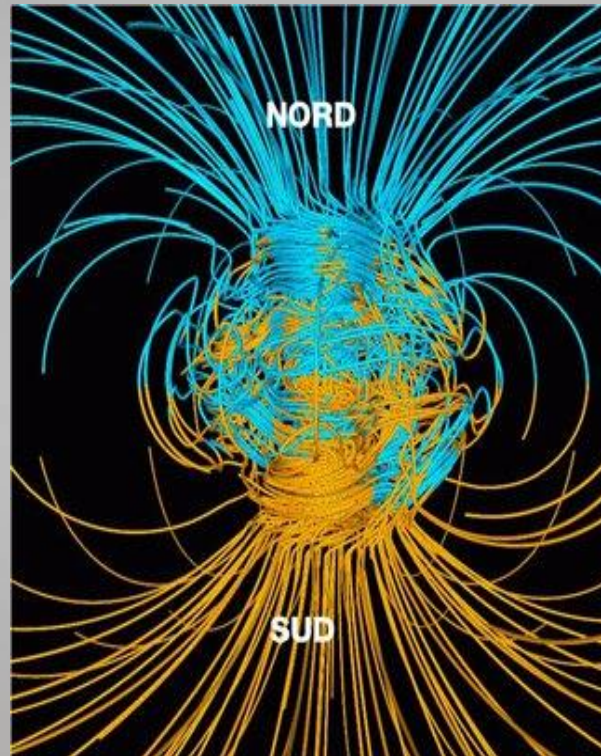
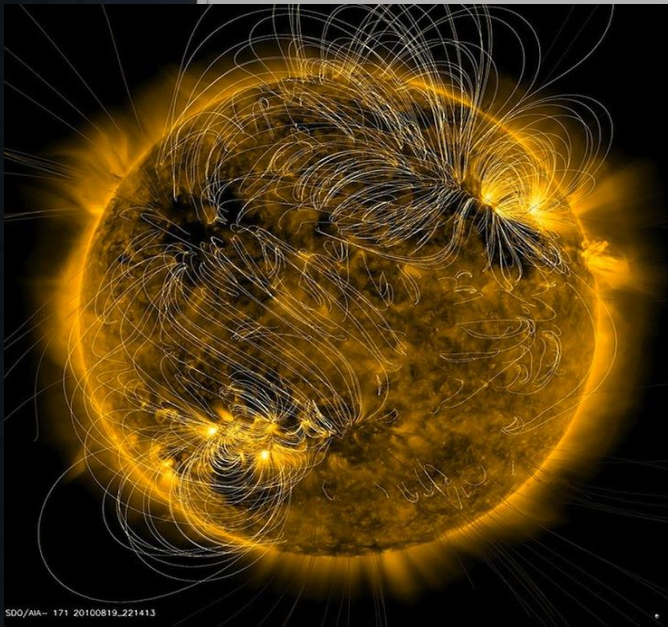
Polaridade de uma espiral e de um solenoide



Polo norte: se a corrente for vista no sentido anti-horário.

Polo sul: se a corrente for vista no sentido horário.

Campo Magnético Solar

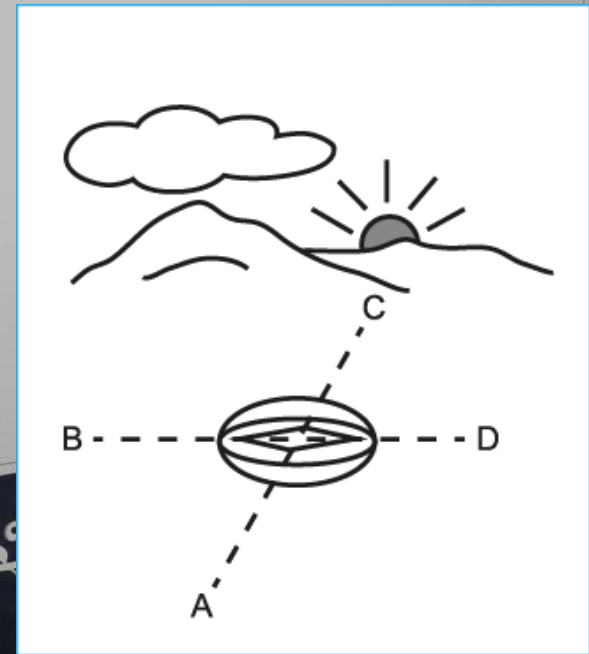


Simulação realizada pelos supercomputadores do Los Alamos National Laboratory o campo magnético do Sol se assemelha a um feixe de espaguetes.

Vamos praticar?

01 (PUC–MG). A figura mostra o nascer do Sol. Dos pontos A, B, C e D, qual deles indica o Sul geográfico?

- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.



02 (Unirio) Assinale a opção que apresenta a afirmativa correta, a respeito de fenômenos eletromagnéticos: _____

- a) é possível isolar os polos de um ímã.
- b) imantar um corpo é fornecer elétrons a um de seus polos e prótons ao outro.
- c) ao redor de qualquer carga elétrica, existe um campo elétrico e um campo magnético.
- d) cargas elétricas, em movimento, geram um campo magnético.
- e) as propriedades magnéticas de um ímã de aço aumentam com a temperatura.

03 (FEI-SP). Um fio de cobre, reto e extenso, é percorrido por uma corrente $i = 1,5\text{A}$. Qual é a intensidade do vetor campo magnético, originado em um ponto à distância $r = 0,25\text{ m}$ do fio? Dado: $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7}\text{T}\cdot\text{m/A}$

- a) 10^{-6}T .
- b) $0,6 \cdot 10^{-6}\text{T}$.
- c) $1,2 \cdot 10^{-6}\text{T}$.
- d) $2,4 \cdot 10^{-6}\text{T}$.
- e) $2,4 \cdot 10^{-6}\text{T}$.

VAMOS SIMULAR!

- ❖ Simulador 1: Ímã e bússola
- ❖ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass
- ❖ Simulador 2: Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday:
- ❖ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday

Roteiro C-3

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 3º ano do Ensino Médio

Turma: 302

Duração: 45 min

Tema da aula: “Auroras e a dinâmica de partículas carregadas em campos eletromagnéticos”

Objetivo geral: Descrever o movimento de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos destinando atenção ao estudo das auroras.

Objetivos específicos:

- Relacionar as forças com os campos elétricos e magnéticos matematicamente visando detalhar o movimento das partículas carregadas eletricamente.
- Promover a aproximação do educando com situações didáticas no âmbito dos fenômenos naturais terrestres.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. (PCN+)
- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Campo elétrico e Força elétrica;
- Campo magnético e Força magnética;
- Trajetória; e
- Velocidade e aceleração.

Recursos instrucionais:

- Vídeo 1: *Força de Lorentz*.
- Vídeo 2: *Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra – Documentário*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Explanação teórica (25 min).
- Dinâmica 1: O professor deve relacionar formalmente as forças atuantes sobre uma partícula carregada eletricamente com os campos sobre os quais ela está exposta. Trata simultaneamente com campos elétricos e magnéticos utilizando a equação $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$, analisando as seguintes situações:
 - i. Partícula em repouso ou movimento uniforme paralelamente a ambos campos.
 - ii. Partícula acelerada linearmente paralela a ambos campos.
 - iii. Partícula em repouso sujeita ao campo elétrico e ao campo magnético perpendiculares.
 - iv. Partícula em movimento uniforme com direção perpendicular ao campo magnético.
 - v. Partícula lançada obliquamente ao campo magnético.Para cada caso a trajetória decorrente da interação é discutida.
- Momento 2: Vídeo 1 (10 min).
- Dinâmica 2: Com o objetivo de auxiliar a visualização tridimensional, característica dos fenômenos da presente aula, apresentamos o vídeo 1 o qual simula as trajetórias discutidas mediante recursos computacionais.
- Momento 3: Vídeo 2 (10 min).
- Dinâmica 3: A apresentação do vídeo 2 contempla parte do núcleo do módulo didático voltado ao 3º ano do Ensino Médio. A intenção é demonstrar que a fenomenologia tratada nas aulas permite compreender o funcionamento das auroras que encantam qualquer pessoa que testemunhe tal espetáculo da natureza.

Referência: ROTEIRO C-3

1. Vídeo 1: *Força de Lorentz*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pH1e9PI8les>
2. Vídeo 2: *Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra – Documentário*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=diMTrhgl5Es>

Roteiro C-4

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 3º ano do Ensino Médio

Turma: 302

Duração: 45 min

Tema da aula: “Presença de plasmas na natureza, aplicações tecnológicas e a blindagem de Debye”

Objetivo geral: Relacionar a temperatura e a densidade dos plasmas pelo comprimento de Debye apresentando alguns sistemas físicos constituídos por plasmas.

Objetivos específicos:

- Apresentar os plasmas mais comuns na natureza e em aplicações tecnológicas.
- Obter medidas do comprimento de Debye utilizando as ordens de grandeza de temperatura e densidade.
- Caracterizar fisicamente o televisor de plasma.

Competências e Habilidades: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) & Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC)

- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios. (PCN+)
- Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BNCC).

Conteúdo Físico:

- Carga elétrica;
- Densidade;
- Temperatura;
- Comprimento de Debye; e
- Absorção e emissão de luz.

Recursos instrucionais:

- Vídeo: *Física na Cultura - Plasmas, o que são e onde estão [1/3]*.
- Arquivo de internet, desenvolvido no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Turma 2016 – UFSC/Florianópolis, formato .html: *Presença de plasmas na natureza e a blindagem de Debye*.
- Artigo da revista “Física na Escola”: *Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Apresentação do vídeo (15 min).
- Dinâmica 1: Inicialmente questionamos as características que distinguem os estados físicos da matéria em seguida o vídeo é apresentado.
- Momento 2: Utilização de página da internet sobre plasmas (15 min).
- Dinâmica 2: Os estudantes são orientados a explorar livremente um arquivo em .html disponível na forma de página da internet. A seguir são indagados sobre qual é a função do recurso interativo disponível no site. Com base nas respostas o professor passa a explicar o conceito da blindagem de Debye e a medida de comprimento associada, a qual é indicada cada vez que o estudante altera as medidas de temperatura e densidade eletrônica, típicas de cada manifestação do plasma.
- Momento 3: Leitura de artigo e comentários sobre um artigo de revista (15 min).

- Dinâmica 3: Recomendamos a leitura do artigo da revista “Física na Escola” enfatizando a explicação do televisor de plasma como um importante viés tecnológico dos conhecimentos científicos na área da Física de Plasmas.

Referência: ROTEIRO C-4

1. Vídeo: *Física na Cultura - Plasmas, o que são e onde estão [1/3]*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FV_HtkYmc-I&t=4s
2. Arquivo de internet, desenvolvido no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Turma 2016 – UFSC/Florianópolis, formato .html: *Presença de plasmas na natureza e a blindagem de Debye*. Disponível em: <https://fisicadeplasmasmnpufsc.000webhostapp.com/Presen%C3%A7a%20de%20plasmas%20na%20natureza%20e%20a%20blindagem%20de%20Debye.html>
3. Artigo da revista “Física na Escola”: *Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver*. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/plasma.pdf>

Roteiro C-5

Professor: Tiago Rafael de Almeida Alves

Escola: Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves – Florianópolis/SC

Série: 3º ano do Ensino Médio

Turma: 302

Duração: 45 min

Tema da aula: “Confinamento de plasmas”

Objetivo geral: Caracterizar o confinamento de plasmas necessário à fusão termonuclear.

Objetivos específicos:

- Contribuir para a aquisição de conhecimentos físicos consolidando um campo conceitual sobre plasmas explorando recursos educacionais na forma de vídeo e texto didático.
- Explorar um aplicativo de smartphone que simula, em nível de entretenimento, o funcionamento de um Tokamak.

Competências e Habilidades: Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN) & Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)

- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia. (PCN)
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (PCN+)

Conteúdo Físico:

- Temperatura;
- Campo magnético;
- Corrente elétrica; e
- Confinamento magnético;
- Confinamento inercial; e
- Fusão termonuclear.

Recursos instrucionais:

- Texto didático: *Aspectos básicos do confinamento de plasmas*.
- Vídeo: *Física na Cultura - Plasmas, o que são e onde estão [3/3]*.
- Aplicativo para smartphone disponível para o sistema “Android” na “Playstore” intitulado: *Operation Tokamak*.
- Quadro branco e marcador de texto.

Momentos da aula:

- Momento 1: Texto didático (25 min).
- Dinâmica 1: Explicamos que ao término do presente módulo didático temos a esperança de ter contribuído para ampliar a motivação e a curiosidade dos educandos, além da formação científica básica, proporcionada pelo teor formal dos assuntos escolhidos para as aulas. Em seguida iniciamos a distribuição de um texto didático para leitura sobre os sistemas de confinamento dos plasmas. Alertamos que no filme “Homem-Aranha 2” as ideias relativas à fusão nuclear são apresentadas no contexto da ficção científica, entretanto o cerne desta aula final consiste no caráter concreto do tema.
- Momento 2: Vídeo (10 min).
- Dinâmica 2: Após a leitura e discussão das ideias presentes no texto, um vídeo sobre os desafios contemporâneos sobre o confinamento dos plasmas para a fusão termonuclear controlada é apresentado, objetivando fortalecer as conexões com todo o conhecimento adquirido até então.
- Momento 3: Aplicativo (5 min).
- Dinâmica 3: Para finalizar o módulo o professor apresenta aos estudantes um aplicativo para smartphone disponível para o sistema “Android” na “Playstore”. A ideia é que o jogador atue como operador de um reator tipo Tokamak, controlando o aquecimento e confinamento do plasma pela ação

de poderosos campos magnéticos até atingir e sustentar a fusão termonuclear. A intenção é lidar com este tema atual da ciência contemplando também o entretenimento.

Referência: ROTEIRO C-5

1. Vídeo: *Física na Cultura - Plasmas, o que são e onde estão [3/3]*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CSqYeOa2EKA>

2. Aplicativo para smartfone disponível para o sistema “Android” na “Playstore” intitulado: *Operation Tokamak*. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=dk.markfilm.operationtokamak>



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



ASPECTOS BÁSICOS DO CONFINAMENTO DE PLASMAS

Tiago Rafael de Almeida Alves

UFSC/MNPEF Turma-2016/tiago_aalves@hotmail.com

Introdução

A natureza da matéria que encontramos no mundo natural é objeto de estudo e investigação há milhares de anos, remontando aos gregos na idade antiga até a contemporaneidade. Ao pensarmos na educação científica, a qual está inundada de elementos do senso comum, evidenciamos os estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso devido ao maior ou menor nível de coesão de seus constituintes. Tais estados são definidos conforme as partículas encontrem-se mais ou menos agregadas. Logo, nos materiais sólidos há maior proximidade, no estado líquido a agitação é intermediária e nos gases temos um maior afastamento das partículas, tal que a matéria não apresente volume nem forma definidas. É importante termos em mente a composição básica da matéria, ou seja, o que são na verdade, essas partículas. Elas são moléculas, feitas de átomos, formados por elétrons que envolvem um núcleo. O núcleo atômico é constituído de prótons e nêutrons. A conhecida tabela periódica agrupa estes elementos químicos cujas características definem tudo o que hoje conhecemos acerca da matéria em nosso mundo natural.

Existe um fator muito importante que influencia nos estados físicos da matéria servindo como guia para uma primeira compreensão sobre a matéria, à medida que esta seja aquecida ou resfriada: a temperatura. A noção básica de temperatura tem a ver com grau de agitação das moléculas de um corpo. A temperatura é uma propriedade que afirma que quanto mais quente estiver um corpo, maior será o grau de agitação de suas moléculas e quanto mais frio estiver, menor será esta agitação.

Para interferir na temperatura de um corpo existe uma forma de energia em trânsito, responsável pelas variações de temperatura. Ela se chama calor. Assim sendo se fornecemos calor a um corpo sua temperatura aumenta e se ele perde calor sua temperatura diminui. Consideremos uma situação hipotética em que um bloco de gelo é colocado em uma panela de pressão e esta seja fechada. Levando ao fogo, a panela recebe calor da chama e o gelo também, assim derretendo. Isto se chama fusão: a mudança de fase do estado sólido para o líquido. Neste processo há redução do grau de coesão das moléculas. Com a chama ainda acesa o sistema recebe calor e a água líquida vira vapor. Outra mudança segue, do estado

líquido para o gasoso, a vaporização, que se dá com o característico afastamento das moléculas. O que ocorre agora é que o gás está confinado e ainda recebendo calor. Todas as panelas são projetadas para impedir esse acúmulo de vapor e para isso têm válvulas de segurança. Vamos imaginar que em nossa panela hipotética não exista saída do gás e ela tenha paredes ultraresistentes, impenetráveis. À medida que o vapor de água recebe energia na forma de calor o grau de agitação das moléculas seria tão alto que, submetidos a elevadíssima pressão e temperatura, os átomos constituintes se desmanchariam. Os elétrons seriam arrancados deles e os núcleos estariam livres, pois os elétrons não estariam mais ligados e teríamos um tipo de sopa. Um gás ionizado, ou seja, que contém partículas com carga elétrica positiva e negativa, chamado plasma. O “quarto estado da matéria”.

Plasma é um gás que contém uma mistura variada de átomos neutros, átomos ionizados e elétrons livres em constante interação elétrica”. (CALLONI e DAMASIO, 2008, p. 17). Para distinguir um gás comum e um plasma podemos verificar que o plasma tem a capacidade de conduzir facilmente corrente elétrica e absorver certos tipos de radiação que passariam sem interagir em um gás formado de moléculas eletricamente neutras. Existem aspectos mais formais sobre os quais discorreremos em breve.

Aspectos históricos e contemporâneos relativos à Física de Plasmas

O uso do termo plasma para um gás ionizado remonta a 1927 com Irving Langmuir. Durante seu trabalho na General Electric, enquanto estudava equipamentos eletrônicos baseados em gases ionizados, estabeleceu analogia no modo pelo qual o fluido eletrificado carregava elétrons de alta velocidade, íons e impurezas e o plasma sanguíneo, transportando glóbulos brancos, vermelhos e micro-organismos. É devido a estes seus estudos, feitos com plasmas relativamente densos e frios, que hoje falamos em ondas de Langmuir e colocamos a bordo de satélites sondas de Langmuir, as quais leem propriedades físicas de um plasma: temperatura, densidade e potencial elétrico.

O desenvolvimento do rádio levou à descoberta da ionosfera, uma camada natural de plasma acima da atmosfera que reflete as ondas de rádio e algumas vezes as absorvem. Esta descoberta levou ao estudo da propagação de ondas de rádio em plasmas e à descoberta de uma grande variedade de ondas de plasmas que podem se propagar tanto ao longo das linhas de campo magnético quanto perpendicular a elas, com características diferentes. Plasmas sustentam oscilações e muitos avanços nas pesquisas relativas à interação das ondas com a matéria foram alcançados em virtude de importantes contribuições do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em nosso país.

Diante do conhecimento científico desenvolvido em muitas frentes da Física sabemos que o universo, em sua predominância é composto por plasmas – salvo questões em aberto da Física Contemporânea sobre a matéria e energia escura que desafiam os cientistas quanto à constatada expansão do universo, entre outros mistérios da cosmologia – assim, os astrofísicos têm em mente que o entendimento de vários processos requer um bom conhecimento da Física dos Plasmas. Isto é particularmente verdade para o Sol, cuja atividade determina as condições do clima espacial, essencial para uma sociedade cada vez mais dependente de sistemas tecnológicos.

Bombas de fissão nuclear advindas do projeto Manhattan, no período da Segunda Guerra Mundial, proporcionaram a base científico-tecnológica para a criação da bomba de Hidrogênio. Este fato despertou um grande interesse sobre a

energia nuclear como uma possível fonte de energia para o futuro. A liberação de energia que ocorre no Sol é resultante da combinação de núcleos de hidrogênio para formar hélio, num processo conhecido como fusão termonuclear que demanda temperatura e pressão extremamente altas. Este processo é um pouco mais fácil num gás que consiste de isótopos pesados de hidrogênio, mas mesmo neste caso, as temperaturas envolvidas são ainda muito altas. A produção de um plasma quente, graças ao efeito de correntes elétricas, aprisionado pela devida configuração de poderosos campos magnéticos ou o confinamento inercial pelo uso de lasers extremamente potentes atuantes sobre um mistura de deutério e trítio, surgiram como principais mecanismos de produção de energia pela fusão termonuclear. O que levou a necessidade de inovações tecnológicas a fim de garantir o confinamento do plasma em condições ideais para a ocorrência da fusão termonuclear controlada.

O esforço para produzir fusão termonuclear controlada teve início em meados da década de 1950, com o projeto Sherwood no Laboratório Nacional de Lawrence de Livermore, estado da Califórnia, Estados Unidos da América. Atualmente envolve um grande número de cientistas e engenheiros da comunidade internacional em torno de máquinas cada vez maiores, complexas e mais sofisticadas. Embora bons resultados tenham sido obtidos, ainda há um longo caminho a ser percorrido até que se possa fazer uso comercial deste tipo de energia. Em linhas gerais a razão é que ainda é demandada mais energia para manter a fusão do que aquela de fato disponível para a produção de energia elétrica em larga escala. Todavia recentes resultados, obtidos via confinamento inercial, já conseguem superar o consumo de energia versus a energia produzida. Neste processo a ideia é atingir 100 milhões de graus Celsius utilizando lasers de 500 trilhões de Watts dirigidos a um alvo dourado cheio de hidrogênio da espessura de um lápis número 2, chamado hohlraum.

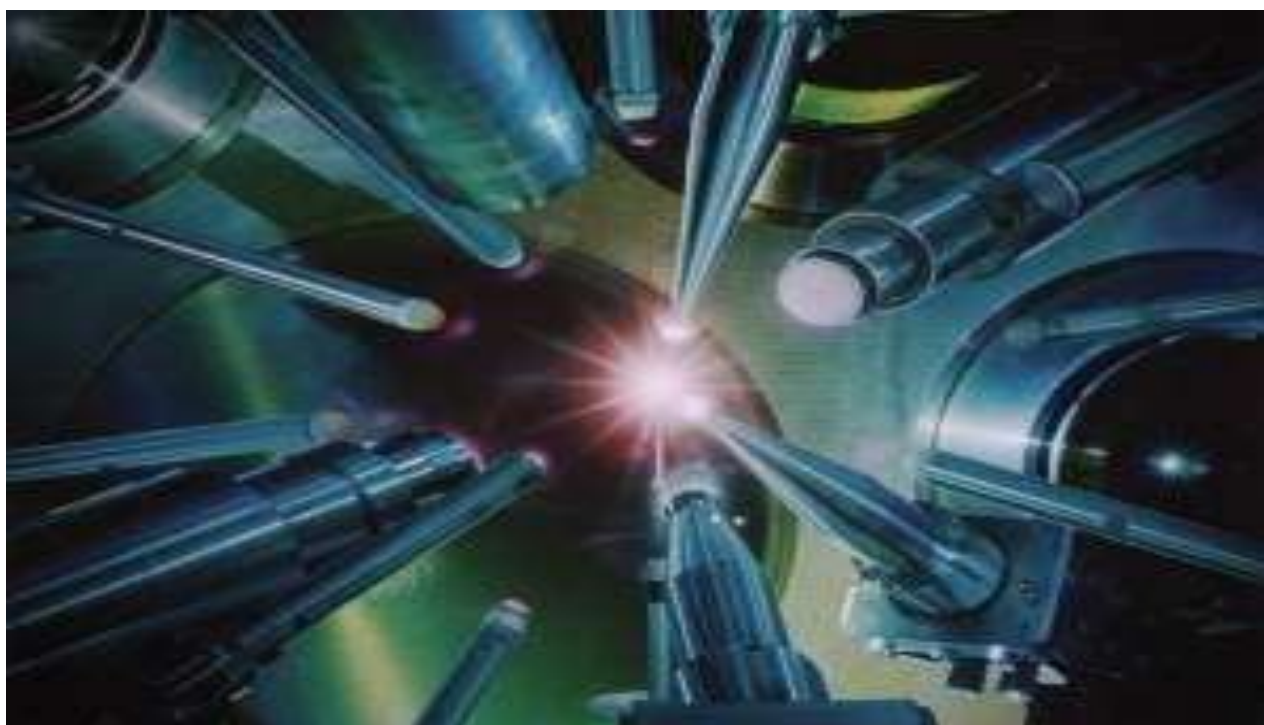


Figura 1 – Concepção artística da disposição de um conjunto de lasers para fusão termonuclear por confinamento inercial¹.

¹ Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fusao-nuclear-laser> Acesso em Jan.2017.

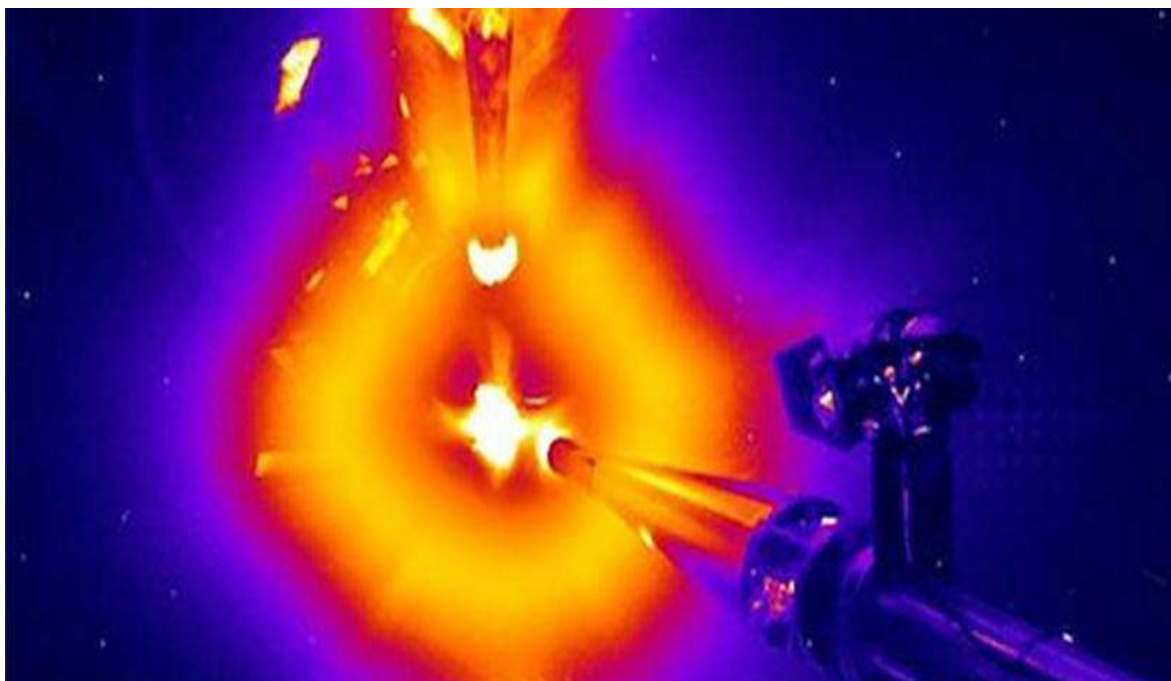


Figura 2 – Imagem térmica do confinamento inercial pela ação de lasers².

Os ramos da física de plasmas foram estruturados ao passo em que foram descobertos, com o advento dos satélites, os cinturões de radiação que começaram, em seu passeio pela magnetosfera terrestre, a possibilitar a articulação das leituras das sondas espaciais com aspectos concernentes ao domínio teórico da Física de Plasmas Espaciais. Da pesquisa em fusão, os cientistas espaciais emprestaram a teoria de aprisionamento de plasma por campo magnético e da ionosfera, a teoria das ondas. A astrofísica forneceu, entre outras coisas, noções de processos magnéticos para liberação de energia e aceleração de partículas. Atualmente, a Física de Plasmas Espaciais é uma área ativa que contribui não apenas para o entendimento das observações feitas pelos satélites, mas também para os plasmas em geral.

Na segunda metade do século 20, o confinamento magnético de partículas carregadas em “garrafas magnéticas” foi estudado para aquecer plasmas a altas temperaturas requeridas para a fusão termonuclear controlada. A ideia básica era submeter partículas a campos magnéticos cujas linhas serpenteiam sobre superfícies magnéticas. Rapidamente verificou-se que estas linhas são descritas pela mecânica Hamiltoniana o que levou os físicos a revisitar a mecânica clássica. Com o intuito de se familiarizar com os resultados correlatos, matemáticos começaram a desenvolver na primeira metade do século XX, parte do formalismo necessários a adequada abordagem dos problemas enfrentados. Infelizmente embora muito úteis estes resultados não foram suficientes para lidar com o confinamento magnético. Felizmente o desenvolvimento dos computadores e cálculos numéricos possibilitaram então visualizar a dinâmica, computar suas características para apoiar o desenvolvimento de abordagens não rigorosas. Enquanto os manuais de física voltados a mecânica estavam repletos de exemplos com movimento regular, o caos revelou-se onipresente na mecânica clássica.

Na metade do século XX, paralelamente, houve avanços no contexto da física de aceleradores de partículas, visando prover os meios necessários a

² Disponível em: <https://www.psfc.mit.edu/research/topics/high-energy-density-physics> Acesso em Jan.2017.

aceleração delas às altas energias necessárias para sua investigação. Assim a ideia era “contornar” o caos e não descrevê-lo, algo que limitou o âmbito de estudos deste tema. Entretanto a busca pela fusão magnética exigiu o estudo propriamente dito do caos, no sentido de compreender o transporte caótico. Na verdade, esta questão está presente em muitas partes diferentes da pesquisa em fusão magnética: *topologia das linhas de campo magnético, dinâmica de partículas em campos magnéticos, transporte turbulento, aquecimento por radiofrequência, dinâmica de raios*, etc. Tal variedade de problemas naturalmente desencadeou uma série de contribuições para a *dinâmica não-linear e caos*.

Em 1950, Spitzer inventou o stellarator, e em 1951 Sakharov e Tam inventaram o tokamak. O primeiro consiste na configuração de campos magnéticos tridimensionais que aprisionam o plasma aquecendo sem a necessidade da ação de correntes elétricas injetadas no plasma no intuito de aquecê-lo. Já o tokamak é uma câmara toroidal magnética que sustenta campos magnéticos interagentes: em seu interior circula uma corrente de plasma cujo campo, chamado poloidal interage com o campo magnético toroidal, advindo de anéis de corrente elétrica no entorno do torus.

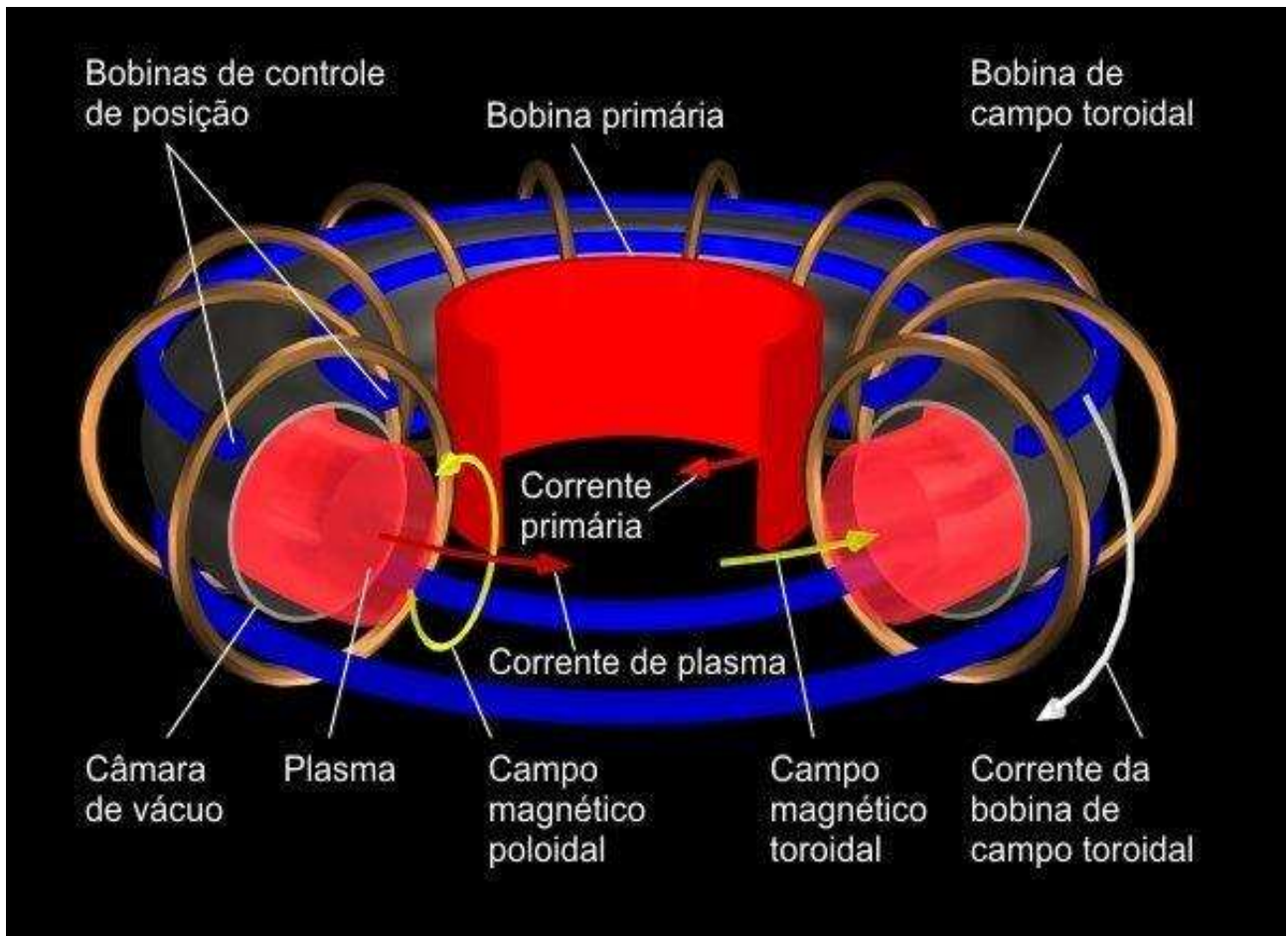


Figura 3 – Aspectos físicos do plasma quente confinado por campos magnéticos no interior da câmara toroidal³.

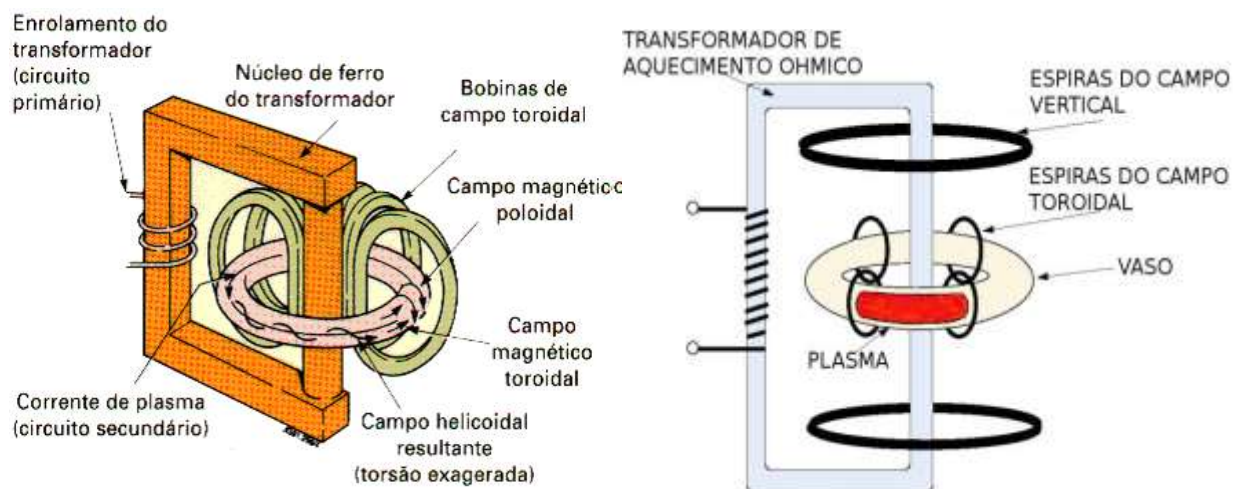
³ Disponível em: http://www.plasma.inpe.br/LAP_Portal/LAP_Sitio/Texto/Tokamaks.htm Acesso em Jan.2017.

Existe um importante problema físico relacionado com o transporte radial de partículas pela borda de um plasma quente confinado em um tokamak. Nessa situação física existem pelo menos 2 problemas centrais: a turbulência eletrostática e o transporte anômalo nas paredes do tokamak. Tais máquinas são câmaras de confinamento magnético toroidal (toroidal'naya kamera magnitnymi katushkami), cuja origem experimental remonta ao anos 50 na Rússia.



Figura 4 – Fotografia interior do tokamak ALCATOR C-MOD do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)⁴.

Uma corrente elétrica que circula na bobina primária de um tokamak induz no anel de plasma uma corrente, que servirá tanto para aquecê-lo como para produzir um campo magnético poloidal. Temos também outro componente importante do campo magnético que é o campo magnético toroidal, produzido por correntes elétricas que circulam nas bobinas de campo toroidal, ao redor do torus. Estão dispostas também na parte superior e inferior do eixo de simetria vertical do toróide, bobinas controle que geram campos magnéticos auxiliares, os quais modificam o campo poloidal, equilibrando o anel de plasma e controlando sua posição dentro da câmara. A combinação dos campos poloidal e toroidal conduz ao confinamento adequado do plasma em tokamaks.



Figuras 5 – Esquema dos campos magnéticos e correntes elétricas no plasma quente em um tokamak⁵.

⁴ Disponível em: <https://www.psf.mit.edu/research/topics/alcator-c-mod-tokamak> Acesso em Jan.2017.

⁵ Disponível em: <http://www.cfn.ist.utl.pt/pt/consultorio/listB.html> Acesso em Jan.2017.

Referências bibliográficas

DAMASIO, F. e CALLONI, G. **Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver**. Física na Escola, v. 9, n. 1, 2008.

DOMINIQUE, E. **Contributions of plasma physics to chaos and nonlinear dynamics**, 2016. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01303082/document>> Acessado em: 29 Jan. 2017.

REIS, N.T.O. **Plasmas – O Estado Físico do Universo Visível**, 2010. Disponível em: <<http://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/plasmas.pdf>> Acessado em: 29 Jan. 2017.

WUENSCHÉ, C.A. **Física de Plasmas Introdução**, 2012. Disponível em: <http://www.das.inpe.br/~alex/Ensino/cursos/proc_radl/aula_PR1_plasmas.pdf> Acessado em: 29 Jan. 2017.

ZIEBELL, L.F. **O quarto estado da matéria**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Porto Alegre 2004. <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/4CNCTel/plasmas.pdf> Acessado em: 29 Jan. 2017.

APÊNDICE D – Relatório de Feedback das atividades didáticas

Print da tela do questionário da pesquisa educacional aplicado.

| PERGUNTAS | RESPOSTAS | 28 |
|--|-----------|----|
| <h3>Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio - O Sol, as auroras e os aceleradores de partículas - Feedback das atividades didáticas</h3> <hr/> <p>O presente questionário é de extrema importância para que você estudante possa dar o retorno com relação as atividades escolares sobre os temas atuais da Física escolhidos para a sala de aula. Muito obrigado pela colaboração!</p> <hr/> <p>As auroras</p>  A photograph of the Aurora Borealis (Northern Lights) showing vibrant green and blue light curtains against a dark night sky. | | |



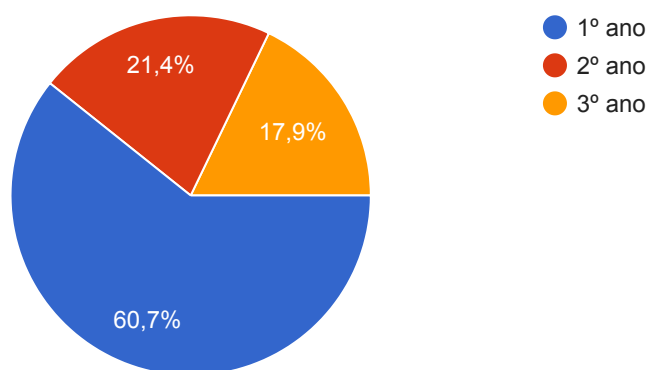
Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio - O Sol, as auroras e os aceleradores de partículas - Feedback das atividades didáticas

28 respostas

Perfil do estudante.

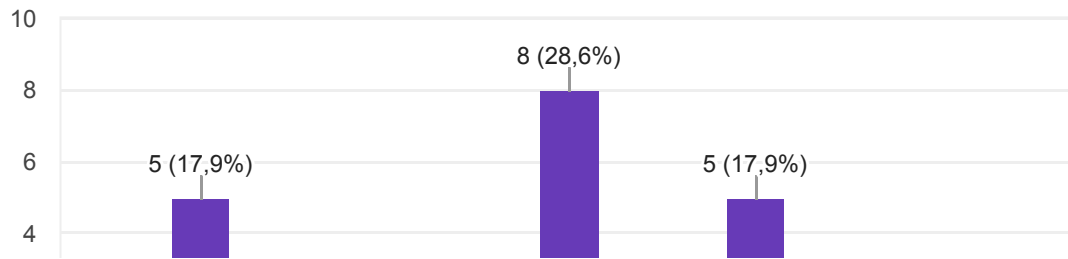
1. Você é aluno de Ensino Médio da rede pública estadual. Qual ano você cursou em 2017?

28 respostas



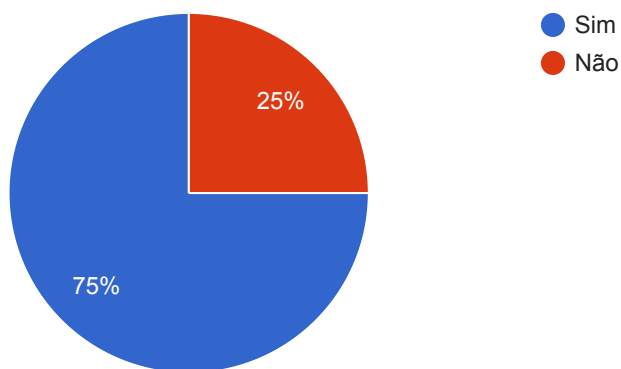
2. Quantos anos de idade você tem?

28 respostas



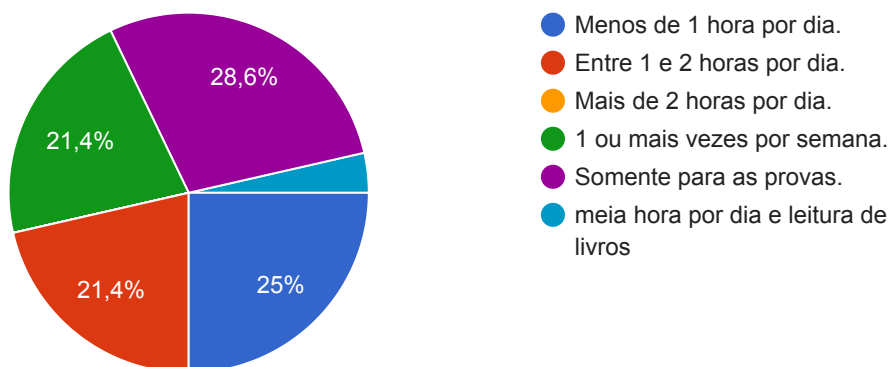
3. Você consegue dedicar tempo aos estudos fora da escola?

28 respostas



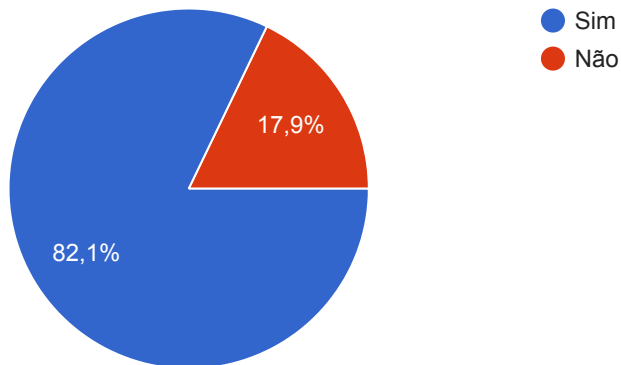
3.1 Em caso afirmativo, quanto tempo em média você dedica a essa atividade?

28 respostas



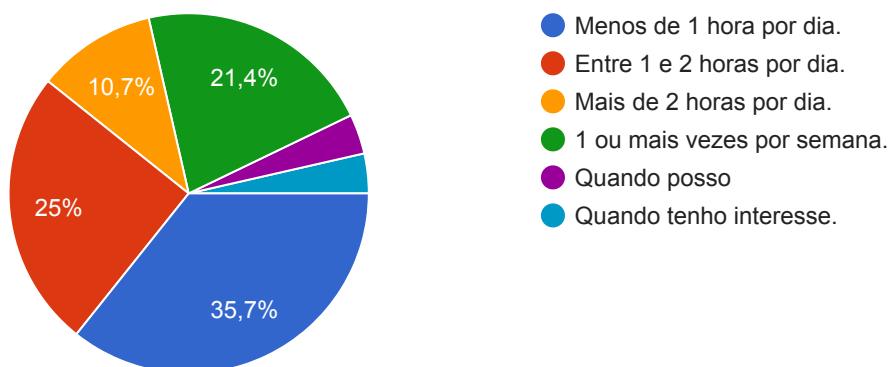
4. Você consegue dedicar algum tempo à leitura em geral?

28 respostas



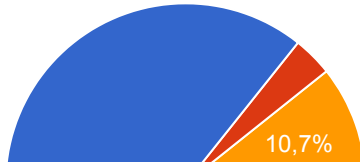
4.1 Em caso afirmativo, quanto tempo em média você dedica a essa atividade?

28 respostas



5. Você possui computador, tablet ou smartphone (celular) com acesso à internet, para uso pessoal?

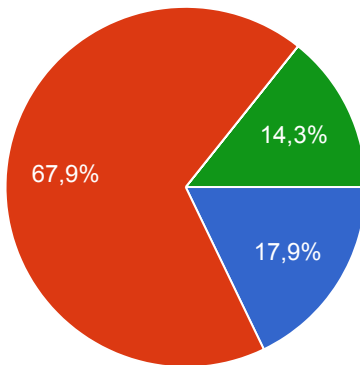
28 respostas



- Sim.
- Não.
- Possuo apenas o computador e/ou smartphone (celular) sem acesso a

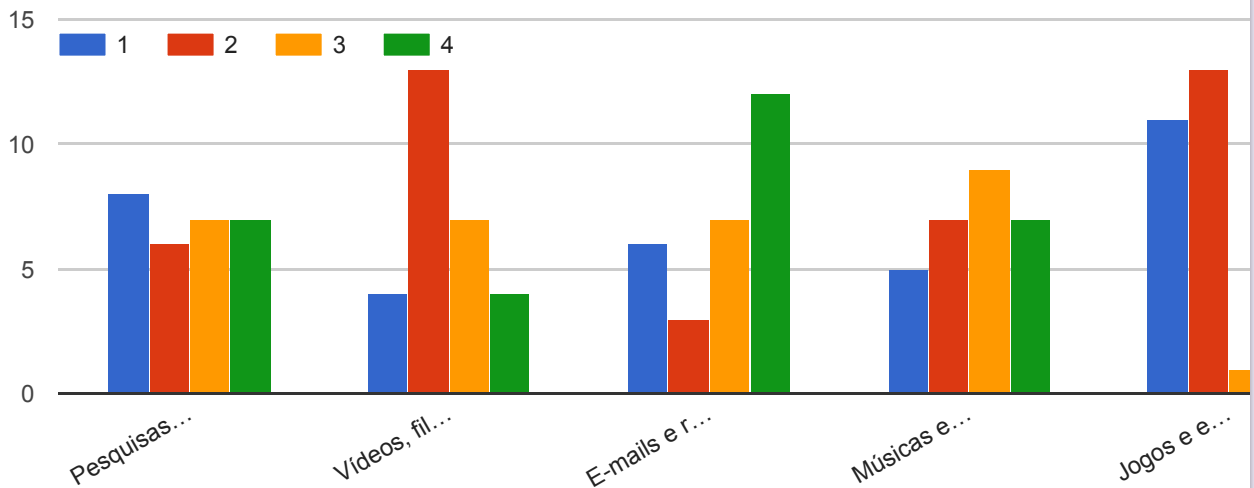
5.1 Você utiliza o computador para quais finalidades?

28 respostas



- Lazer: jogos e entretenimento (acesso a redes sociais, assistir filmes e vídeos, escutar músicas, baixar arq...
- Lazer, estudo, pesquisa e digitação de trabalhos escolares.
- Edição de vídeos e imagens.
- Somente para o trabalho, vinculado a algum emprego.

5.2 Com relação ao tempo de uso da internet, enumere em ordem crescente as atividades listadas abaixo: 1 para o menor uso e 4 para o maior.



0 resposta

Ainda não há respostas para esta pergunta.

Recursos didáticos.

1. Do seu ponto de vista, você considera que a internet seja uma ferramenta educacional útil? Comente nas linhas abaixo.

28 respostas

Sim (6)

Sim, na internet hoje encontramos tudo que precisamos sobre qualquer assunto, só devemos saber usar o material que encontramos

Sim, dependendo de como utilizá-lo.

Depende como é utilizada

Sim, pois chegamos nas notícias muito mais rápido, e também quando precisamos de alguma "ajuda" podemos ir ali digitar e em menos de 5 segundos está ali bem na sua frente.

sim pois na internet eu consigo ver video-aulas e etc.

Tendo um modo certo de se usar sim.

Sim, sem dúvidas, mas acho que os jovens poderiam utilizar de uma forma mais inteligente, e não simplesmente pegando a resposta sem estudar!

Sendo usada corretamente sim

Sim ela pois ajuda a pesquisar assim tirando a maioria da nossas curiosidades

Sim, pois nela podemos obter diversos conhecimentos

Sim, a internet nos trás muitas informações sobre qualquer tipo de assunto, tirando dificuldades.

Sim, é uma ferramenta para ajudar o aula a aprender também

Para algumas coisas sim.

Na minha opinião é muito útil, se soubermos usar ela da forma correta, ela pode servir muito para nos ajudar.

Sim, sem dúvida.

Sim. acho, pois quem tem acesso a internet tem uma grande facilidade em obter suas respostas mais rápido. Seja no modo educacional ou no entretenimento.

Sim , com ela temos uma maneira mais fácil de aprofundar os estudos

Sim, pois nela você pode pesquisar sobre qualquer assunto, e se aprofundar nele.

Depende da finalidade

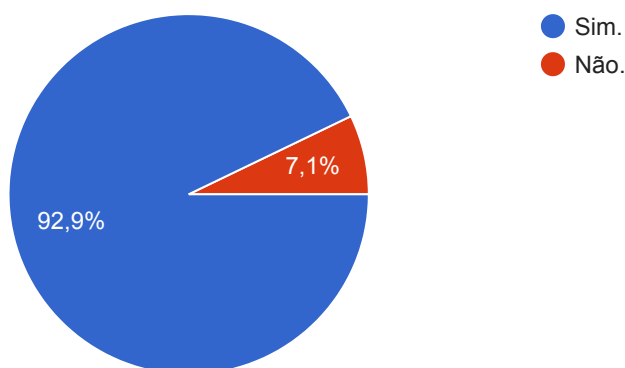
Sim

Sim, porque a Internet nos ajuda muito.

Sim, com um bom uso dela.

2. Foram utilizados vídeos em aula?

28 respostas



2.1 Em caso afirmativo para a pergunta anterior, qual a sua opinião sobre a utilidade deles na aprendizagem de Física?

26 respostas

Muito importante. Formas diferentes de ensino.

Nos dá a oportunidade de ver na prática (em vídeos) coisas que apenas tínhamos uma ideia, assim, nos dando muito mais ideia de como funciona

Muito mais clareza e entendimento da matéria.

Apreendi mais do que ficar só escrevendo no quadro

Interessante, pois ajuda no desenvolvimento de aprendizagem.

Ótimos, pois prestamos mais atenção quando existe esses momentos, e se torna menos tedioso ficar ouvindo aquelas milhares de informações.

os vídeos foram bem úteis pois explicava com as imagens como acontecia o processo da física

Interessante

É muito bom ter vídeos aulas pois facilita muito no entendimento da matéria

Física é uma matéria muito complexa, e acho que os vídeos ajudam o aluno a entender mais, por poder estar vendo os exemplos, acho uma maneira mais fácil de aprender

Chama mais atenção de quem está estudando

Muito boa assim temos aulas diversificadas com isso temos muito mais curiosidades

Foram de utilidade essencial

Vídeos fazem com que gravamos as imagens e fazendo que o aluno entenda com mais facilidade.

Sim foi ótimo, ajudou bastante no aprendizado

Muito importante.

O recurso audiovisual torna mais interessante e é fácil de entender o que é passado em sala.

Eu acho que vale muito a pena, pois por meio dos vídeos nós temos mais facilidade em entender o conteúdo.

Muito útil pois a internet tem tudo que a gente procura

É melhor de entender, fica mais claro

Interessante

A maioria das pessoas são muito visuais, então no vídeo quando aparece o que é certa "coisa" e pq aquilo acontece, normalmente a imagem fica gravada na sua memória. Facilitando o aprendizado.

Foi muito importante porque além de ser uma atividade diferente facilita a absorção de conteúdo.

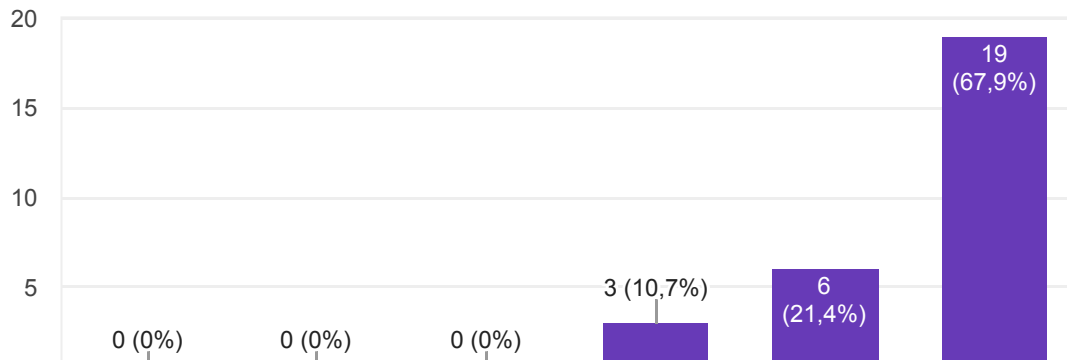
Conhecimento em geral

Os vídeos ajudam muito para nós compreender melhor a aula.

Uma forma boa de gravar o conteúdo.

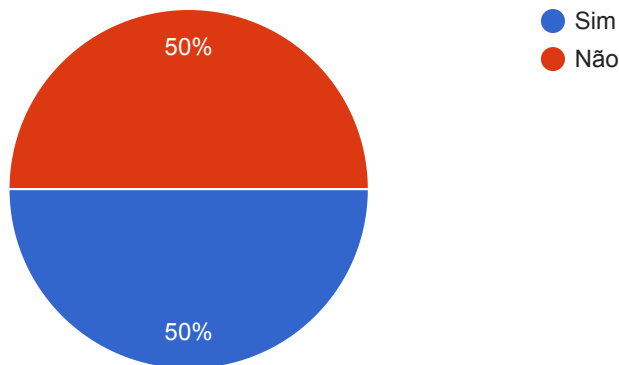
2.2 No que diz respeito aos vídeos, em uma escala de 0 a 5 como você os considera relevante para a aprendizagem de Física?

28 respostas



3. Foram utilizados simuladores em suas aulas?

28 respostas



3.1 Em caso afirmativo para a pergunta anterior, qual a sua opinião sobre a utilidade deles na aprendizagem de Física?

11 respostas

Interessante. Entender os fenômenos vendo acontecer.

Os simuladores nos dá uma boa ideia de como realmente funciona as coisas, e ajuda entender melhor

Como são feitos da prática tais procedimentos.

São muito interessantes pois além de aprender sobre pode se ter uma base de como manusear.

é bem útil pois aprendemos sobre os fenômenos que acontecem, e que a maioria das pessoas não sabem como acontece

Importantes, faz lembrar do assunto com mais facilidade.

Muito boa

Ajuda bastante os alunos e as aulas se tornam interessante

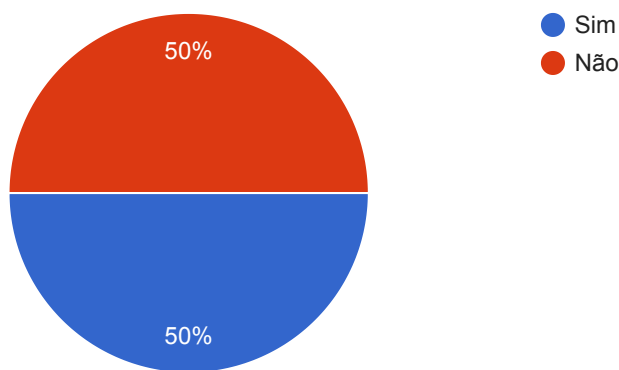
Como na pergunta anterior, facilitou bastante a explicação da matéria, e a visualização na realidade.

É muito bom

É interativo

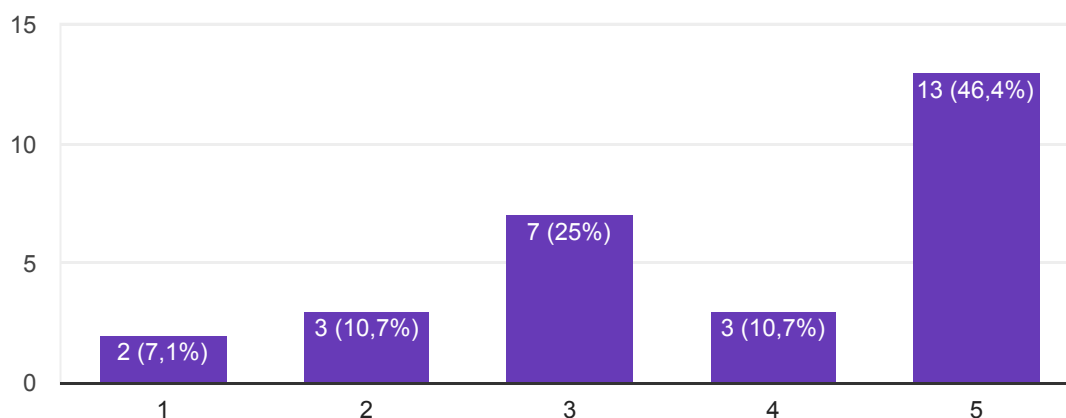
3.2 Existe laboratório de informática em sua escola?

28 respostas



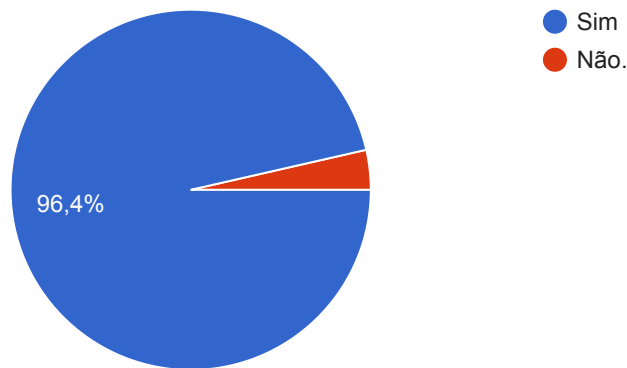
3.3 No que diz respeito aos simuladores, nem todos alunos puderam explorá-los pela indisponibilidade do laboratório de informática. Em uma escala de 1 a 5 como você considera relevante para a aprendizagem tal atividade?

28 respostas



4. Foram utilizados texto de apoio para as atividades em aula?

28 respostas



4.1 Em caso afirmativo para a pergunta anterior, qual a sua opinião sobre a utilidade deles na aprendizagem de Física?

24 respostas

Toda forma de ensino é útil.

Para fazer com que os exercícios dado em sala de aula os textos de apoio nos ajudam muito pra entender bem o conteúdo

Boa utilidade

Muito bons,por que além de memorizar algumas partes em dias de provas sempre era possível ir ali e reler antes do início da prova.

foi util porque no texto explicava detalhadamente

Nos incentiva a pesquisar sobre o assunto, mesmo sendo um conteúdo difícil.

Tudo em física é muito importante e facilita muito

Acho muito útil, pois nos ajuda a saber mais sobre tal matéria

Faz com que entendemos mais a materia

Boa com esses textos conseguimos muitas vezes ter mais explicações

Muito útil

Uma forma de consulta

Os textos foram bem elaborado se ajuda a entender

É bom para podermos aprender mais.

Eles podem dar um apoio, mas não são essenciais

Sanar dúvidas e ajudar a entender a matéria em questão.

Os textos são importantes para termos explicavelmente o que estamos aprendendo

Muito útil

ajuda muito, ainda mais quando envolve contas

Com ele temos um auxílio a mais

Os textos tentem a explicarem melhor como tudo funciona, e pq. Porém, são difíceis de compreender, costumam ser muito formais.

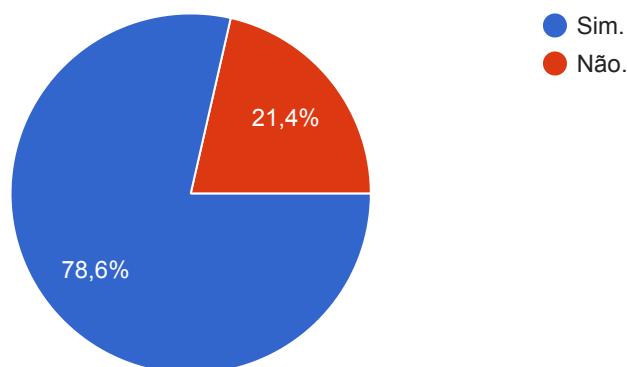
É bom

Os textos são muito importantes pois ele fazem nós refletir melhor sobre a matéria.

É um ótimo meio de estudar para as provas.

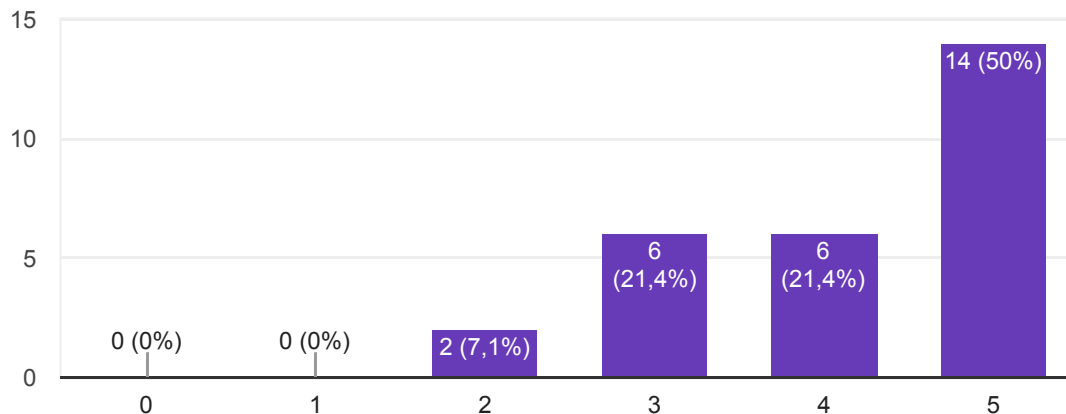
4.2 Você considera os textos de apoio acessíveis, quer dizer, de fácil compreensão?

28 respostas



4.3 No que diz respeito aos textos de apoio, você os considera relevante para a aprendizagem de Física?

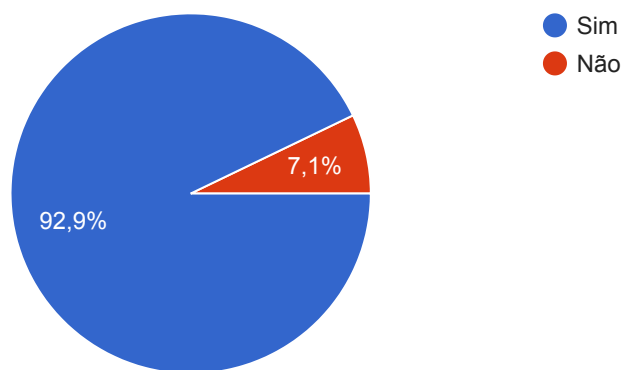
28 respostas



Temas atuais da Ciência.

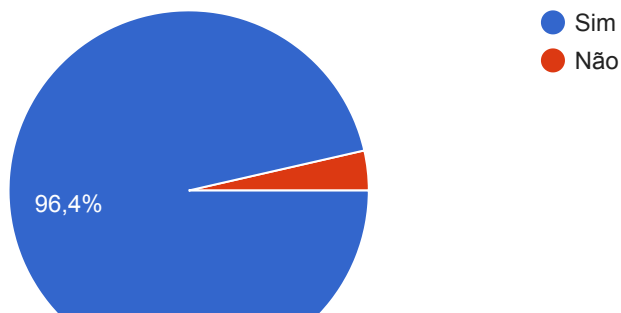
1. Você reconheceu a presença de temas atuais da Física durante as aulas?

28 respostas



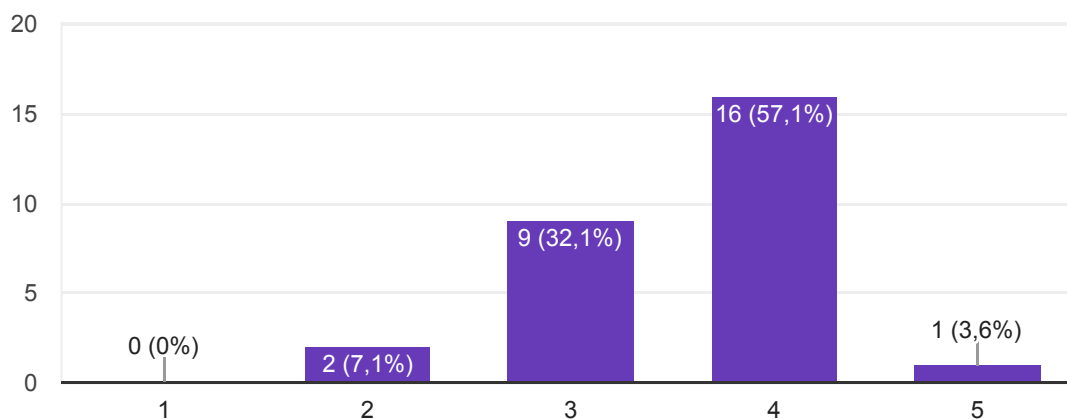
2. Você conseguiu relacionar os conteúdos comuns de sala de aula com os temas atuais da Física, escolhidos pelo professor?

28 respostas



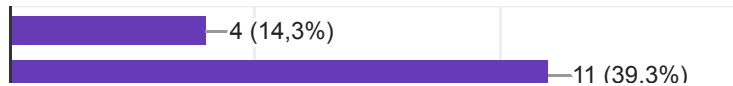
3. Com que intensidade você relaciona os temas atuais escolhidos pelo professor com os conteúdos apresentados nas disciplinas de Física, Química e Geografia? (1 para a menor e 5 para a maior)

28 respostas

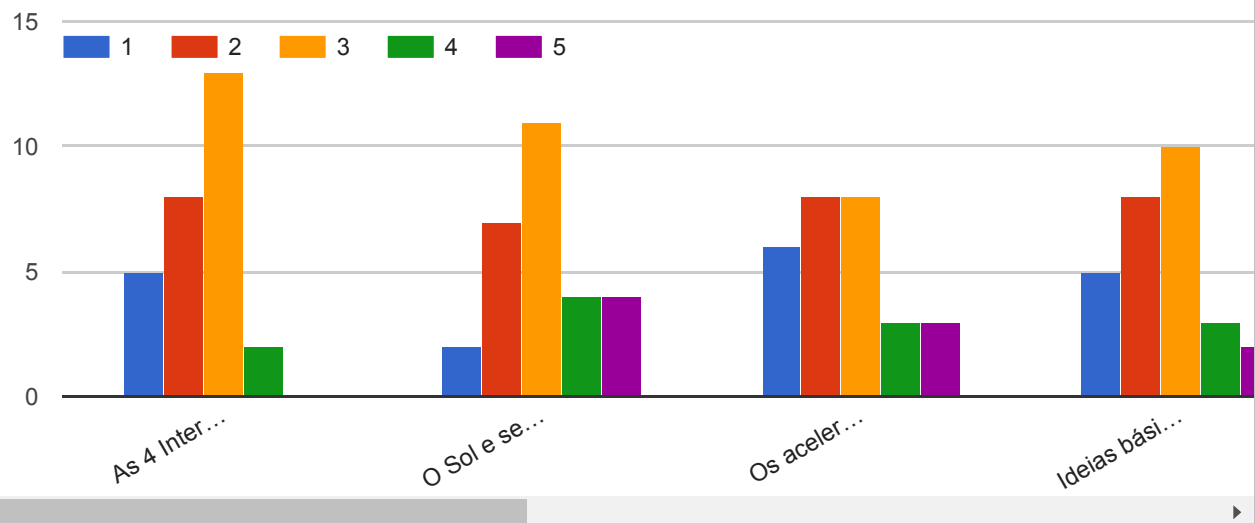


4. Quais temas atuais da Física lhe chamaram mais a atenção?

28 respostas



5. Indique com que intensidade você sentiu-se motivado para estudar a Física relacionada aos temas supracitados. (1 para a menor e 5 para a maior)



6. Qual a sua opinião sobre a inserção de temas atuais em paralelo com os conteúdos de física escolares comuns?

21 respostas

Importante.

Nos ajuda muito a agregar conhecimentos maiores sobre os assunto,quando aprendemos algo em mais de uma matéria nos ajuda a entender muito melhor o conteúdo e visto também de outras formas

Interessante

Informativos.

eu gostei bastante

Uma ótima idéia, assim podemos aprender de forma mais ampla e criativa.

Acho que com um tema bem explicado seria muito bom!

Bom

Uma ótima inserção pois assim conseguimos relacionar coisas com o cotidiano com os aprendizados

Acho muito essencial para o aprendizado

São ótimo e se torna mais interessante

São muito bons, para que possamos fazer uma ligação entre os assuntos.

Os temas atuais ajudam o aluno a criar uma visão de que a física está presente no cotidiano, e que não é algo distante ou do passado

A comparação da física (matéria) com o andamento fora da matéria (realidade).

Ajuda na aprendizagem

Acho muito importante para a evolução do ensinamento

Colocar temas atuais facilita muito no processo de aprendizagem. O "básico" como os temas escolares comuns, torna-se muito maçante.

Acho muito interessante, pois podemos ver na realidade como são aplicados.

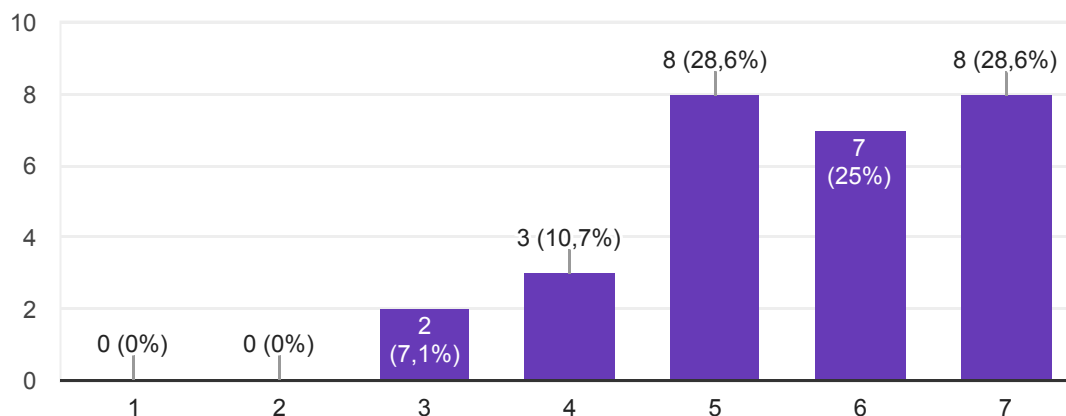
É bom

Muito interessante e importante pois precisamos aprender cada umês dele porque concerteza iremos usá-los.

Tudo nos trás conhecimento, é bom essa ligação

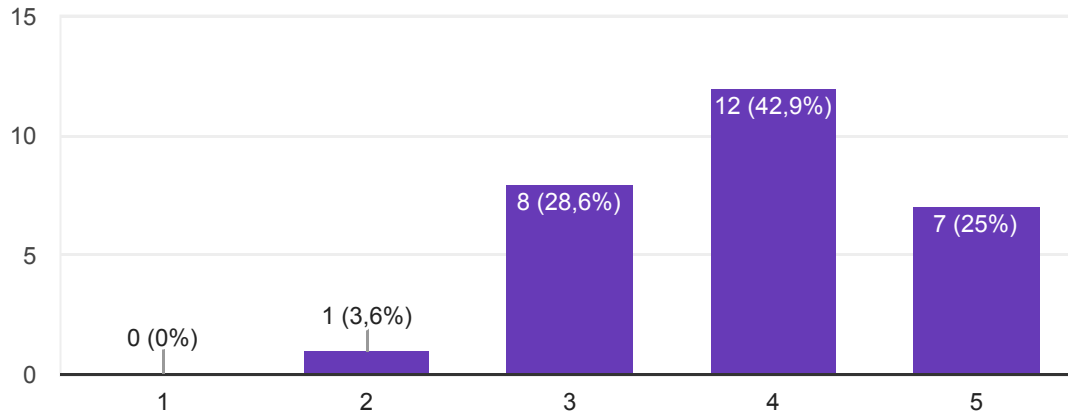
7. Os temas contribuíram para despertar a sua curiosidade?

28 respostas



8. Em relação as aulas tradicionais quanto você se julga motivado para estudar a Física pautada pelas temas atuais escolhidos nas aulas?

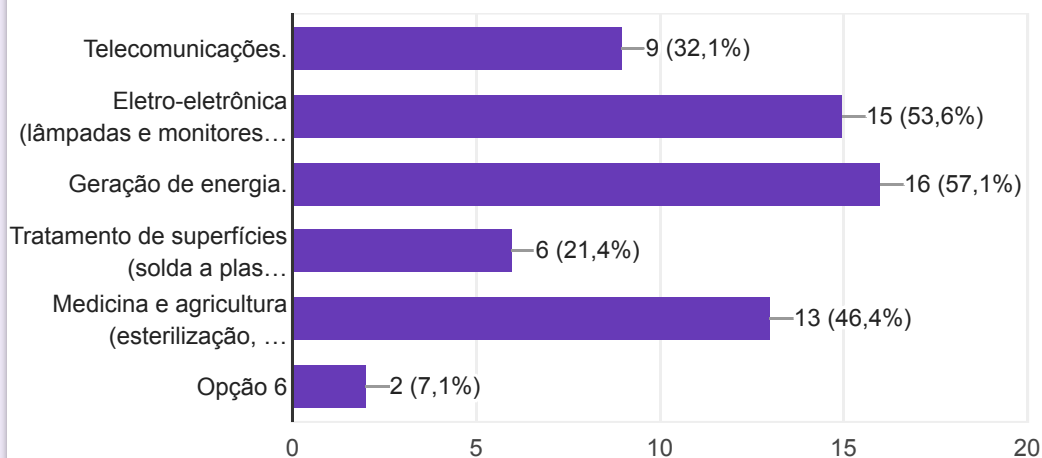
28 respostas



Impacto tecnológico.

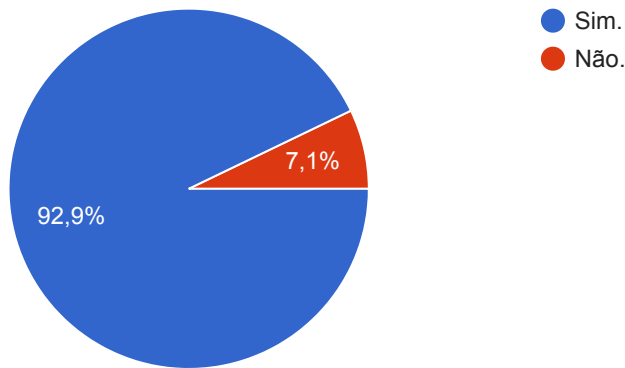
1. Você reconhece a presença de plasmas em áreas tais como telecomunicações, eletro-eletrônica, geração de energia, tratamento de superfícies, medicina e agricultura?

28 respostas



2. Você acredita que o impacto tecnológico advindo dos conhecimentos científicos das áreas citada que envolvem física de plasmas contribui para a sociedade?

28 respostas



3. Em caso afirmativo para a pergunta anterior, a contribuição é positiva, negativa, ou ambas? Explique.

21 respostas

Ambas (3)

Ambas. (2)

Ambas. Todo avanço é importante, é conhecimento. Porém sempre há seus lados ruins.

Positiva. Estudos atuais nos ajudam a entender dúvidas que tínhamos sobre vários assuntos ,e o plasma é algo que não é a sociedade inteira que tem conhecimentos sobre ,e com o impacto tecnológico nos mostra o quão o plasma é presente hoje em dia

positiva porque o plasma esta no nosso dia-a-dia

Quando penso em aspectos negativos a primeira coisa que me vem a mente é com certeza bombas nucleares, os positivos, eu penso na medicina, na radiografia e radioterapia por exemplo, que vem nos auxiliando na saúde.

Ambas, pois as pessoas podem tanto ajudar, como podem fazer coisas erradas.

Ambas, porque independente do que criamos sempre vai ter seus pontos negativos e positivos assim ajudando ou não a sociedade

Positiva

É positiva, porque contribui bastante para a física e mostra como ela é e como acontece

São positivas, pois estamos sempre evoluindo a melhorando.

Positiva, conhecimento nunca é demais. A sociedade sempre pode evoluir.

Ambas , porque pra ter resultados positivos, pode ser q tenhas suas consequências

A contribuição é mais positiva, pois ela atribui para uma sociedade mais moderna e evoluída.

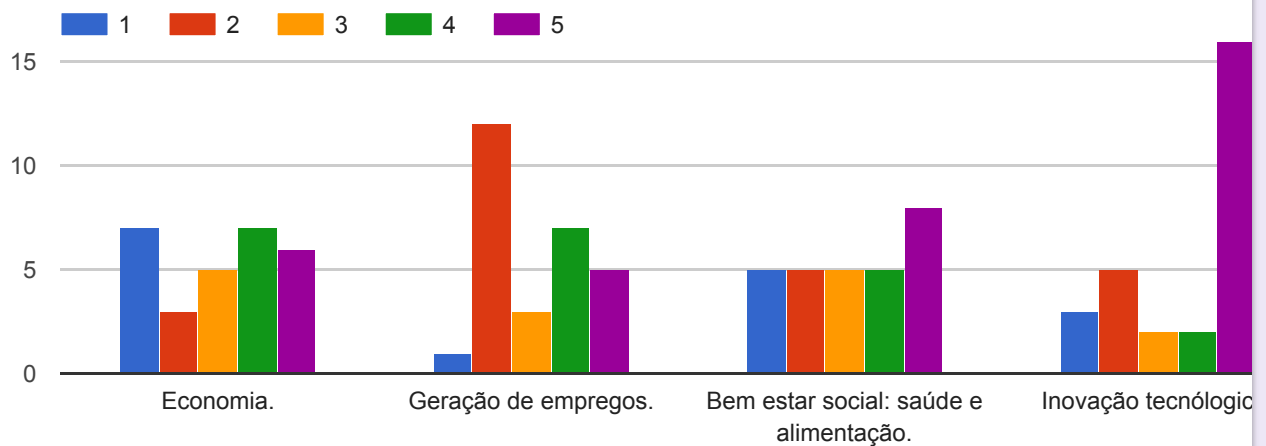
Ambas, pois dependendo da utilidade pode contribuir muito para a sociedade, ou prejudicar também.

Anbas

A contribuição é positiva pois tudo que á na sociedade á física.

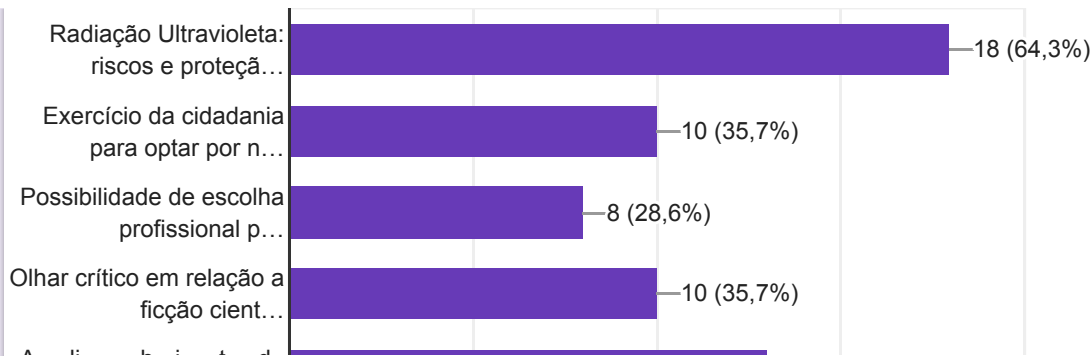
Positiva.

4. Que áreas você considera mais significativas, em relação aos impactos tecnológicos do conhecimento em Física de Plasmas? (1 para a menor e 5 para a maior)



5. Marque opções que identifiquem o impacto, relativo aos conhecimentos tratados de temas atuais, que exerceram maior influência sobre você.

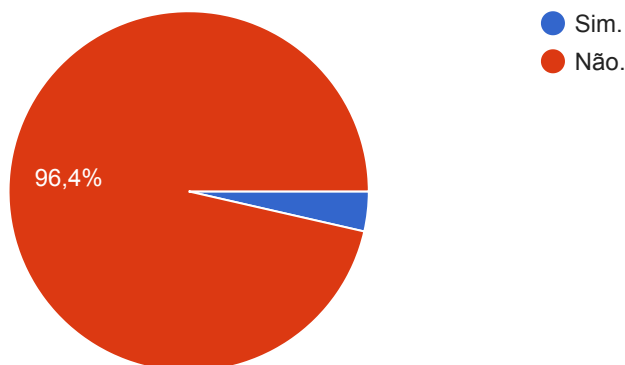
28 respostas



Considerações gerais: muito grato pela colaboração!!!

1. Você teve alguma dificuldade em utilizar os recurso de mídia e preencher este questionário?

28 respostas



2. A linguagem é acessível a sua compreensão?

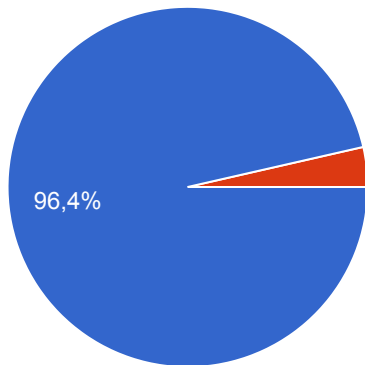
28 respostas



● Sim.
● Não.

3. Você considera que o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) foi motivador?

28 respostas



● Sim.
● Não.

3. Você considera que o ensino de FMC despertou a sua curiosidade? Sim ou não e por quê (pode responder com exemplos sobre aquilo que mais interessante)?

28 respostas

Sim. Pois fez eu compreender melhor os fenomenos mostrado, falando de coisas que ja conheço.

Sim. Porque ampliou meus horizontes de conhecimentos,me deixou dúvidas que acabei correndo atrás,assim despertando curiosidade,principalmente sobre a radiação, que não tinha ideia de como era tão prejudicial a nós

Sim, como surgem as auroras boreais

Por que não

Sim, porque é algo de diferente das aulas comuns de física, ajuda a saber sobre assuntos novos.

Sim. Pois quando foi tocado no assunto de raios UV,me liguei mais nos textos e explicações,pois já tive problemas de pele por conta da excessão de raios solares.

sim porque aprendi muitas coisas que nao sabia

Sim, porque nos incentiva a olhar além do que estamos acostumados a enxergar, desperta curiosidade sobre novos temas que estão em nosso cotidiano e nos incentiva a questionar mais sobre tudo que nos rodeia.

Sim, pois tive a oportunidade de conhecer e entender coisas que talvez não iria aprender tão cedo ou nem iria aprender

Não, acho que por ser um assunto que eu não entendo muito, mas sei que é importante. Por isso me esforço para cada dia entender mais.

Sim, por ter mais conhecimento e pelo interesse que desperto

Sim, porque tem vários assuntos que tenho pouco conhecimento assim atizando mais minha vontade de saber mais sobre o assunto

Sim, fiquei curioso e despertou muito interesse

Sim, por que foram dados exemplos do seu dia a dia, que fazemos e nem percebemos. É isso muitas vezes desperta mais curiosidade de entender o porquê que fazemos isso, o que acontece, etc...

Sim, despertou bastante, pois quis saber mais a profundos o que era e como foi

Sim, porque aprendi muitas coisas que não sabia.

Sim, pois o professor nos mostrou os assuntos de uma forma diferente do que estamos acostumados.

Sim, despertou, principalmente quando se fala em novas fontes de energia, e como poderíamos fazer com que o planeta sofresse menos com os nossos atos destrutivos, por utilizar de conhecimento e força de vontade para inovar nossos métodos de exploração dos elementos presentes no nosso universo.

Sim. porque o conteúdo que fala sobre o sol, Lua, auroras, estrelas são conteúdos que me interessam muito.

Sim porque eu me interesso muito pela matéria da física, pena q seja muito complexa

Sim, por que eu me interessei pelo conteúdo

Sim, porque sempre tive curiosidade de saber o que é física e como ela age, com esses estudos tive a oportunidade de ter uma base de como ela funciona

Sim, a física ela está relacionada no nosso dia-a-dia, acho cada parte interessante

Sim, despertou minha curiosidade, por que eu quis saber mais sobre o assunto, me "aprofundar" mais nas aulas sobre aquela determinada matéria.

Sim, com os videos e simuladores, consegui identificar onde estão presentes os ftons, como funciona a fusão e fissão nuclear.. Entre outros.

É bom

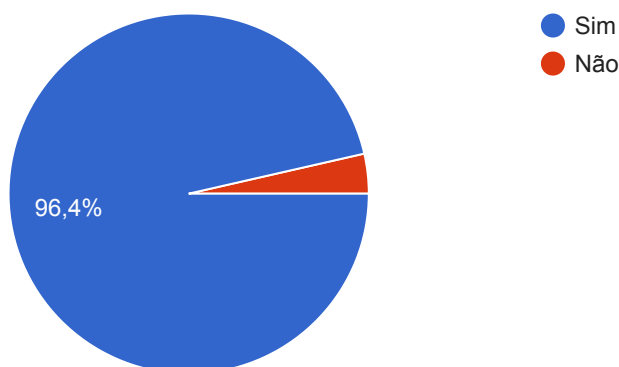
Sim principalmente sobre a energia.

Sim, pois acredito que tudo nos leva a melhorar, aprender e resolver com mais facilidade.

4. Você considera que o ensino de FMC contribui para o senso crítico e

exercício da cidadania?

28 respostas



5. Escreva abertamente a sua opinião sobre as aulas ministradas que articularam conhecimentos tradicionais da escola com temas atuais da Física escolhidos pelo professor.

28 respostas

Muito explicativo e interessante. Bem conduzido.

As aulas foram muito bem ministradas,nos deixando a vontade para esclarecer todas as nossas dúvidas e nos agregando muito conhecimento.

Ótimas, muito amplas e explicativas , e de fácil entendimento

Muito interessante massa Saudades se eu passar

Eu acho interessante, porque é um assunto diferente para ensinar para os alunos em sala de aula, ajuda nos aprendizado sobre os assuntos que foi passado pois é algo novo que muitos nunca tinha estudado ou ouvido por ai.

Muito aproveitosas,pois não foi ensinado apenas o ensino básico em relação a matéria de física,e sim fomos mais a fundo no assunto. Alguns aproveitaram tudo que foi dito,outros se despertaram apenas em um assunto.

os temas que o professor escolheu foram bons e interessantes, porque tiraram toda a visao errada de que "estudar fisica é chato" "eu nao vou usar isso na minha vida".

Achei importante esses temas, e apesar de não ser a matéria escolar que mais me identifico, descobri um lado diferente da física que me despertou curiosidade e satisfação em aprender mais sobre esses assuntos.

Foi muito bom, e ficou muito mais legal com o professor Tiago que é um excelente professor, fez a matéria ser ótima

Acho interessante as aulas ministradas que articulam conhecimentos tradicionais da escola com temas atuais da Física, gosto desse tipo de comparação por fica mais fácil para o aluno entender e poder interagir mais com essa matéria!

Ótimo

Minha opinião é são boas porque assim não ficamos só na física tradicional que para a maioria das pessoas é tedioso com esse método de inserir temas atuais conseguimos modificar o aprendizado assim atizando mais a curiosidade dos estudantes.

As aulas foram de extrema importância para mim Pois me fizeram obter diversos conhecimentos que eu não tinha e também me fizeram despertar muita curiosidade

As aulas dadas pelo professor dispersaram curiosidades e assim dando mais atenção a tal assunto. Um ano com bastante conhecimento, e a facilidade do professor saber explicar a matéria/assunto ajudou meu entendimento.

São as melhores aulas , explica tudo certinho, se dedica bastante para nos promover uma aula muito interessante e consegue facilitar para nós o que a física tem de melhor

Pois tem tanta coisa que não damos importância, até sabermos o que pode acontecer.

Foi uma forma de aprendizagem muito boa, que conseguiu fazer com que nós entendêssemos melhor o conteúdo.

Acredito que as aulas foram de grande importância e que virão a ser extremamente úteis para avaliações futuras, como o vestibular por exemplo.
A metodologia utilizada é simples e objetiva, despertando a curiosidade e a vontade de aprender cada vez mais.

Na minha opinião o professor escolheu muito bem o conteúdo a ser passado, pois é uma coisa nova que aprendemos. E também é um conteúdo que a escola em geral não ensina.

As aulas do professor são muito legais, com ótimas explicações, muito divertidas, tirando a parte da complexidade tudo ficar mlhr😊

Gostei bastante, por que era uma coisa que eu não dava muita importância e agora que aprendi melhor o que é física vi que é uma das coisas que eu mais gostei de aprender e entender melhor.

Vejo uma possibilidade de ter um aprendizado consciente e organizado , que tem só a favorecer os alunos

As aulas foram , muito bem explicadas , é uma aula difícil mais com o ensinamento bom , bastante coisa deu pra aprender sem ter muita dificuldade

O professor facilitou o aprendizado dos alunos. Com o método de usar temas atuais, dando exemplos cotidianos. E sempre mostrando que a física está nas coisas simples do dia-a-dia. Isso contribuiu muito na nossa compreensão. E nos fez entender o porquê de certas coisas acontecerem na física. Exemplo: ação e reação.

Acho que aguçou bastante minha compreensão da física moderna, porque o professor trouxe de maneira diferente assuntos atuais.

Sim

As aulas foram ótimas pois elase me fez entender muito sobre a ciência. Nosso planeta precisa de física ela é muito importante lembrar.

Muito boa as aulas, pois assim saímos do comodismo.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Google Formulários

ANEXO – Documentos do Comitê de Ética

Com o intuito de apresentar a sequência de ações necessárias à submissão de nosso trabalho ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, apresentamos os itens implementados na “Plataforma Brasil”, os quais culminaram com parecer favorável relativo aplicação da nossa pesquisa educacional.

Os itens apresentados, respectivamente, são:

1. Informações básicas do projeto;
2. Comprovante de recepção;
3. Autorização preliminar da direção da escola;
4. Primeiro parecer consubstanciado;
5. Resposta às pendências;
6. Adequação da folha de rosto;
7. Alteração do cronograma no corpo do projeto;
8. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
9. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido;
10. Autorização da Coordenaria Regional de Educação da Grande Florianópolis/SC para aplicação da pesquisa;
11. Autorização definitiva da direção da escola;
12. Segundo parecer consubstanciado com parecer favorável a aplicação da pesquisa.

Projeto de Pesquisa: Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

Informações Preliminares**Responsável Principal**

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| CPF/Documento: 092.552.258-98 | Nome: JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI |
| Telefone: (48) 3879-3475 | E-mail: jeferson.tomazelli@ufsc.br |

Instituição Proponente

| | |
|-------|---|
| CNPJ: | Nome da Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina |
|-------|---|

É um estudo internacional? Não

Assistentes

| CPF/Documento | Nome |
|----------------|-------------------------------|
| 991.129.220-72 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES |

Área de Estudo**Grandes Áreas do Conhecimento (CNPq)**

- Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra

Título Público da Pesquisa: Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

Contato Público

| CPF/Documento | Nome | Telefone | E-mail |
|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| 092.552.258-98 | JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI | (48) 3879-3475 | jeferson.tomazelli@ufsc.br |

Contato JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI

Desenho:

A pesquisa é de natureza educacional, no âmbito sala de aula com os alunos e tem por finalidade contribuir para a melhoria do ensino de física na educação básica.

Apoio Financeiro

| CNPJ | Nome | E-mail | Telefone | Tipo |
|--------------------|--|----------------------|-------------|-------------------------|
| 83.899.526/0001-82 | Universidade Federal de Santa Catarina | cep@reitoria.ufsc.br | 48-37219206 | Institucional Principal |

Palavra Chave

Palavra-chave

Ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea

Detalhamento do Estudo**Resumo:**

Atualizar conhecimentos da física escolar tornando-os mais condizentes com o mundo atual e resgatando aspectos motivacionais na educação básica é um grande desafio que requer a efetiva aproximação de saberes científicos com aspectos da realidade escolar. Elencamos um assunto na forma de aplicação de uma proposta didática com ênfase teórica, fenomenológica e conceitual dentro da Física Moderna e Contemporânea (FMC). Especificamente o estudo do Sol, auroras e fundamentos da Física de Aceleradores de Partículas, coadunando com elementos curriculares. Tal escolha tem por razão a viabilidade metodológica de definição de níveis de profundidade condizentes com os objetivos de cada etapa da educação, possibilitando a articulação de ideias acerca do universo e sua composição, com aplicações tecnológicas e fenômenos físicos direcionados tanto a tecnologia quanto à compreensão do universo. O papel do educador é mediador da interação, o campo de aplicação consiste em 03 salas de aula do ensino médio da escola pública estadual Júlio da Costa Neves, em Florianópolis-SC.

Introdução:

No âmbito do ensino de Ciências da Natureza, especificamente da Física, são desenvolvidas inúmeras pesquisas educacionais, que em linhas gerais assumem um viés teórico ou prático, quer seja na educação formal ou informal. Neste cenário ambas perspectivas, concomitantemente, também são exploradas em trabalhos nacionais e ao redor do mundo. Por ocasião do trabalho de conclusão de curso na pós-graduação lato sensu (ALVES, 2013) a opção de estudar temas atuais da Física na escola básica desvelou-se como caminho para aprimoramento profissional na docência. Todavia tal escolha tomou o viés da proposta teórica, desenvolvendo tópicos de Física de Plasmas para a educação básica nos níveis fundamental e médio sem aplicá-los efetivamente no espaço escolar. A sala de aula é o ambiente ideal para se embrenhar na "aventura do conhecimento", instigar a curiosidade, trocar experiências, contribuir para a motivação e nada melhor do que o panorama do ensino das Ciências da Natureza para construir tal espaço de convivência. Educar sobre a ciência e para a ciência, respeitando diferentes perfis, posturas e dificuldades, absolutamente naturais no aprendizado da Ciência Física, é uma postura importante no exercício da docência. Conversar sobre a Física na educação formal, ou em qualquer outra circunstância, é absolutamente fantástico especialmente quando o ato de questionar, refletir, levantar hipóteses e compartilhar é algo espontâneo. No cotidiano escolar instigar a curiosidade dos estudantes, estimular a criticidade, o senso de aprofundamento, empenho e a responsabilidade perante a aprendizagem da física é um desafio constante. Diante de tais considerações os temas atuais da Física desde os idos 90 são objeto de discussão e pesquisa tanto no cenário da educação nacional quanto no mundo inteiro. Em pleno século XXI é importante abordar assunto contemporâneos em pé de igualdade com os clássicos. A Física Moderna e Contemporânea (FMC) inclui conhecimentos de várias áreas, por exemplo, a Teoria da Relatividade, a Física Quântica e a Física Nuclear. Muitos trabalhos vêm sendo produzidos nesse âmbito do Ensino de Física. A discussão sobre o papel da ciência física na sociedade não pode ser reatada sem o conhecimento da produção científica da atualidade. A formação do indivíduo deve equilibrar-se entre a aquisição de conhecimentos especializados, decorrentes da sua profissão ou dos seus interesses particulares, e conhecimentos mais universais, mais amplos e abstratos, imprescindíveis para a sua participação na vida societária e exercício da cidadania. O conhecimento dos conceitos e modelos da FMC insere-se esses dois níveis formativos (ALVETTI, 1999, p. 21). No começo deste século Moreira e Oesterman (2000, p. 43) divulgaram uma lista de tópicos de FMC, fruto de pesquisas na comunidade científica, que incluem: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas, como objetos do conhecimento recente importantes para os educandos da física básica. Segundo Pereira e Oesterman (2009) as produções acadêmicas de pesquisa em ensino de FMC são descritas em 5 categorias: propostas didáticas em sala de aula; levantamento de concepções; bibliografia de consulta para professores e análise curricular; constituindo mais de 100 artigos neste domínio entre 2001 e 2006. Em particular, as propostas didáticas englobam as linhas de pesquisa: estratégia para abordar FMC no ensino médio; mudanças no ensino de FMC em nível superior; uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e articulação com a História e a Filosofia das Ciências (HFC). Em parceria com muitas instituições de ensino superior em 2013 a Sociedade Brasileira de Física instituiu o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física cuja finalidade é a capacitação do corpo docente de Física básica no território nacional. Como parte do processo de formação destes profissionais, além da dissertação, existe a necessidade de desenvolver um produto educacional. Neste sentido uma leitura factível é que tal instrumento possa contribuir positivamente para educadores e educandos ao longo de suas experiências no processo de ensino e aprendizagem. A aplicação em sala de aula de uma sequência didática edificada sobre temas atuais da ciência e tecnologia é um passo importante no rumo para a construção do objeto educacional em questão. O presente trabalho situa-se no âmbito da aplicação de uma proposta didática, estruturada por meio de módulos de ensino sobre os temas: Física de aceleradores de partículas; Sol e Auroras, dirigidos ao ensino médio da escola básica.

Hipótese:

A interação com os estudantes na sala de aula do ensino médio, à medida que os módulos que constituem a proposta didática forem aplicados, será de suma importância para o desenvolvimento de um objeto educacional que contribua para a melhoria do ensino de física na educação básica em nosso país.

Objetivo Primário:

O objetivo geral do presente projeto é aplicar uma proposta didática com ênfase fenomenológica e conceitual no âmbito da Física Moderna e Contemporânea (FMC) aos estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio (EM).

Objetivo Secundário:

Contribuir para a instrumentalização dos educandos quanto à conhecimentos e desafios atuais da Ciência e Tecnologia; Analisar as contribuições dos tópicos elencados para uma aprendizagem significativa; Obter parâmetros para a construção do produto educacional que é elaborado no percurso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Metodologia Proposta:

A pesquisa é de caráter qualitativo e exploratório. O local é o próprio espaço escolar na condução das aulas das turmas de nível médio. É importante destacar que a sala de aula é um ambiente dinâmico e interativo, permitindo aplicar os módulos didáticos em constante diálogo com os educandos. Para realização das atividades na escola obteremos a autorização da direção bem como dos sujeitos da pesquisa que serão os próprios educandos, autorizados pelos responsáveis, em conformidade com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concernente ao nosso projeto a fim de resguardar todos envolvidos e cumprir o papel ético da educação. Desta forma tanto a direção como os alunos irão autorizar a participação voluntariamente na pesquisa. A escolha do ensino médio como etapa da educação básica apropriada para a aplicação reside no fato de os saberes típicos concernentes ao currículo mantêm estreita relação com os tópicos elencados. Assim sendo optamos por elaborar os módulos didáticos dentro dos 3 anos de formação, distribuídos em sequências de 12 aulas, uma para cada série do ensino médio. Como trata-se de uma primeira aplicação visando obter parâmetros para construção da versão final do produto educacional, a intenção é trabalhar com uma turma de cada ano e a opção foi a Escola Esta-dual Básica Júlio da Costa Neves (EEB JCN) na cidade de Florianópolis/SC. A EEB JCN tem turmas de estudantes da educação infantil ao terceiro ano do ensino médio funcionando em todos os turnos do dia. Pelo fato de que leciono física nesta instituição para EM há 4 anos e lá continuarei pelos próximos 2 anos temos o ambiente propício para a execução do projeto. A aplicação dos módulos didáticos será realizada nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos durante o turno escolar e os alunos participarão interagindo normalmente em aula, pois tratam-se de conteúdos curriculares com outro enfoque. Estarão sujeitos a instrumentos de pesquisa por meio de atividades didáticas e questionários com os seguintes objetivos educacionais: • Levantar concepções prévias e intuitivas relativas aos assuntos trabalhados no domínio do senso comum; • Sondar a profundidade dos conhecimentos estabelecidos anteriores a aplicação dos módulos; • Disponibilizar ferramentas de aprendizagem individual ou em grupos a qualquer tempo; • Investigar a contribuição dos módulos para a aprendizagem significativa dos educandos; • Construir estratégias de abordagem de conceitos científicos e aspectos fenomenológicos atinentes aos temas elencados; e • Realizar o feedback das atividades desenvolvidas na pesquisa educacional. Os participantes do projeto de pesquisa são: o professor – autor do trabalho – enquanto pesquisador; o orientador; a direção da escola e os educandos das três turmas, uma de cada série do ensino médio da EEB JCN.

Riscos:

Como qualquer ação de cunho educacional concernente à pesquisa existem possíveis riscos, de natureza escolar, o que será evitado ao passo em que os responsáveis pelos sujeitos de pesquisa assinarem o TCLE do presente projeto. Na condução das atividades evitaremos: fadigar os estudantes com atividade demasiadamente prolongadas, constranger ou expor os alunos realizando atividades em sala de aula e utilizando questionários sem identificação direta. Ao longo das aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos além de gravações de áudio e vídeo que serão fonte de informações para a presente pesquisa. O acesso a estes dados será única e exclusivamente para o pesquisador e seu orientador e à medida que os dados sejam analisados e divulgados lançaremos mão, quando necessário, de indicativos como aluno (a) ou aluno (1), etc, sem identificação das crianças e jovens, tampouco divulgação de imagens dos menores de idade da comunidade escolar.

Benefícios:

No que diz respeito aos benefícios a oportunidade de ter acesso a informações que irão se consolidar como conhecimentos científicos com ênfase em temas atuais proporcionará ao alunos um ensino mais contextualizado e motivador, podendo incentivá-los para a carreira científica ou tecnológica. O exercício da cidadania e influência para a autonomia do educando também são fatores importantes, uma vez que o conhecimento de processos físicos relativos ao Sol provê fundamentos para que os alunos se posicionem perante questões importantes como energia renováveis e não-renováveis. Como vantagem também vislumbramos relacionar conteúdos com aspectos culturais da ciência, visto que a ocorrência de auroras, por exemplo, por razões físicas se dá exclusivamente nos polos geográficos da Terra. As atividades didáticas ainda estimularão a cooperação entre os alunos, senso crítico, tomada de atitudes e organização nas atividades escolares.

Metodologia de Análise de Dados:

Será realizada análise qualitativa dos dados, uma vez que a aplicação da pesquisa é bastante próxima a realização de atividades didáticas comuns no dia-a-dia escolar.

Desfecho Primário:

O retorno dos educandos frente as atividades propostas contribuirá para a sua própria aprendizagem bem como para o alinhamento do objeto educacional que, assim, será elaborado em maior consonância com a realidade escolar brasileira.

Tamanho da Amostra no Brasil: 90

Países de Recrutamento

| País de Origem do Estudo | País | Nº de participantes da pesquisa |
|--------------------------|--------|---------------------------------|
| Sim | BRASIL | 90 |

Outras Informações

Haverá uso de fontes secundárias de dados (prontuários, dados demográficos, etc)?

Não

Informe o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa:

90

Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro

| ID Grupo | Nº de Indivíduos | Intervenções a serem realizadas |
|-----------|------------------|----------------------------------|
| 2º ano EM | 30 | Ensino de física em sala de aula |
| 1º ano EM | 30 | Ensino de física em sala de aula |
| 3º ano EM | 30 | Ensino de física em sala de aula |

O Estudo é Multicêntrico no Brasil?

Não

Propõe dispensa do TCLE?

Não

Haverá retenção de amostras para armazenamento em banco?

Não

Cronograma de Execução

| Identificação da Etapa | Início (DD/MM/AAAA) | Término (DD/MM/AAAA) |
|--|---------------------|----------------------|
| Aplicação dos módulos didáticos na Escola Básica Estadual Júlio da Costa Neves | 27/06/2017 | 25/08/2017 |

Orçamento Financeiro

| Identificação de Orçamento | Tipo | Valor em Reais (R\$) |
|---|--------|----------------------|
| Bolsa mensal - CAPES - Prof. Tiago - Assistente | Bolsas | R\$ 1.500,00 |
| Total em R\$ | | R\$ 1.500,00 |

Bibliografia:

ALVES, T.R.A. Ensino de Física de Plasma nos níveis fundamental e médio: uma proposta didática. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação, Universidade Gama Filho, 2013. ALVETTI, M. Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a revista Ciência Hoje. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. BRASIL, MEC / SEMTEC, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Vol. 3. Brasília, 1999. BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. BROCKINGTON, G.; PAIVA, J.; PIETROCOLA, Maurício. Atualização dos currículos de Física no Ensino Médio de escolas estaduais: A transposição de teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2005. HEWITT, P. G. Física Conceitual. Ed. 9. Editora Bookman. São Paulo, 2002. MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999. OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, maio, 2000. PEREIRA, Alexandre Pereira de; OSTERMANN, F.. Uma análise da produção acadêmica recente sobre o ensino de física moderna e contemporânea no Brasil. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte : Editado pela ABRAPEC, 2007. v. 06. p. 1-12. PEREIRA, Alexandre Pereira de; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 14, p. 393-420, 2009 TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez.1992. ZIEBELL, L.F. O quarto estado da matéria. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Porto Alegre, 2004.

Upload de Documentos

Arquivo Anexos:

| Tipo | Arquivo |
|--|----------------------------|
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | img029.pdf |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | ALTCRONG_PPMNPEF_TIAGO.pdf |

| | |
|---|----------------------------|
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | AUT_SED.pdf |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | DEC_JCN.pdf |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_ALT.pdf |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_INC.pdf |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLEII_INC.pdf |
| Folha de Rosto | Folhaderosto_ALT.pdf |
| Outros | Resposta_as_Pendencias.pdf |

Finalizar

Manter sigilo da integra do projeto de pesquisa: Não

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

Pesquisador: JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI

Versão: 2

CAAE: 68952917.6.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 056362/2017

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Santa Catarina

Informamos que o projeto Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica que tem como pesquisador responsável JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI, foi recebido para análise ética no CEP Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC em 29/05/2017 às 11:28.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br



DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e como representante legal da Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: *Física de aceleradores de partículas, Sol e Auroras – aplicação de módulos didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da Educação Básica*, e cumprirei os termos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para o desenvolvimento deste projeto, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 02/05/2017

ASSINATURA: *Katia A Antoria*

NOME: *Katia Aparecida Antoria Ribeiro*

CARGO: *Diretora*

CARIMBO DO/A RESPONSÁVEL

Katia A. Antoria
Diretora
Mat: 330901-0-02

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

Pesquisador: JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68952917.6.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Santa Catarina

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.143.710

Apresentação do Projeto:

O estudo intitulado “Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica” é um projeto vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, de TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES. A pesquisa é de natureza educacional, no âmbito sala de aula com os alunos e tem por finalidade contribuir para a melhoria do ensino de física na educação básica. A pesquisa é de caráter qualitativo e exploratório. O local é o próprio espaço escolar na condução das aulas das turmas de nível médio. A intenção é trabalhar com uma turma de cada ano e a opção foi a Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves (EEB JCN) na cidade de Florianópolis/SC. A EEB JCN tem turmas de estudantes da educação infantil ao terceiro ano do ensino médio funcionando em todos os turnos do dia. Pelo fato de que leciono física nesta instituição para EM há 4 anos e lá continuarei pelos próximos 2 anos temos o ambiente propício para a execução do projeto. A aplicação dos módulos didáticos será realizada nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos durante o turno escolar e os alunos participarão interagindo normalmente em aula, pois tratam-se de conteúdos curriculares com outro enfoque.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.143.710

O objetivo geral do presente projeto é aplicar uma proposta didática com ênfase fenomenológica e conceitual no âmbito da Física Moderna e Contemporânea (FMC) aos estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio (EM).

Objetivo Secundário:

Contribuir para a instrumentalização dos educandos quanto a conhecimentos e desafios atuais da Ciência e Tecnologia; Analisar as contribuições dos tópicos elencados para uma aprendizagem significativa; Obter parâmetros para a construção do produto educacional que é elaborado no percurso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como qualquer ação de cunho educacional concernente à pesquisa existem possíveis riscos, de natureza escolar, o que será evitado ao passo em que os responsáveis pelos sujeitos de pesquisa assinarem o TCLE do presente projeto. Na condução das atividades evitaremos: fadigar os estudantes com atividade demasiadamente prolongadas, constranger ou expor os alunos realizando atividades em sala de aula e utilizando questionários sem identificação direta. Ao longo das aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos além de gravações de áudio e vídeo que serão fonte de informações para a presente pesquisa. O acesso a estes dados será única e exclusivamente para o pesquisador e seu orientador e à medida que os dados sejam analisados e divulgados lançaremos mão, quando necessário, de indicativos como aluno (a) ou aluno (1), etc, sem identificação das crianças e jovens, tampouco divulgação de imagens dos menores de idade da comunidade escolar.

Benefícios:

No que diz respeito aos benefícios a oportunidade de ter acesso a informações que irão se consolidar como conhecimentos científicos com ênfase em temas atuais proporcionará ao aluno um ensino mais contextualizado e motivador, podendo incentivá-los para a carreira científica ou tecnológica. O exercício da cidadania e influência para a autonomia do educando também são fatores importantes, uma vez que o conhecimento de processos físicos relativos ao Sol provê fundamentos para que os alunos se posicionem perante questões importantes como energia renováveis e não-renováveis. Como vantagem também vislumbramos relacionar conteúdos com aspectos culturais da ciência, visto que a ocorrência de auroras, por exemplo, por razões físicas se dá exclusivamente nos polos geográficos da Terra. As atividades didáticas ainda estimularão a cooperação entre os alunos, senso crítico, tomada de atitudes e organização nas atividades escolares.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.143.710

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta pertinência, fundamentação bibliográfica, clareza em seus objetivos e potencial para contribuir com a linha de pesquisa que se encaixa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Pedimos atenção das pesquisadoras ao item Conclusão ou pendências e lista de inadequações.

Recomendações:

Recomenda-se a leitura da Resolução 466/12, em especial no que diz respeito à elaboração do TCLE e do TALE, bem como o documento "Orientações para evitar que seu projeto fique em pendências" (disponível do site do CEP).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. A folha de rosto deve ter a assinatura pelo responsável legal do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, com a sua devida identificação. Da forma como está, não sabemos se quem assina, de fato, é o subcoordenador do referido programa, pois não há nenhum carimbo identificador e o nome está ilegível.
2. Pedimos esclarecimentos quanto ao cronograma do estudo. De acordo com o projeto, a abordagem aos participantes da pesquisa já foi iniciada. Esta informação procede? Em caso negativo, pedimos que os pesquisadores encaminhem novo cronograma. Em caso positivo, este comitê está impedido de dar continuidade à análise do processo.
3. Os pesquisadores apresentam apenas a autorização do diretor da Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neve, mas é necessária a apresentação da autorização da Secretaria da Educação de Florianópolis/SC.
4. O TCLE deve ser ajustado, especialmente no que se refere a:
 - 4.1 Fazer a previsão de possíveis riscos, ainda que mínimos, de acordo com o item IV.3 (b) da Resolução 466/2012.
 - 4.2 Identificação do endereço do CEPESH atualizado.
 - 4.3 Explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes, conforme item IV 3 (g) da Resolução 466/2012. Neste caso, os pesquisadores devem ajustar a redação do trecho "Todavia qualquer dano cientificamente comprovado decorrente da participação na pesquisa será indenizado nos termos da legislação em vigor", uma vez que o dano, mesmo que não seja cientificamente comprovado, deve ser ressarcido.

Obs: O TCLE deve ser redigido/ direcionado aos responsáveis legais pelos participantes da

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.143.710

pesquisa, já que estes são menores de idade.

5. Os pesquisadores também devem providenciar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) - anuência do participante da pesquisa, criança, adolescente ou legalmente incapaz. Tais participantes devem ser esclarecidos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa lhes acarretar, na medida de sua compreensão e respeitados em suas singularidades.

6. Ver no site do CEP SH o ícone, orientações para se evitar pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|-------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_915683.pdf | 29/05/2017 11:07:57 | | Aceito |
| Folha de Rosto | 20170529_092549.pdf | 29/05/2017 11:05:36 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | img029.pdf | 07/05/2017 21:29:22 | JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | PPMNPEFTiagoAlves.pdf | 07/05/2017 21:16:35 | JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 07/05/2017 21:16:18 | JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI | Aceito |

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 28 de Junho de 2017

Assinado por:
Ylmar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.143.710

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Polo 39 – UFSC – Florianópolis
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas



RESPOSTA ÀS PENDÊNCIAS

Prezados Srs. membros do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC, participo que em cumprimento às orientações do parecer consubstanciado **2.143.710**, reencaminho para análise o projeto de pesquisa alterado em seu cronograma com seus anexos em conformidade com o solicitado.

1. Folha de rosto – arquivo “Folhaderosto_ALT.pdf”;
Obs.: A identificação do Prof. Dr. Oswaldo de Medeiros Ritter como Coordenador do Programa de Pós-Graduação em voga é referendada pela Portaria subscrita.
2. Declaração da gestora da Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves de que a pesquisa ainda não foi iniciada – arquivo “DEC_JCN.pdf”;
3. Autorização da Secretaria Estadual de Educação – arquivo “AUT_SED.pdf”
4. TCLE ajustado conforme itens 4.1, 4.2 e 4.3 do parecer supracitado – arquivo “TCLE_ALT.pdf” e “TCLEII_INC.pdf”;
5. TALE – arquivo “TALE_INC.pdf.”
6. Projeto de pesquisa alterado em seu cronograma de aplicação – arquivo “ALTCRONG_PPMNPEF_TIAGO.pdf”;
7. Arquivo original, concernente a 1ª submissão de autorização da Direção da Escola Estadual para aplicação da pesquisa – “img029.pdf”.

Cordialmente,

Professor de Física e Mestrando do MNPEF/2016 – Polo UFSC – Florianópolis, *Tiago Rafael de Almeida Alves*.

Fpolis, 23AGO2017.



1. Projeto de Pesquisa:
Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

2. Número de Participantes da Pesquisa: 90

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 1: Ciências Exatas e da Terra

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI

6. CPF:
092.552.258-98

7. Endereço (Rua, n.º):
VEREADOR RAMON FILOMENO, 255 ITACORUBI apto 403 BN FLORIANÓPOLIS SANTA CATARINA
88034495

8. Nacionalidade:
BRASILEIRO

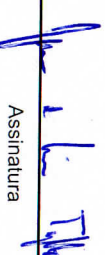
9. Telefone:
(48) 3879-3475

10. Outro Telefone:

11. Email:
jeferson.tomazelli@ufsc.br

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 18 / 08 / 2017


Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:
Universidade Federal de Santa Catarina

13. CNPJ:

14. Unidade/Orgão:
Universidade Federal de Santa Catarina

15. Telefone:
(48) 3721-9000

16. Outro Telefone:

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

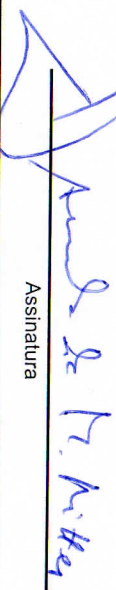
Responsável:
OSWALDO DE MEDEIROS RITZEN

CPF:

347.329.857-34

Cargo/Função:
COORDENADOR DO MNPPEF - UFSC - FLORIANÓPOLIS

Data: 23 / 08 / 2017


Assinatura

PATROCINADOR PRINCIPAL

Potiana Rita 23/08/2017/GR



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Polo 39 – UFSC – Florianópolis
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas



FÍSICA DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS, SOL E AURORAS – APLICAÇÃO DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO NÍVEL MÉDIO DA EDUCAÇÃO BÁSICA.

Projeto de Mestrado submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES

FLORIANÓPOLIS, 2017

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1.INTRODUÇÃO | 3 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA | 5 |
| 1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA | 5 |
| 1.3 OBJETIVO GERAL | 5 |
| 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 6 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1 METODOLOGIA | 9 |
| 2.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO | 11 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 12 |

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do ensino de Ciências da Natureza, especificamente da Física, são desenvolvidas inúmeras pesquisas educacionais, que em linhas gerais assumem um viés teórico ou prático, quer seja na educação formal ou informal. Neste cenário ambas perspectivas, concomitantemente, também são exploradas em trabalhos nacionais e ao redor do mundo. Por ocasião do trabalho de conclusão de curso na pós-graduação lato sensu (ALVES, 2013) a opção de estudar temas atuais da Física na escola básica desvelou-se como caminho para aprimoramento profissional na docência. Todavia tal escolha tomou o viés da proposta teórica, desenvolvendo tópicos de Física de Plasmas para a educação básica nos níveis fundamental e médio sem aplicá-los efetivamente no espaço escolar.

A sala de aula é o ambiente ideal para se embrenhar na “aventura do conhecimento”, instigar a curiosidade, trocar experiências, contribuir para a motivação e nada melhor do que o panorama do ensino das Ciências da Natureza para construir tal espaço de convivência. Educar sobre a ciência e para a ciência, respeitando diferentes perfis, posturas e dificuldades, absolutamente naturais no aprendizado da Ciência Física, é uma postura importante no exercício da docência. Conversar sobre a Física na educação formal, ou em qualquer outra circunstância, é absolutamente fantástico especialmente quando o ato de questionar, refletir, levantar hipóteses e compartilhar é algo espontâneo. No cotidiano escolar instigar a curiosidade dos estudantes, estimular a criticidade, o senso de aprofundamento, empenho e a responsabilidade perante a aprendizagem da física é um desafio constante. Diante de tais considerações os temas atuais da Física desde os idos 90 são objeto de discussão e pesquisa tanto no cenário da educação nacional quanto no mundo inteiro. Em pleno século XXI é importante abordar assunto contemporâneos em pé de igualdade com os clássicos.

A Física Moderna e Contemporânea (FMC) inclui conhecimentos de várias áreas, por exemplo, a Teoria da Relatividade, a Física Quântica e a Física Nuclear. Muitos trabalhos vêm sendo produzidos nesse âmbito do Ensino de Física.

A discussão sobre o papel da ciência física na sociedade não pode ser realizada sem o conhecimento da produção científica da atualidade. A formação do indivíduo deve equilibrar-se entre a aquisição de conhecimentos es-

pecializados, decorrentes da sua profissão ou dos seus interesses particulares, e conhecimentos mais universais, mais amplos e abstratos, imprescindíveis para a sua participação na vida societária e exercício da cidadania. O conhecimento dos conceitos e modelos da FMC insere-se esses dois níveis formativos (ALVETTI, 1999, p. 21).

No começo deste século Moreira e Oesterman (2000, p. 43) divulgaram uma lista de tópicos de FMC, fruto de pesquisas na comunidade científica, que incluem: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas, como objetos do conhecimento recente importantes para os educandos da física básica.

Segundo Pereira e Oesterman (2009) as produções acadêmicas de pesquisa em ensino de FMC são descritas em 5 categorias: propostas didáticas em sala de aula; levantamento de concepções; bibliografia de consulta para professores e análise curricular; constituindo mais de 100 artigos neste domínio entre 2001 e 2006. Em particular, as propostas didáticas englobam as linhas de pesquisa: estratégia para abordar FMC no ensino médio; mudanças no ensino de FMC em nível superior; uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e articulação com a História e a Filosofia das Ciências (HFC).

Em parceria com muitas instituições de ensino superior em 2013 a Sociedade Brasileira de Física instituiu o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física cuja finalidade é a capacitação do corpo docente de Física básica no território nacional. Como parte do processo de formação destes profissionais, além da dissertação, existe a necessidade de desenvolver um produto educacional. Neste sentido uma leitura factível é que tal instrumento possa contribuir positivamente para educadores e educandos ao longo de suas experiências no processo de ensino e aprendizagem. A aplicação em sala de aula de uma sequência didática edificada sobre temas atuais da ciência e tecnologia é um passo importante no rumo para a construção do objeto educacional em questão.

O presente trabalho situa-se no âmbito da aplicação de uma proposta didática, estruturada por meio de módulos de ensino sobre os temas: Física de aceleradores de partículas; Sol e Auroras, dirigidos ao ensino médio da escola básica.

1.1 JUSTIFICATIVA

A aplicação de sequências didáticas que articulem conteúdos curriculares da física básica com temas atuais e motivadores da ciência consolida um grande desafio na capacitação docente em nosso país. Abordar temas contemporâneos no âmbito do Ensino de Física a fim de perscrutar o processo de ensino e aprendizagem diretamente é um instrumento importante em nossas escolas. A finalidade das nossas ações como professores mediadores do conhecimento de física está em elaborar e empregar produtos educacionais que todos integrantes da educação possam usufruir. Para tal nada melhor que intervir diretamente no nível médio da escola básica para verificar na prática quais as potencialidades e limitações dos temas elencados.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema que buscamos investigar está no domínio de dois grandes questionamentos concernentes ao ensino de FMC. Quais as contribuições de uma sequência didática que trate da Física de aceleradores de partículas, do Sol e das Auroras para estudantes do ensino médio? No que concerne ao desenvolvimento de um produto educacional para professores e estudantes de ensino médio, o que pode ser aprimorado com base na interação com os alunos ao longo da aplicação dos módulos?

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente projeto é aplicar uma proposta didática com ênfase fenomenológica e conceitual no âmbito da Física Moderna e Contemporânea (FMC) aos estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio (EM).

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir para a instrumentalização dos educandos quanto à conhecimentos e desafios atuais da Ciência e Tecnologia;
- Analisar as contribuições dos tópicos elencados para uma aprendizagem significativa;
- Obter parâmetros para a construção do produto educacional que é elaborado no percurso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Existe uma gama de artigos na área de pesquisa em ensino de FMC englobando distintas linhas de pesquisa. É importante observar que tanto a aprendizagem, explorando teorias da educação, quanto o ensino propriamente dito, enfatizando metodologias, vêm sendo amplamente pesquisados e debatidos em articulação com o ensino de FMC. Apenas para citar: Aprendizagem significativa de Ausubel; Enfoque CTS; Alfabetização Científica via Fourez ou Chassot, dentre outras perspectivas; Construtivismo e Mudança Conceitual; Concepção Freireana da Educação; Motivação para a Aprendizagem; Modelização no Ensino de Ciências; Ênfase em HFC e Desenvolvimento e utilização das TIC são algumas das possíveis referências para a pesquisa. No entanto, à parte de adotarmos uma ou mais perspectivas educacionais como referenciais teóricos do presente trabalho, a intenção nesse momento é estar atento ao que preconizam os documento oficiais que regulamentam o ensino de Ciências da Natureza, onde a Física se encontra, no ensino brasileiro.

Em seus artigos 26 e 36 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) estabelece o conhecimento do mundo físico e natural inerente às Ciências da Natureza na educação básica. Especificamente no ensino médio o aporte dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) consolida competências e habilidades, bem como apresenta conceitos de contextualização, interdisciplinaridade, temas transversais, temas estruturadores, entre outros fatores robustos quanto à organização das práticas pedagógicas.

Atualmente nosso país está no caminho de uma grande reforma no EM que define um aumento considerável da carga horária e estipula itinerários formativos aonde as Ciências da Natureza apresentam-se como opção aos estudantes, sem caráter obrigatório. Será uma das ênfases dentre as opções: Linguagens; Matemática; Ciências Humanas e Formação Técnica e Profissional. Todavia até que estejamos, de fato, vivenciando tais mudanças legais a intenção é destinar o foco e a atenção às competências e habilidades, uma vez que o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) está calcado nesses parâmetros. Cabe salientar que também está em fase de elaboração a Base Curricular Nacional (BCN), documento institucional desenvolvido em cooperação com as diferentes esferas da educação brasileira. Ela seguiu um processo de preparação, 1ª versão, consulta pública, 2ª versão e até meados do segundo semestre de 2016 seminários e palestras em todas regiões brasileiras foram realizados. Em virtude de que ainda não está em versão definitiva a ideia agora é manter os quesitos competências e habilidades como rumo para construção dos módulos didáticos.

A seguir escolhemos competências e habilidades adequadas ao desenvolvimento de nosso trabalho de aplicação dos módulos de ensino, elas estão nas categorias: I. Representação e comunicação; II. Investigação e compreensão; e III. Contextualização sócio cultural. Em cada domínio temos por referência as competências e habilidades (PCN+, 2002) listadas.

I. Representação e comunicação

- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física;
- Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente;
- Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta.
- Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara; e

- Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes;

II. Investigação e compreensão

- Reconhecer a existência de invariantes que impõe condições sobre o que pode e o que não pode acontecer, em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas;

- Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis;

- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas;

- Conhecer modelos físicos microscópicos, para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema

- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação; e

- Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos.

III. Contextualização sócio cultural:

- Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história;

- Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir;

- Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo; e

- Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados para um posicionamento responsável.

2.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na presente pesquisa é de caráter qualitativo e exploratório. O local é o próprio espaço escolar na condução das aulas das turmas de nível médio. É importante destacar que a sala de aula é um ambiente dinâmico e interativo, permitindo aplicar os módulos didáticos em constante diálogo com os educandos. Para realização das atividades na escola obteremos a autorização da direção, dos responsáveis dos sujeitos da pesquisa que serão os próprios educandos e dos próprios estudantes em conformidade aos aspectos éticos da pesquisa. Em anexo trazemos do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concernente ao nosso projeto a fim de resguardar todos envolvidos e cumprir o papel ético da educação, redigido aos responsáveis e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os próprios estudantes. Desta forma, tanto a direção como os alunos e seus responsáveis irão autorizar a participação voluntariamente na pesquisa.

A escolha do ensino médio como etapa da educação básica apropriada para a aplicação reside no fato de os saberes típicos concernentes ao currículo mantêm estreita relação com os tópicos elencados. Assim sendo optamos por elaborar os módulos didáticos dentro dos 3 anos de formação, distribuídos em sequências de 12 aulas em articulação com o currículo escolar vigente, uma para cada série do ensino médio. Como se trata de uma primeira aplicação visando obter parâmetros para construção da versão final do produto educacional, a intenção é trabalhar com uma turma de cada ano e a opção foi a Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves (EEB JCN) na cidade de Florianópolis/SC.

A EEB JCN tem turmas de estudantes da educação infantil ao terceiro ano do ensino médio funcionando em todos os turnos do dia. Pelo fato de que leciono física nesta instituição para EM há quatro anos e lá continuarei pelos próximos 2 anos temos o ambiente propício para a execução do projeto. A aplicação dos módulos didáticos será realizada nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos durante o turno escolar e os alunos participarão interagindo normalmente em aula, pois se tratam de conteúdos curriculares com outro enfoque. Estarão sujeitos a instrumentos de pesquisa por meio de atividades didáticas e questionários com os seguintes objetivos educacionais:

- Levantar concepções prévias e intuitivas relativas aos assuntos trabalhados no domínio do senso comum;
- Sondar a profundidade dos conhecimentos estabelecidos anteriores a aplicação dos módulos;
- Disponibilizar ferramentas de aprendizagem individual ou em grupos a qualquer tempo;
- Investigar a contribuição dos módulos para a aprendizagem significativa dos educandos;
- Construir estratégias de abordagem de conceitos científicos e aspectos fenomenológicos atinentes aos temas elencados; e
- Realizar o feedback das atividades desenvolvidas na pesquisa educacional.

Os participantes do projeto de pesquisa são: o professor – autor do trabalho – enquanto pesquisador; seu orientador; a direção da escola e os educandos das três turmas, uma de cada série do ensino médio da EBB JCN.

É importante evidenciar os benefícios e riscos do projeto. No que diz respeito aos benefícios a oportunidade de ter acesso a informações que irão se consolidar como conhecimentos científicos, com ênfase em temas atuais, proporcionará aos alunos um ensino mais contextualizado e motivador, podendo incentivá-los para a carreira científica. O exercício da cidadania e influência para a autonomia do educando também são fatores importantes, uma vez que o conhecimento de processos físicos relativos ao Sol provê fundamentos para que os alunos se posicionem perante questões importantes como energia renováveis e não renováveis. Como vantagem, vislumbramos também relacionar conteúdos com aspectos culturais da ciência, visto que a ocorrência de auroras, por exemplo, por razões físicas se dá exclusivamente nos polos geográficos da Terra. Alia-se ainda, diante desta perspectiva, a ampliação do repertório cultural dos estudantes ao passo em que lhes são proporcionados debates relativos aos aceleradores de partículas, objetos do conhecimento comuns no âmbito da divulgação científica. As atividades didáticas ainda estimularão a cooperação entre os alunos, senso crítico, tomada de atitudes e organização nas atividades escolares.

Como qualquer ação de cunho educacional concernente à pesquisa existem possíveis riscos, de natureza escolar, o que será evitado ao passo em que os sujei-

tos de pesquisa forem devidamente orientados, com as autorizações necessárias (TCLE e TALE) que estão anexas ao presente projeto. Na condução das atividades evitaremos: fadigar os estudantes com atividade demasiadamente prolongadas, constranger e expor os alunos realizando atividades em sala de aula por grupos e utilizando questionários sem identificação direta. Ao longo das aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos além de gravações de áudio e vídeo que serão fonte de informações para a presente pesquisa. O acesso a estes dados será única e exclusivamente para o pesquisador e seu orientador e à medida que os dados sejam analisados e divulgados lançaremos mão, quando necessário, de indicativos como aluno (a) ou aluno (1), etc, sem identificação das crianças e jovens, tampouco divulgação de imagens dos menores de idade da comunidade escolar.

2.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

| Fases do projeto | Período (meses) |
|------------------------------------|--|
| Elaboração do projeto | 1º Semestre de 2017 JAN-MAR |
| Pesquisa dos referenciais teóricos | 1º Semestre de 2017 MAR-JUN 2º Semestre de 2017 JUL-SET |
| Aplicação na escola | 2º Semestre de 2017 OUT-NOV |
| Análise dos Resultados | 2º Semestre de 2017 NOV-DEZ 1º Semestre de 2018 JAN-MAR |
| Elaboração da Dissertação | 2º Semestre de 2017 NOV-DEZ 1º Semestre de 2018 JAN-JUN |
| Defesa da Dissertação | 1º Semestre de 2018 JUL-AGO |

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T.R.A. Ensino de Física de Plasma nos níveis fundamental e médio: uma proposta didática. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação, Universidade Gama Filho, 2013.

ALVETTI, M. Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a revista Ciência Hoje. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BRASIL, MEC / SEMTEC, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Vol. 3. Brasília, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BROCKINGTON, G.; PAIVA, J; PIETROCOLA, Maurício. Atualização dos currículos de Física no Ensino Médio de escolas estaduais: A transposição de teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. Ed. 9. Editora Bookman. São Paulo, 2002.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, maio, 2000.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, F.. Uma análise da produção acadêmica recente sobre o ensino de física moderna e contemporânea no Brasil. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte : Editado pela ABRAPEC, 2007. v. 06. p. 1-12.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 14, p. 393-420, 2009.

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

ZIEBELL, L.F. O quarto estado da matéria. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Porto Alegre, 2004.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Polo 39 – UFSC – Florianópolis
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) estudante _____, pelo qual o Sr.(a) é responsável está sendo convidado(a) voluntariamente a participar da pesquisa educacional: **Física de aceleradores de partículas, Sol e Auroras – aplicação de módulos didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da educação básica**, que tem como pesquisador o professor de Física e Mestrando Tiago Rafael de Almeida Alves, sob orientação do professor Dr. Jeferson de Lima Tomazelli, vinculados ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 39 – da Universidade Federal de Santa Catarina.

Esta pesquisa será realizada durante o turno em que o (a) estudante está regularmente matriculado e tem por base uma proposta didática com ênfase em fenômenos e conceitos na área de Física Moderna e Contemporânea relacionados aos conteúdos curriculares vigentes. Estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio estão sendo convidados a participar desta pesquisa educacional no segundo semestre do corrente ano letivo. Planejamos lecionar aulas para as três turmas citadas onde serão realizadas atividades de ensino de Física Moderna e Contemporânea, na própria sala de aula, debatendo tópicos atuais da Ciência, especificamente com respeito ao Sol, as Auroras e aos Aceleradores de Partículas, relacionando-os com os programas de ensino para estas turmas.

Nenhuma das atividades didáticas oferecerá riscos ou desconfortos físicos aos alunos. Durante as aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos, questionários respondidos e, eventualmente, gravações de áudio e vídeo, os quais serão fonte de informações para nossa pesquisa. Somente terão acesso a este material o pesquisador e seu orientador. Quando houver

divulgação dos resultados da pesquisa, os nomes dos envolvidos não serão divulgados, recorrendo, quando necessário, a designações tais como aluno (1), ou aluno (a), etc. Não haverá divulgação de imagens dos membros da comunidade escolar envolvidos na pesquisa. Ao participar da pesquisa o estudante não correrá riscos além daqueles possíveis em qualquer outra atividade didática coletiva: poderá ficar cansado ou aborrecido durante as aulas, eventualmente constrangido ao participar da aula na medida em que erre alguma resposta, ou feliz e contente ao acertar, aspectos absolutamente normais e comuns no dia-a-dia de uma sala de aula. A participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação do desempenho escolar do estudante.

As atividades realizadas na pesquisa devem contribuir diretamente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos, uma vez que serão planejadas com o objetivo de contextualizar a ciência, ampliar o repertório científico-cultural e motivar os estudantes. Além disto, a pesquisa será importante para o desenvolvimento de um produto educacional que será disponibilizado a estudantes e professores do ensino médio de todo o país.

Caso o estudante sofra algum acidente ou tenha qualquer mal-estar no transcurso da pesquisa educacional será encaminhado imediatamente aos setores de assistência de saúde, com apoio da gestão da unidade escolar, bem como do corpo docente. Caso o estudante tenha alguma despesa adicional ou sintas-se lesado física ou moralmente por algo relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e o estudante não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, solicitar que o estudante deixe de participar da pesquisa, sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. O estudante também pode, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa, sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira que o estudante desista da pesquisa ou deseje manifestar-se sobre outro assunto, o Sr.(a) pode entrar em contato com o pesquisador – prof. Tiago – ou com o seu orientador – prof. Jeferson – de acordo com os dados a seguir, ou ainda, pessoalmente,

junto ao Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC).

Dados do orientador da pesquisa educacional:

Nome: Jeferson de Lima Tomazelli

E-mail: jeferson.tomazelli@ufsc.br

Telefone: (48) 3721-9234

Dados do pesquisador:

Nome: Tiago Rafael de Almeida Alves

E-mail: tiago_aalves@hotmail.com

Telefone: (48)98461-7062 ou (48)3035-2115

Dados do Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos responsável pela autorização desta pesquisa:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró – Reitoria de Pesquisa; Rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, Sala 401, Florianópolis-SC.

Email: cep.propesq@contato.ufsc.br

Telefone: (48) 3721- 6094

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL LEGAL PELO ESTUDANTE
PARTICIPANTE**

Eu, _____,
responsável legal por _____, fui
informado (a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e
esclareci minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando
claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este
consentimento a qualquer momento. Estou ciente também dos objetivos da
pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, sobre a possibilidade
de danos ou riscos deles provenientes e da garantia de proteção de identidade
e esclarecimentos sempre que desejar.

Declaro que concordo com a participação do (a) estudante na presente
pesquisa educacional. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre
e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas
dúvidas.

Florianópolis, ___/___/2017.

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Nome legível do responsável: | Nome legível do pesquisador: |
| RG: | RG: |
| Assinatura do responsável: | Assinatura do pesquisador: |



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Polo 39 – UFSC – Florianópolis
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas



TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado (a) a participar voluntariamente da pesquisa educacional: **Física de aceleradores de partículas, Sol e Auroras – aplicação de módulos didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da educação básica**, que tem como pesquisador o professor de Física e Mestrando Tiago Rafael de Almeida Alves, sob orientação do professor Dr. Jeferson de Lima Tomazelli, vinculados ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 39 – da Universidade Federal de Santa Catarina.

Esta pesquisa será realizada durante o turno em que você está regularmente matriculado e tem por base uma proposta didática com ênfase em fenômenos e conceitos na área de Física Moderna e Contemporânea relacionados aos conteúdos curriculares vigentes. Estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio estão sendo convidados a participar desta pesquisa educacional no segundo semestre do corrente ano letivo. Planejamos lecionar aulas para as três turmas citadas onde serão realizadas atividades de ensino de Física Moderna e Contemporânea, na própria sala de aula, debatendo tópicos atuais da Ciência, especificamente com respeito ao Sol, as Auroras e aos Aceleradores de Partículas, relacionando-os com os programas de ensino para estas turmas.

Nenhuma das atividades didáticas oferecerá riscos ou desconfortos físicos aos alunos. Durante as aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos, questionários respondidos e, eventualmente, gravações de áudio e vídeo, os quais serão fonte de informações para nossa pesquisa. Somente terão acesso a este material o pesquisador e seu orientador. Quando houver divulgação dos resultados da pesquisa, os nomes dos envolvidos não serão divulgados, recorrendo, quando necessário, a designações tais como aluno (1),

ou aluno (a), etc. Não haverá divulgação de imagens dos membros da comunidade escolar envolvidos na pesquisa. Ao participar da pesquisa você não correrá riscos além daqueles possíveis em qualquer outra atividade didática coletiva: poderá ficar cansado ou aborrecido durante as aulas, eventualmente constrangido ao participar da aula na medida em que erre alguma resposta, ou feliz e contente ao acertar, aspectos absolutamente normais e comuns no dia-a-dia de uma sala de aula. A participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na sua avaliação de desempenho.

As atividades realizadas na pesquisa devem contribuir diretamente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos, uma vez que serão planejadas com o objetivo de contextualizar a ciência, ampliar o repertório científico-cultural e motivar os estudantes. Além disto, a pesquisa será importante para o desenvolvimento de um produto educacional que será disponibilizado a estudantes e professores do ensino médio de todo o país.

Caso o estudante sofra algum acidente ou tenha qualquer mal-estar no transcurso da pesquisa educacional será encaminhado imediatamente aos setores de assistência de saúde, com apoio da gestão da unidade escolar, bem como do corpo docente. Caso o estudante tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e o estudante não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa, sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso opte pela desistência da pesquisa ou deseje manifestar-se sobre outro assunto, pode entrar em contato com o pesquisador – prof. Tiago – ou com o seu orientador – prof. Jeferson – de acordo com os dados a seguir, ou ainda, pessoalmente, junto ao Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir

rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC).

Dados do orientador da pesquisa educacional:

Nome: Jeferson de Lima Tomazelli

E-mail: jeferson.tomazelli@ufsc.br

Telefone: (48) 3721-9234

Dados do pesquisador:

Nome: Tiago Rafael de Almeida Alves

E-mail: tiago_aalves@hotmail.com

Telefone: (48) 98461-7062 ou (48) 3035-2115

Dados do Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos responsável pela autorização desta pesquisa:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina – Pró – Reitoria de Pesquisa; Rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, Sala 401, Florianópolis-SC.

Email: cep.propesq@contato.ufsc.br

Telefone: (48) 3721- 6094

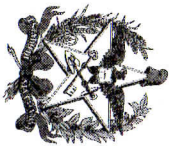
ASSENTIMENTO DO ESTUDANTE PARTICIPANTE

Eu, _____,
fui informado (a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, sobre a possibilidade de danos ou riscos deles provenientes e da garantia de proteção de identidade e esclarecimentos sempre que desejar.

Declaro que concordo em participar da presente pesquisa educacional. Recebi uma cópia deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Florianópolis, ___/___/2017.

| | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Nome legível do participante: | Nome legível do pesquisador |
| RG: | RG: |
| Assinatura do participante: | Assinatura do pesquisador: |



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL DA GRANDE FLORIANÓPOLIS
SUPERVISÃO DE POLÍTICAS E PLANEJAMENTO EDUCACIONAL
Rua das Camélias, 345 – Kobrasol – São José/SC - CEP 88102-480 Fone: 3665-6610.

Ofício nº 235/SPPE/GAB/2017

São José, 09 de agosto de 2017.

Sr(a) Gestor(a),

Cumprimtando-o(a) cordialmente, vimos por meio deste, ~~AUTORIZAR, Tiago Rafael de Almeida Alves, mestrando do Curso de~~ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, orientado pelo Prof Dr Jeferson de Lima Tomazelli – MNPEF/UFSC/SC, a desenvolver sua pesquisa na escola **EEB Júlio da Costa Neves**, no município de Florianópolis/SC, intitulado “Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras: aplicação de módulos didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da Educação Básica”.

Atenciosamente,

Elizete Szares Geraldi

Coordenadora Regional da Grande Florianópolis

Selma David Lemos

Supervisora de Políticas e Planejamento Educacional



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
EEB Júlio da Costa Neves
Rua Caminho dos Estudantes, s/n - Costeira do Pirajubaé – Florianópolis – SC
Telefone/Fax: (48) 3665.5612 E-mail: julioneves@sed.sc.gov.br

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que o professor TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES matrícula 679667-2-01, professor de Física desta instituição dos períodos matutino, vespertino e noturno do Ensino Médio, não iniciou a pesquisa educacional intitulada “Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras: aplicação de módulos didáticos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio da Educação Básica”. Sendo assim reiteramos o aceite da Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis para aplicação desta pesquisa na presente instituição.

Por ser verdade firmo o presente documento.

Katia A. Antoria

Katia A. Antoria

Diretora

Mat: 330901-0-02

Florianópolis, 14 de agosto de 2017.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica

Pesquisador: JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 68952917.6.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Santa Catarina

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.280.855

Apresentação do Projeto:

O estudo intitulado “Física de Aceleradores de Partículas, Sol e Auroras - Aplicação de Módulos Didáticos de Física Moderna e Contemporânea no Nível Médio da Educação Básica” é um projeto vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, de TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES. A pesquisa é de natureza educacional, no âmbito sala de aula com os alunos e tem por finalidade contribuir para a melhoria do ensino de física na educação básica. A pesquisa é de caráter qualitativo e exploratório. O local é o próprio espaço escolar na condução das aulas das turmas de nível médio. A intenção é trabalhar com uma turma de cada ano e a opção foi a Escola Estadual Básica Júlio da Costa Neves (EEB JCN) na cidade de Florianópolis/SC. A EEB JCN tem turmas de estudantes da educação infantil ao terceiro ano do ensino médio funcionando em todos os turnos do dia. Pelo fato de que leciono física nesta instituição para EM há 4 anos e lá continuarei pelos próximos 2 anos temos o ambiente propício para a execução do projeto. A aplicação dos módulos didáticos será realizada nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos durante o turno escolar e os alunos participarão interagindo normalmente em aula, pois tratam-se de conteúdos curriculares com outro enfoque.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.280.855

O objetivo geral do presente projeto é aplicar uma proposta didática com ênfase fenomenológica e conceitual no âmbito da Física Moderna e Contemporânea (FMC) aos estudantes de primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio (EM).

Objetivo Secundário:

Contribuir para a instrumentalização dos educandos quanto a conhecimentos e desafios atuais da Ciência e Tecnologia; Analisar as contribuições dos tópicos elencados para uma aprendizagem significativa; Obter parâmetros para a construção do produto educacional que é elaborado no percurso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como qualquer ação de cunho educacional concernente à pesquisa existem possíveis riscos, de natureza escolar, o que será evitado ao passo em que os responsáveis pelos sujeitos de pesquisa assinarem o TCLE do presente projeto. Na condução das atividades evitaremos: fadigar os estudantes com atividade demasiadamente prolongadas, constranger ou expor os alunos realizando atividades em sala de aula e utilizando questionários sem identificação direta. Ao longo das aulas coletaremos anotações feitas pelos educandos além de gravações de áudio e vídeo que serão fonte de informações para a presente pesquisa. O acesso a estes dados será única e exclusivamente para o pesquisador e seu orientador e à medida que os dados sejam analisados e divulgados lançaremos mão, quando necessário, de indicativos como aluno (a) ou aluno (1), etc, sem identificação das crianças e jovens, tampouco divulgação de imagens dos menores de idade da comunidade escolar.

Benefícios:

No que diz respeito aos benefícios a oportunidade de ter acesso a informações que irão se consolidar como conhecimentos científicos com ênfase em temas atuais proporcionará ao aluno um ensino mais contextualizado e motivador, podendo incentivá-los para a carreira científica ou tecnológica. O exercício da cidadania e influência para a autonomia do educando também são fatores importantes, uma vez que o conhecimento de processos físicos relativos ao Sol provê fundamentos para que os alunos se posicionem perante questões importantes como energia renováveis e não-renováveis. Como vantagem também vislumbramos relacionar conteúdos com aspectos culturais da ciência, visto que a ocorrência de auroras, por exemplo, por razões físicas se dá exclusivamente nos polos geográficos da Terra. As atividades didáticas ainda estimularão a cooperação entre os alunos, senso crítico, tomada de atitudes e organização nas atividades escolares.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.280.855

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta pertinência, fundamentação bibliográfica, clareza em seus objetivos e potencial para contribuir com a linha de pesquisa que se encaixa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Nesta nova versão, todos os termos obrigatórios foram apresentados adequadamente.

Recomendações:

Recomenda-se que os pesquisadores revisem a frase da pág. 2 (linha 1 e 2) do TCLE e da pág. 1 (penúltima e última linha) do TALE, pois parece haver um erro de digitação (“...os nomes dos envolvidos não serão ADOS”).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Os pesquisadores apresentaram carta em resposta às pendências e fizeram adequadamente todos os ajustes solicitados.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|-------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_915683.pdf | 23/08/2017 15:14:05 | | Aceito |
| Outros | Resposta_as_Pendencias.pdf | 23/08/2017 15:13:30 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| Folha de Rosto | Folhaderosto_ALT.pdf | 23/08/2017 15:07:06 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLEII_INC.pdf | 14/08/2017 18:06:16 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_INC.pdf | 14/08/2017 18:05:59 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_ALT.pdf | 14/08/2017 18:05:36 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | DEC_JCN.pdf | 14/08/2017 18:05:18 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.280.855

| | | | | |
|--|----------------------------|------------------------|-------------------------------|--------|
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | AUT_SED.pdf | 14/08/2017 18:04:59 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | ALTCRONG_PPMNPEF_TIAGO.pdf | 14/08/2017 18:02:33 | TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | img029.pdf | 07/05/2017 21:29:22 | JEFERSON DE LIMA TOMAZELLI | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 18 de Setembro de 2017

Assinado por:
Ylmar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br