Versão Online ISBN 978-85-8015-079-7
Cadernos PDE

VOLUME II

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE

Produções Didático-Pedagógicas

2014

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
Secretaria da Educação

FICHA PARA CATÁLOGO PRODUÇÃO DIDÁTICA PEDAGÓGICA

Título: A Física Moderna Utilizando o Teatro Como Instrumento de Aprendizagem	
Autora	Ana Cristina de Oliveira
Disciplina/Área	Física
Escola de Implementação do Projeto e sua localização	Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato. Rua Quinze de Outubro 535 – Estância. CEP: 83323-840 Tel. 36671237
Município da escola	Pinhais
Núcleo Regional de Educação	Área Metropolitana Norte
Professor Orientador	Dr. Walmor Cardoso Godoi
Instituição de Ensino Superior	Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
Relação Interdisciplinar	Teatro Artes Música
Resumo:	Apresenta-se aqui a proposta de utilizar o teatro como recurso pedagógico nas aulas de Física. O teatro pode contribuir para o desenvolvimento da expressão, comunicação, formação de sujeitos autônomos e para o despertar do interesse do aluno para o conhecimento da Física Moderna de uma maneira lúdica e prazerosa. A unidade didática é composta por uma sequência de conteúdos para que o aluno entenda algumas interpretações quânticas sobre a luz e dualidade onda-partícula. A metodologia de trabalho criará e apresentará uma peça de teatro que será desenvolvida por uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual, que faz parte do núcleo da Área Metropolitana Norte, município de Pinhais – Paraná. Pretende-se utilizar o teatro para mostrar que todos podem construir e adquirir conhecimento cientifico trocando experiências e saberes.
Palavras-chave	Física moderna. Teatro científico. Dualidade onda-partícula.
Produção Didático-pedagógica	Unidade Didática
Público Alvo	Alunos do 2º Ano do Ensino Médio

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMPUS CURITIBA

PRODUÇÃO DIDÁTICA

As Contribuições da Física Moderna na formação contemporânea: limites e possibilidades no ensino médio

Unidade Didática produzida a partir da elaboração do Projeto de intervenção pedagógica apresentado à Coordenação do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE da Secretaria de Estado da Educação do Paraná em convênio com a Universidade Tecnológica do Paraná, como requisito para o desenvolvimento das atividades propostas para o biênio de 20114/2015.

Orientador: Prof. Dr. Walmor Cardoso Godoi

CURITIBA 2014

Apresentação da Proposta

O presente material discorre sobre algumas inquietações de anos de questionamentos sobre o desempenho dos alunos na matéria de Física do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato localizado no município de Pinhais. Inquietações estas decorrentes de inúmeros cursos realizados, onde sempre se questiona o currículo de Física nas escolas públicas do Paraná; a importância do conteúdo de Física Moderna e Contemporânea; os livros didáticos onde não há interação ou articulação dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea e os assuntos abordados; a importância de estimular a produção coletiva de novos recursos didáticos estimula à reflexão, ao questionamento, à criticidade; aplicabilidade de novas ferramentas pedagógicas.

O desenvolvimento dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio por meio de textos de divulgação cientifica já é prática, sempre tive autonomia para a organização do trabalho pedagógico, especialmente em relação à seleção dos conteúdos.

Foi nos encontros para a elaboração das Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná em 2004, 2005 e 2006 que apresentava encaminhamentos para o trabalho com Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio que então, passei a entender a atualização curricular como uma necessidade.

O presente trabalho propõe o teatro como ferramenta para o ensino da Física Moderna, apresentando como estudo de caso o ensino do estudo da dualidade onda-partícula.

Mesmo com todo o advento tecnológico, o teatro causa encantamento concretizando o aprendizado seja de ordem informativa ou cultural.

Segundo afirma NAZARETH (2009)

> A arte é libertária e o teatro é sem dúvida, das Artes, expressão libertária por excelência. A possibilidade de “reviver” sentimentos e situações sem barreiras de tempo e espaço, de presenciar fatos de verdade ocorridos ou apenas existentes no imaginário do autor, possibilita resgate do individuo e da sociedade.

Historicamente é evidente a separação que há entre Ciência e Arte e divide no educacional o ensino em áreas de exatas e humanas como se raciocínio e emoção fossem desvinculados. Entende-se que atualmente a busca pela união e relação entre Ciência e Arte é desenvolvida por muitos estudiosos decorrente de novas formas de ensinar e aprender.

A sociedade é influenciada pela Ciência e o teatro tem o papel de realizar esta ponte, assim, a proposta metodológica de inserir nas aulas de Física o teatro permite tornar a disciplina mais humanística.

O que não ocorre em nossas escolas pelas exigências em concursos, vivenciamos o ensino da Ciência por meio de formalismo matemático, sem contextualização. Tudo isto contribuí para que alunos percam o interesse e a motivação.

Assim o teatro tem um papel fundamental e discorre sobre duas pontes: arte e ciência; ciência e sociedade, expressa nos Parâmetros Curriculares Nacionais e há quase meio século discutido pelo físico e escritor inglês C. P. Show (1905 – 1980) em As Duas Culturas.

LUZ

Foto 01: Mormaii Autora: Ana Cristina de Oliveira - 2013

FALTOU LUZ MAIS ERA DIA

O SOL INVADIU A SALA

FEZ DA TV UM ESPELHO REFLETINDO O QUE A GENTE ESQUECIA

FALTOU LUZ MAIS ERA DIA

FALTOU LUZ MAIS ERA DIA, DIA, DIA...

O RAPPA (FALTOU LUZ MAIS ERA DIA)

Você já imaginou se não houvesse luz? Já parou para pensar como conseguimos enxergar um obieto?

A letra da música do Rappa nos mostra que o contato que temos com os objetos se dão pela LUZ.

Enxergamos os objetos sempre que ele envia LUZ, radiação luminosa para nossos olhos. E a formação de imagem é processada no cérebro.

As fontes de luz dividem-se em:

FONTE DE LUZ PRIMÁRIA

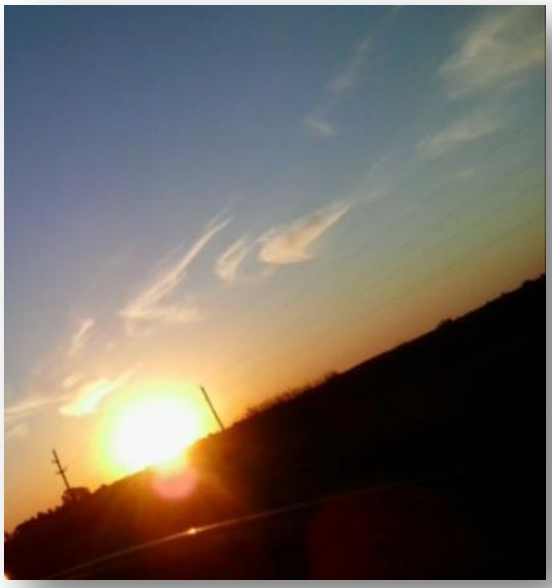


Foto 02: Nascer do Sol / Mendoza

Autor: Ana Cristina de Oliveira – 2014

É aquela que emite luz própria, como lâmpadas, velas, semáforos, telas TV, o Sol e outras estrelas, vaga-lume e assim por diante.

FONTE DE LUZ SECUNDÁRIA

Foto03: Cordilheira dos Andes / Argentina
Autor: Ana Cristina de Oliveira – 2014

É aquela que reflete a luz que recebe das fontes luminosas primárias, como a Lua, livros, roupas, paisagens, os planetas e outros.

INTERAGINDO

- Um corpo luminoso pode tornar-se fonte secundária de luz? Discuta o assunto com os colegas e justifique sua resposta. Sugestão: Letra da música da Paula Fernandes (Pra Você).

Eu quero ser pra você
A lua iluminando o sol
Quero acordar todo dia
Pra te fazer todo o meu amor...

LUZ: FÍSICA E HISTÓRIA

O homem desde a Grécia Antiga tenta desvendar os mistérios da luz. Inicialmente acreditava-se que uma única faixa de radiação existia, aquela que nossos olhos podem captar.

Nas últimas décadas do século XIX e nas primeiras do século XX, outras faixas de radiação foram sendo descobertas, revelando outras “cores”.

Para Newton a luz é uma partícula corpuscular e deduziu que as cores eram definidas pela distância de um corpúsculo ao outro, realizou vários experimentos ao longo dos anos e revolucionou a luz.

Enxergamos um objeto por refletir a luz que chega até eles, por que o vemos em cores diferentes?

NEWTON

Newton nasceu em 1642, segundo calendário Jiliano, em Woolsthorpe, cidade localizada no noroeste da Inglaterra. Nesse país, na segunda metade do século XVII, se concentrava a maior parte da atividade comercial e manufatureira da Europa.

Foto 04: Issac Newton

Fonte: http://www.filosofia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=219&evento=6#menu-galeria

" Fez experiência num quarto escuro, iluminando os objetos com luz composta (pura) de diversas cores. Por este processo qualquer corpo pode parecer de qualquer cor. Não têm cor própria, parecendo sempre que têm a cor da luz que sobre eles incide, apenas com a diferença de que têm uma coloração mais forte e viva no caso de serem iluminados pela luz da cor que eles têm à luz do dia **".**

Issac Newton

Issac Newton na segunda metade do século XVII descobriu que a luz branca era a mistura de sete cores que compõem o arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, anil e violeta).

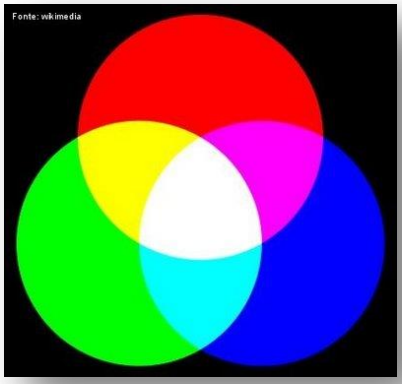


Foto 05: Mistura de cores

Fonte: http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=963&evento=4

PRISMA DE NEWTON

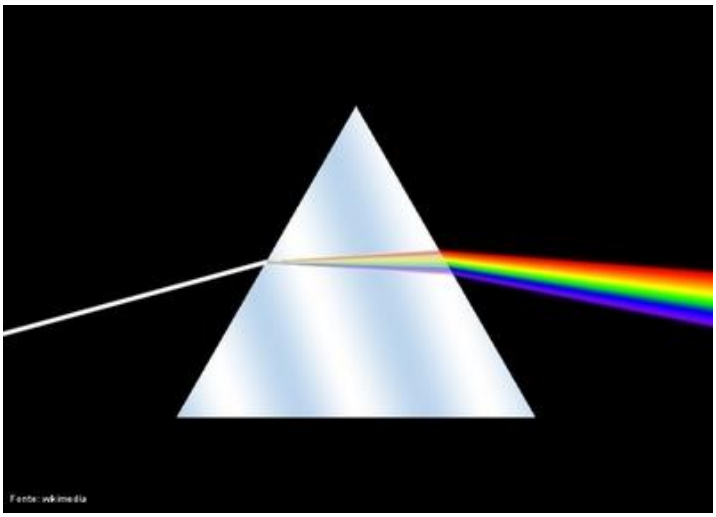


Foto 06: Um feixe de luz branca se decompõe em vários feixes coloridos, ao atravessar um prisma.

Fonte: http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe. php?foto=941&evento=4#menu-galeria

Ele fez um raio de luz solar atravessar esse prisma de vidro. A luz solar, ao atravessar esse prisma, decompôs-se nas setes cores. Newton chamou a essa série de cores de espectro da luz solar

Depois de Newton realizou uma nova experiência, fez essas cores, separadas, atravessar um segundo prisma, recompondo a luz branca original.

Newton com sua experiência contribuiu para esclarecer, que as cores são resultantes da decomposição da luz branca.

INTERAGINDO

- Realizar a clássica experiência de Newton, que também vai contribuir para entender o mecanismo das cores.
- Faça um disco, dividindo em sete segmentos;
- Gire o disco devagar e depois com mais velocidade e observe o que acontece com as cores;
- Reflita com seus colegas e o professor sobre o que aconteceu;

Prisma - um poliedro limitado por dois polígonos paralelos e congruentes reunidos por dois paralelogramos.

Luz branca – é denominada policromática (poli: muitos; cromática: cores).

A LUZ APRESENTA PROPRIEDADES DE ONDA?

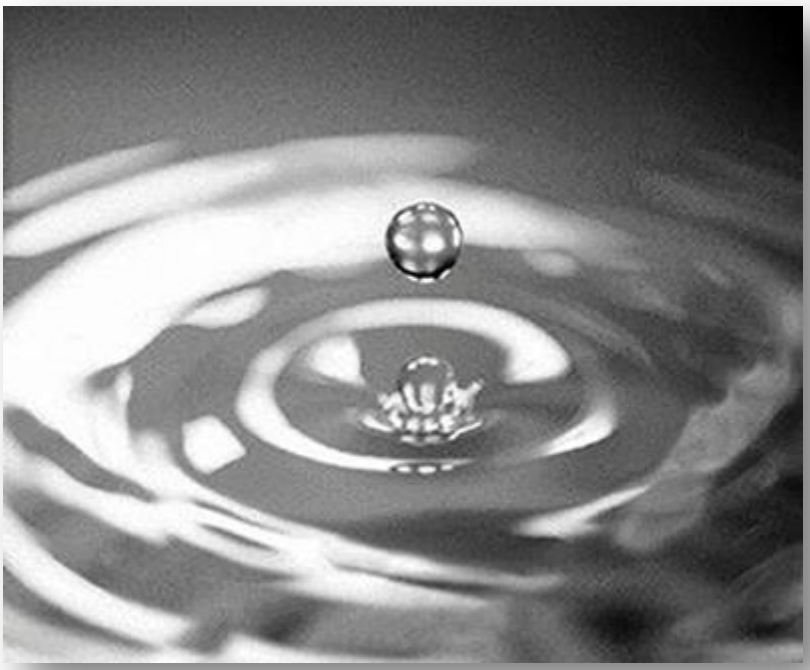


Foto 07: Ondas em superfície de um líquido, causadas por uma perturbação.
Fonte:http://www.brasilescola.com/fisica/difracao-ondas.htm

Para respondermos a questão acima vamos pensar na Teoria Ondulatória, luz com a ideia de frente de onda.

Quando a luz atravessa uma fenda ou contorna um obstáculo pode ocorrer o fenômeno de difração e interferência.

Difração

Permite com que a onda atravesse fendas ou contorne obstáculos. Consiste em um desvio em relação à direção de propagação retilínea da luz.
É explicada pelo Princípio de Huygens.

Onde percebemos o comportamento de difração de uma onda?

Quando uma agulha ou uma fenda são iluminadas por um feixe de luz, num ambiente escuro; ondas do mar contornam um barco; quando ouvimos o som de um lugar estando em outro.

Interferência

É o fenômeno que ocorre quando uma frente de onda atravessa uma ou mais fendas e ocorre um encontro simultâneo de duas ondas a um ponto em comum de um meio. É manifestada pela formação de regiões claras e escuras.
Ocorrem dois tipos de interferência: construtiva e destrutiva.

Como se formam essas regiões claras e escuras?

O surgimento dessas regiões é explicado pela não existência de ondas reemitidas em quantidade suficiente para repor toda a frente. As novas ondas reemitidas se propagam, atingindo certos pontos do espaço em fase (regiões claras) e outros pontos, defasadas (regiões escuras) (GREF, 1996, p.219).

ORGANIZANDO AS IDEIAS

Imaginemos a luz como frente de ondas incidindo em um anteparo com uma fenda, ao ultrapassar sofrem difração.

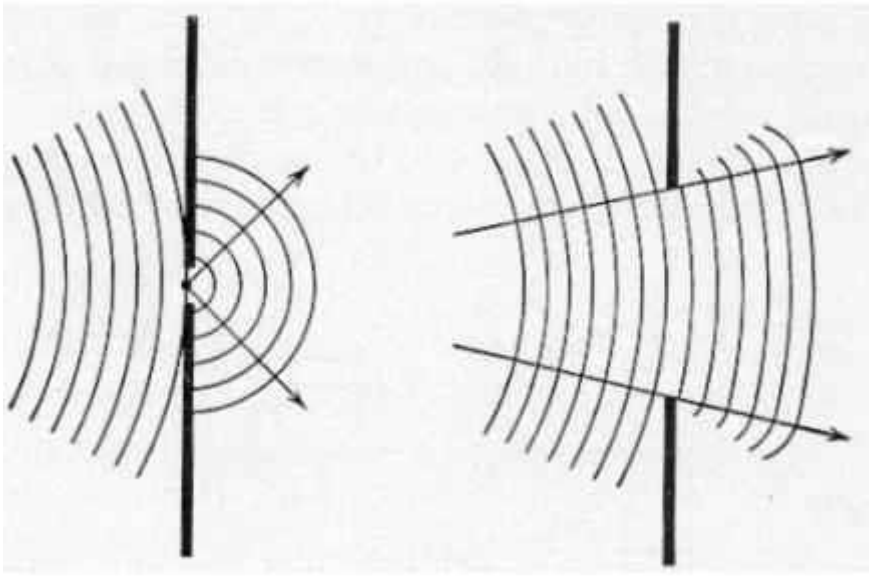


Foto 08: Figura de difração de uma fenda
Fonte: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANRgAC/relatorio-becn-3

A mesma onda que ao passar por uma fenda sofre uma difração agora passa por um anteparo com duas fendas e ocorrem interferências.

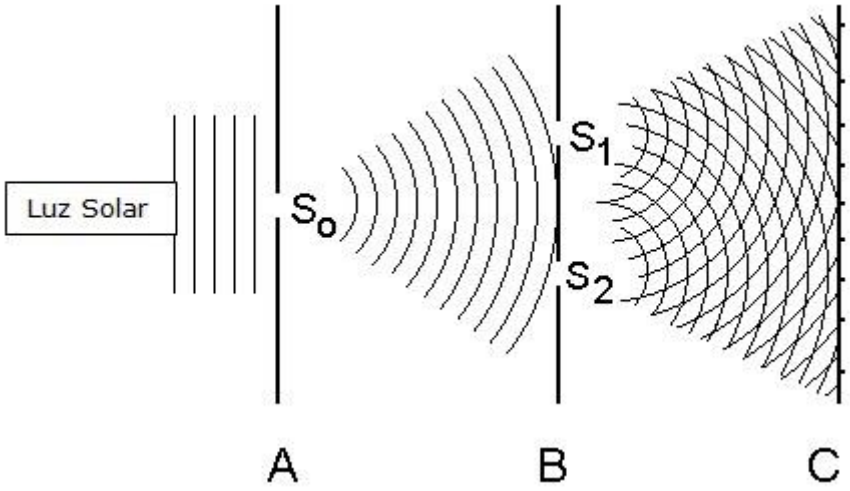


Foto09: Figura de difração duas fendas

Fonte: http://fisicanoja.blogspot.com.br/2009/10/8-difracao-da-luz.html

Ao alcançar um anteparo a luz exibe padrão de interferência e podemos observar as regiões claras e as regiões escuras.

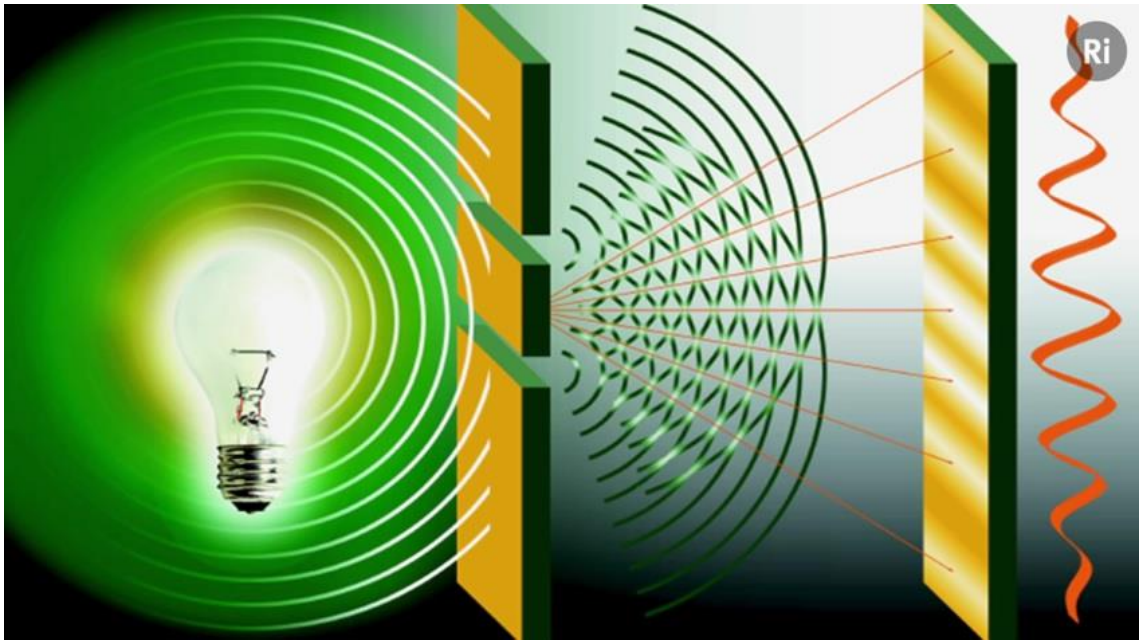


Foto10: Padrão de interferência

Fonte: http://abertoatedemadrugada.com/2014/02/as-propriedades-misteriosas-da-luz.html

INTERAGINDO

Vamos produzir uma figura de difração?

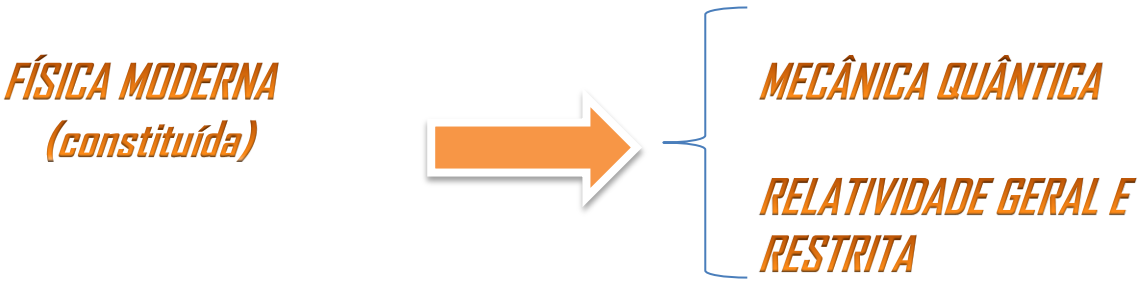
- Pegue um fio de cabelo coloque-o em direção a parede e sobre ele incida uma luz de laser.
- Que tal agora realizar outra verificação do fenômeno de difração utilizando um CD gravado e sobre ele incidir uma luz branca (lanterna).
- Agora descreva o que você observou.

FÍSICA MODERNA

No final do século XIX, inúmeros fenômenos físicos pareciam não poder ser explicados pela física da época, hoje chamada de Física Clássica ou Newtoniana. A concepção dualista da luz era de que a matéria era descrita em termos de partícula ou de átomo, e a radiação eletromagnética, em termos de ondas.

Para dar conta desses fenômenos, toda a física Newtoniana teve de ser substituída e o resultado foi o que hoje se chama Física Moderna.

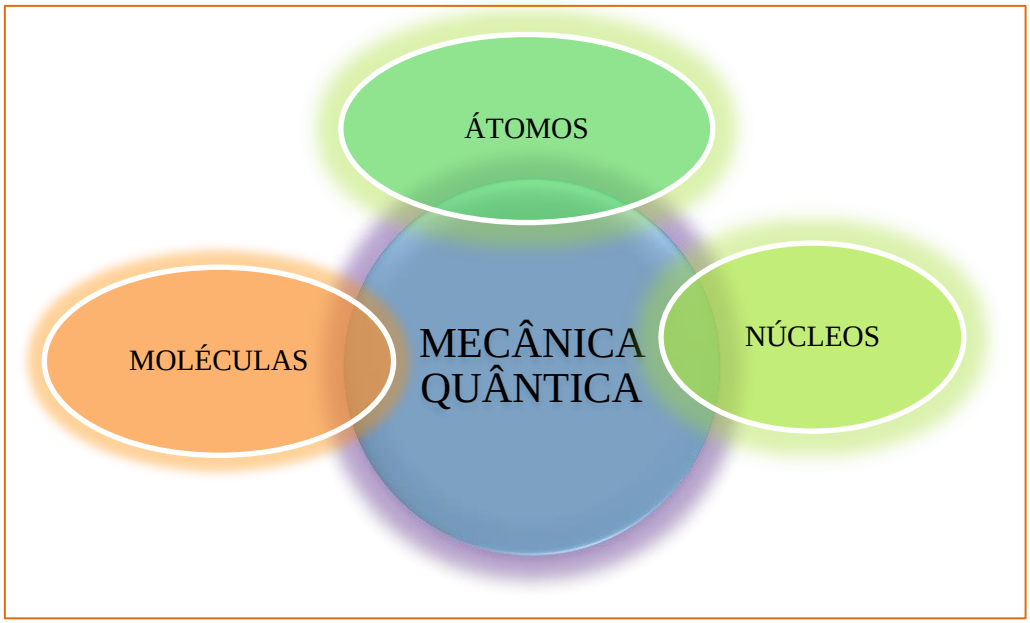
Duas grandes preocupações tiveram um papel fundamental no desenvolvimento da nova física: a descoberta de que o éter não existe e o problema da radiação do corpo negro. Do esforço incansável dos físicos que se dedicaram a estas questões, nasceu a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica que constitui a Física Moderna.



MECÂNICA QUÂNTICA

A teoria que descreve o comportamento da matéria do “muito pequeno”, ou seja, é a física dos componentes da matéria, átomos, moléculas e núcleos, que por sua vez são compostos pelas partículas elementares. Essa teoria surgiu no século XX com o físico alemão Max Planck e tomando forma aos poucos, sendo construída por vários cientistas.

Alguns conceitos tiveram que ser revistos como: tempo, espaço, matéria e causalidade. No pequeno mundo das partículas elementares, dos átomos, das moléculas *etc*., o nosso bom senso e a lógica usual não podem ser aplicados.



A ***Mecânica Quântica*** tem como característica a quantização da energia, o salto quântico, dualidade onda-partícula e o indeterminismo.

RELATIVIDADE GERAL E RESTRITA

O principio da relatividade foi introduzido por Galileu Galilei, em 1632, no qual estabelece que a descrição de um movimento deva ser feita utilizando-se de uma classe especial de observadores chamados de referenciais inerciais.

Na mecânica de Galileu e Newton um dos conceitos básicos é o do movimento relativo, isto é, um objeto pode estar em movimento em relação a um referencial e parado em relação a outro. A posição e a velocidade de um corpo devem ser medidas a partir de um referencial.

E quando o próprio referencial que escolhemos está em movimento? Como um carro, avião, ônibus.

Segundo Galileu, se um corpo se move em relação a um referencial e o próprio referencial se move em relação ao solo, por exemplo, a velocidade do corpo em relação ao solo será a soma das duas velocidades.

Mas o problema era como resolver o caso da luz. Já que possui a mesma velocidade em todos os meios incluindo o vácuo ($c=3.10^8$ m/s).

E assim em 1905, Albert Einstein propôs a Teoria da Relatividade Restrita alterando conceitos tão fundamentais como tempo e espaço.

Teoria da Relatividade Restrita

Se a velocidade da luz é absoluta, tempo e espaço são relativos.

Baseada em dois postulados

- *Todas as leis da Física assumem a mesma forma em todos os referenciais inerciais;*
- *Em qualquer referencial inercial, a velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma seja emitida por um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme;*

Para Einstein, o tempo e o espaço variam de acordo com a velocidade do referencial em movimento.

Imaginando uma aplicação

- *Um ônibus com velocidade próximo a velocidade da luz, o comprimento do ônibus pareceria maior e o tempo dentro dele correria mais lentamente em relação ao tempo medido pelo observador. Ao calcular a velocidade da luz, os dois observadores chegariam ao mesmo resultado*.

Relatividade Geral

Acontece em referenciais não inerciais (com aceleração).

- *Um referencial que sofre aceleração é equivalente a um referencial submetido a uma força atuando à distância.*
- *A força gravitacional é provocada por uma distorção na relação entre espaço e tempo.*

Imaginando uma aplicação

- Vamos pensar em um elevador quando o mesmo inicia o movimento de subida. Quando o elevador sobe, não tem como distinguir se o elevador de fato iniciou o movimento ou se alguma força começa a empurrá-lo para baixo a não ser pelo indicador dos andares.

- Agora imaginemos um corpo lançado em queda livre. Este corpo percorre espaços maiores em tempos cada vez menores. E quanto maior a massa, maior a interferência.

LUZ ONDA OU PARTÍCULA?

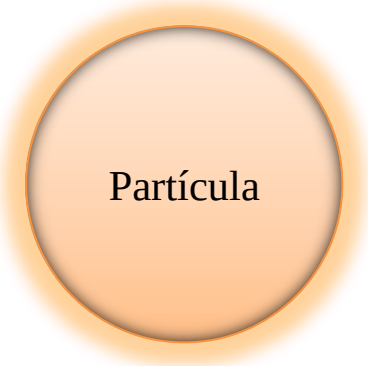
Através dos tempos várias explicações foram propostas sobre o que é ***LUZ***, entre os séculos XVII e XVIII os debates entre os cientistas da época desencadearam discordâncias sobre a natureza da luz, ora como um modelo ***corpuscula***r, ora como um modelo ***ondulatório***.

Mas afinal o que é luz? Será uma onda se propagando, como uma onda do mar? Ou será uma partícula, como uma bola?

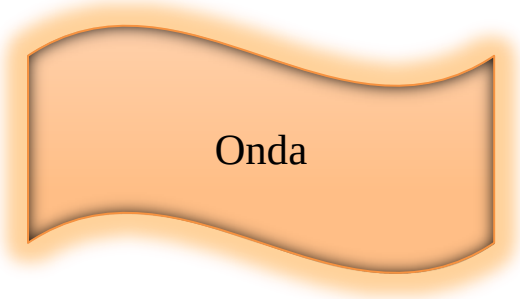
Foto 11: Praia de Ubatuba/São Paulo

Autor: Ana Cristina de Oliveira- 2012

PARA ISTO DEVEMOS PENSAR NO CONCEITO DE PARTÍCULA E ONDA



Este é um conceito que estamos acostumados, um objeto que possuí massa, ocupa uma certa região do espaço e é extremamente pequeno. Lidamos diariamente com corpos pequenos e com corpos grandes, assim podemos dizer que os corpos são compostos de um número imenso de partículas.



O conceito de onda também é observado no dia a dia, mas escapa da nossa atenção. Este conceito fica mais claro se pensarmos no movimento ondulatório, as oscilações da superfície da água de uma piscina. Se agitarmos nossa mão sobre esta superfície sistematicamente, observaremos uma ondulação se afastando, igualmente em todas as direções do ponto onde a superfície foi perturbada.

A luz sempre instigou a curiosidade do homem.

AS INVESTIGAÇÕES SOBRE SUA NATUREZA SURGIRAM DESDE AS ANTIGAS CIVILIZAÇÕES.

Um breve histórico

Aristóteles (384 – 322 A.C) para ele a luz era uma perturbação num meio material.

Issac Newton (1642–1727) formulou a teoria corpuscular, a luz, composta de partículas.

Cristhian Huygens (1629-1695) afirmou que a luz não era um conjunto de partículas, mas oscilações que se propagavam por meio de ondas.

Thomas Young (177–1829) obteve um fenômeno característico das ondas, a interferência.

Albert Einstein (1879-1955), Físico alemão e ganhador do prêmio Nobel em 1921. Seus trabalhos mais famosos são referentes às teorias da relatividade (geral e restrita) e o efeito fotoelétrico em 1905. Einstein talvez seja o físico mais conhecido deste século.

INTERAGINDO

Que tal se dividir em três alunos e encenar uma peça teatral que reúne Issac Newton, Christian Huygens e Albert Einstein. Entender as duas concepções acerca da natureza da luz .O texto teatral retirado do LDP, Física/vários autores- Curitiba.SEED-PR 200,p.188;189.

A NATUREZA DA LUZ

José E. Moreira e Betânia Montenegro
Seara da Ciência – UFC. http://www.seara.ufc.br

NEWTON (entra em cena) – Preciso definir melhor alguns segredinhos acerca da natureza da... (TAM, TAM, TAM acendem-se as luzes da sala – o significado da expressão “TAM, TAM, TAM”, fica a cargo de quem dirigir a peça.). Afinal, do que ela é mesmo feita, essa luz que enche a sala, e ilumina todas as coisas? Mas... como estudá-la? Ah! Já sei, usarei o método científico que o Galileu desenvolveu e que eu tenho aperfeiçoado ao longo das minhas pesquisas.

Acho que, se eu concentrar a luz num feixe bem estreitinho, poderei estudá-la melhor do que assim, espalhada. (Acende-se a luz do feixe e apagam-se as luzes da sala). Pronto! É como eu pensei, agora tenho um feixe de luz (passando a mão pelo feixe de luz), prontinho para ser dissecado. (Pega um CD em algum lugar).

O que será que acontece se eu colocar este CD, esta maravilha do século XX, em frente ao feixe deluz? (coloca o CD na frente do feixe até obter o arco íris). (Grita) Uau! Que maravilha! Então a luz é multicolorida!

Esse é o segredo do arco-íris...

Bem, não é um glorioso arco-íris, mas dá pro gasto, o mais importante é que descobri que posso separara luz em várias fatias, cada fatia de uma cor, e cada cor numa posição diferente. (Aparece um slide mostrando Newton decompondo as cores do

arco-íris com um prisma). Isto é realmente incrível, todas as cores do arco-íris estão misturadas num feixe de luz original! Podemos dizer que a mistura de todas as cores do arco-íris forma a cor branca, isto é, a luz branca é a soma de todas as cores. (Tira o CD e mostra o feixe branco).

Mas por que será que a luz vermelha se desvia menos que a luz violeta? E o que será que causa essa separação de cores? Mas é claro! Só pode ser isso! A luz é formada por minúsculas partículas coloridas, aí tem partículas de luz vermelha, de luz amarela, de luz azul, enfim, partículas de todas as cores. A luz é multicolorida e feita de partículas!

Quando o feixe de luz incide sobre a superfície do CD, provoca uma separação das cores, é exatamente o que acontece com a luz ao passar por um prisma. O CD e o prisma separam as partículas mais leves
das mais pesadas. (Recoloca o CD dispersando a luz).

Bem, se raciocinamos assim, as partículas da luz vermelha devem ser mais pesadas, e por isso elas se desviam menos. E se as azuis se desviam mais, é porque são mais leves! (Newton, maravilhado, olha para o teto ou para a tela onde tem um pipocar de cores, enquanto ele diz luzes, luzes, luzes...).

HUYGENS (Pronuncia-se 'Róiguens') – Oh, mas o que está acontecendo aqui?

NEWTON – É que eu acabo de entender uma coisa importantíssima: a luz é formada de partículas!

(Aparece, na tela do Datashow, o prisma desviando partículas vermelhas e azuis. Caso não disponha deum Datashow, pode-se utilizar um retroprojetor).

HUYGENS – Hã, hã... Não é bem assim, essa sua explicação está errada.

NEWTON – Mas, espera um pouco, quem é você?

HUYGENS – Eu sou Christian Huygens, holandês de nascimento, filósofo e físico. (Na tela do Datashow aparece o retrato e o nome de Christian Huygens).

NEWTON – (Olhando a tela): Úigens, Uígens, ou Óiguens, seja lá quem for você está se metendo onde não é chamado!

HUYGENS – (Ignorando Newton) Como eu dizia, a luz é formada de ondas!

NEWTON – Heresia, heresia! A luz é formada de partículas! Cada cor é um tipo diferente de partícula!

HUYGENS – Não, cada cor é uma onda com diferente comprimento!

As ondas vermelhas são mais desviadas no prisma que as ondas azuis. (Aparece, na tela do Datashow, o prisma desviando ondas vermelhas e azuis).

Isso acontece porque as ondas vermelhas andam mais rápido que as ondas azuis dentro do vidro do prisma. Se a luz fosse feita de partículas, seria o contrário: as partículas vermelhas andariam mais devagar que as partículas azuis, pois seriam mais pesadas.

NEWTON – Bem, isso é verdade. Mas, para sabermos quem tem razão, só há um jeito: medir a velocidade da luz no vidro e verificar quem anda mais ligeiro.

(Entra ALBERT EINSTEIN).

EINSTEIN – Tem razão. Basta medir. E essa medida foi feita por um francês chamado Fizeau (Fizô) e ficou comprovado que a luz vermelha anda mais ligeiro no vidro que a luz azul.

HUYGENS – Viu? Eu estou certo. Luz é onda! Einstein está do meu lado!

EINSTEIN – Devagar com o andor... Planck, (aparece na tela à foto com o nome de Max Planck) eu e outros mostramos que a luz é muito mais volúvel do que vocês podem imaginar. Na verdade, a luz é onda, mas também é partícula!

HUYGENS e NEWTON – Isso é impossível!

INTERAGINDO

- O grande desenvolvimento tecnológico foi propiciado pela Física Quântica, relacione alguns destes exemplos que tem produzido mudanças no nosso modo de vida.

Sugestões de leitura para uma melhor compreensão dos conceitos de Física Moderna.

- Alice no País do Quantum, de Robert Gilmore, da editora Jorge Zahar.
- O Mágico dos Quarks, de Robert Gilmore, da editora Jorge Zahar.
- Incrível Mundo da Física Modena, de George Gamov, da editora Ibrasa.
- O filme Interestelar.

DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA

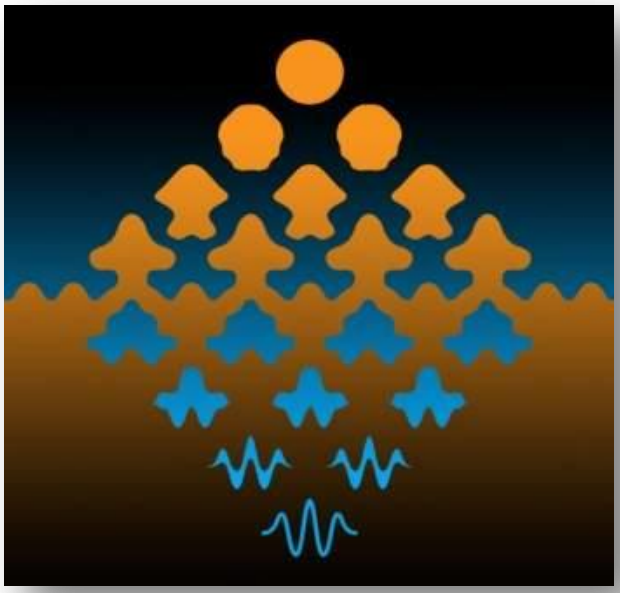


Foto 12: Como a vida, a mecânica quântica imita a arte, a eterna dualidade partícula/onda pode ser ilustrada no melhor estilo do artista M.C. Escher.

Fonte: http://www.google.com.br/search?q=Gravuras+de+Escher+mostrando+a+dualidade+onda+particula&new

O QUE É?

A dualidade onda-partícula constitui uma propriedade básica da mecânica quântica e consiste na capacidade das partículas subatômicas de se comportarem ou terem propriedades tanto de partículas como de ondas.

Embora os conceitos de onda e partícula sejam diferentes, no mundo quântico dependendo de como interagimos com os objetos, eles podem apresentar comportamento dual. A luz pode se comportar como onda ou como partícula, dependendo do observador.

A luz de certa forma não é partícula ou onda, mas ambas e percebemos que esta propriedade é tão insólita para a experiência diária.

Outro exemplo de partícula subatômica é o elétron, partícula com carga negativa e que circunda o núcleo atômico. Foi proposto por Jonh Joseph Thomson em 1897, e pode ser concebido como uma onda estacionária.

Na Mecânica Quântica os elétrons ficam distribuídos pela maior parte do átomo numa área denominada “nuvem eletrônica”. Apresenta uma carga elétrica muito pequena e seu movimento gera corrente elétrica.

Também foi introduzido o conceito do fóton por Einstein em 1905 onde admitiu que a luz transporta pacotes de energia que não possuem massa e denominou fótons.

A LUZ APRESENTA PROPRIEDADE DE PARTÍCULA?

Experiências como o efeito fotoelétrico e o efeito Compton demonstraram que a luz pode também se comportar como partícula.

Efeito fotoelétrico

> *Segundo Einstein, “a energia da onda luminosa é quantizada em pequenos pacotes, denominados fótons. A energia de um fóton é proporcional à frequência da onda”. (Tipler, 1989, p.853)*

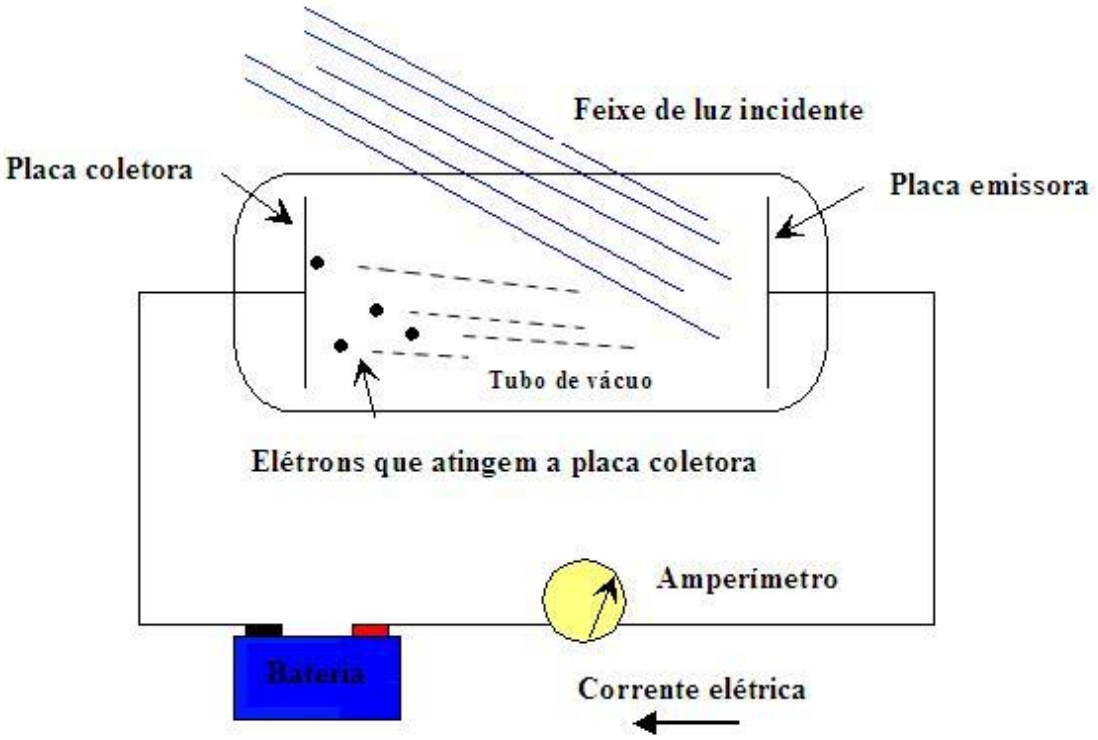


Foto 13: Efeito Fotoelétrico

Fonte: http://www.if.ufrgs.br

Efeito Compton

Em 1923 um experimento crucial executado pelo físico americano Arthur Compton, mostrou claramente que os raios X interagiam com elétrons como se fossem partículas, e não como onda.

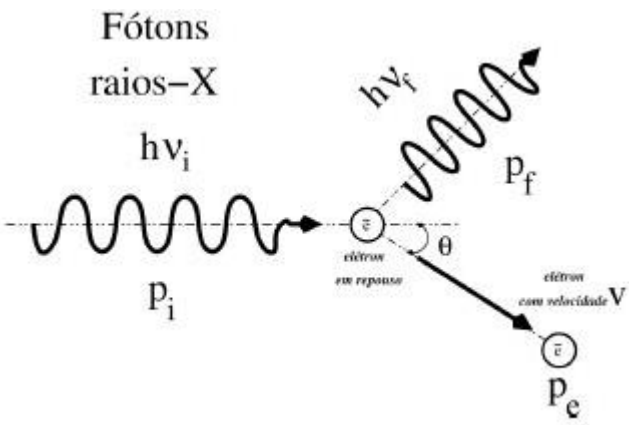
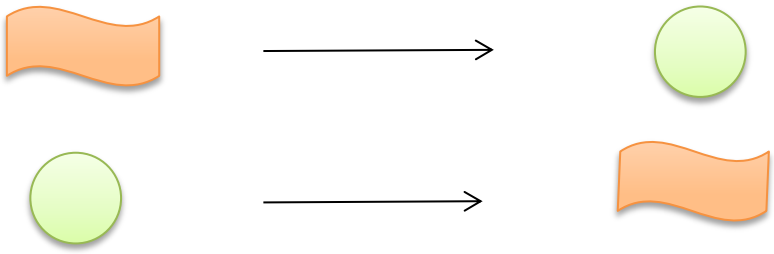


Figura 14: Efeito Compton
Fonte: http://www.scielo.br

Se uma onda pode ser partícula, uma partícula pode ser onda?



Assim o experimento da fenda dupla para partículas demonstra a dualidade onda partícula, e ressalta várias características da mecânica quântica. Quando as partículas são emitidas de uma fonte como um laser, terão comportamento diferente dependendo da quantidade de fendas que se posiciona em seu caminho.

A figura abaixo mostra um experimento com partículas em uma única fenda, observa-se na tela uma região de máxima incidência de fótons. Formando um padrão de interferência com uma franja apenas.

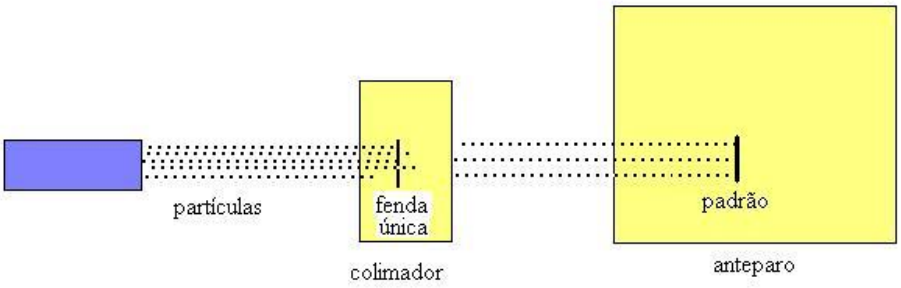


Figura 15: Experimento de fenda única para partículas
Fonte: http://www.infoescola.com/fisica/dualidade-onda-particula/

Porém, algo estranho acontece se introduzir duas fendas no experimento.

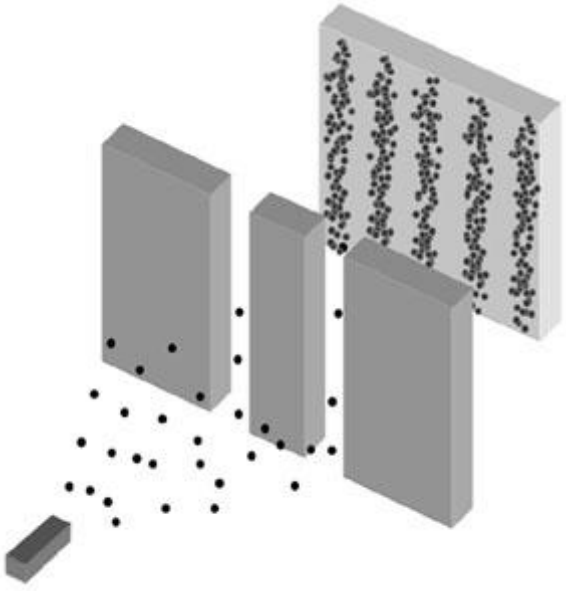


Figura 16: Experimento de fenda dupla para partículas

Fonte: http://www.seilon.org/tag/double-slit-experiment/

Neste experimento com duas fendas observa-se um padrão de interferência com várias franjas, isto acontece porque existe uma diferença de caminho da luz que chega a cada fenda. Para um experimento utilizando partícula não seria o esperado e sim o padrão formado por duas raias de máxima intensidade.

O mesmo experimento pode feito com elétrons, fótons e outros entes atômicos e acontece o mesmo, não se comportam nem como ondas nem partículas. Esse comportamento dualista depende da forma como interagimos com eles.

A partir daqui passou-se a aceitar que a luz se comporta como onda ou como partícula, dependendo da natureza do experimento. Se o experimento testar suas propriedades de partículas, como o efeito fotoelétrico, a luz se comportará como partícula. Agora se o experimento testar suas propriedades ondulatórias, como nos efeitos de difração e interferência, a luz se comportará como onda.

E foi Louis de Broglie que começou a refletir sobre o impasse representado pela natureza da luz.

Se as ondas de luz podem ser partículas é possível que partículas como elétrons possam ser ondas?

ELE PENSOU...

Foto17: Louis de Broglie, físico francês que formulou a mecânica ondulatória.
Fonte: http://www.brasilescola.com/biografia/louis-victor-pierre.htm

Louis de Broglie nos deu um novo enfoque para a Física. Ele conseguiu realizar combinações das propriedades de partículas e ondas, ou seja, da Teoria dos Quanta proposta por Max Planck e Albert Einstein.

De Broglie acreditava que assim como a energia da partícula está relacionada com a frequência da onda, o comprimento da onda está relacionada ao momentum da partícula.

Assim em 1924, formulou uma hipótese na qual afirmava que na Mecânica Quântica, uma onda de Broglie é a onda de matéria (dualidade onda-partícula) e pode ser aplicada a toda a matéria.

INTERAGINDO

Assistir o vídeo “Dualidade Onda Partícula”

Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=2NuLa29WKnI

FÍSICA MODERNA E TEATRO

Foto 18: Teatro Libertad _ Carlos Paz / Argentina

Autor: Ana Cristina de Oliveira _ 2014

QUE TAL AGORA ESTREITAR OS LAÇOS ENTRE ARTE E CIÊNCIAS

Foto 19: Mascaras, adaptado por Ana Cristina de Oliveira - 2014

Fonte: http://www.arte.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe. php?foto=122&evento=4

O teatro só pode acontecer quando há três elementos:
Ator
Personagem
Espectador

Ator

Cria, interpreta, usa o próprio corpo, sua voz e emoção ao texto.

Personagem

Na peça dramática é o papel interpretado pelo ator.

Espectador

Pessoas que assistem, escutam e reagem ao receber informações. Faz parte do jogo teatral.

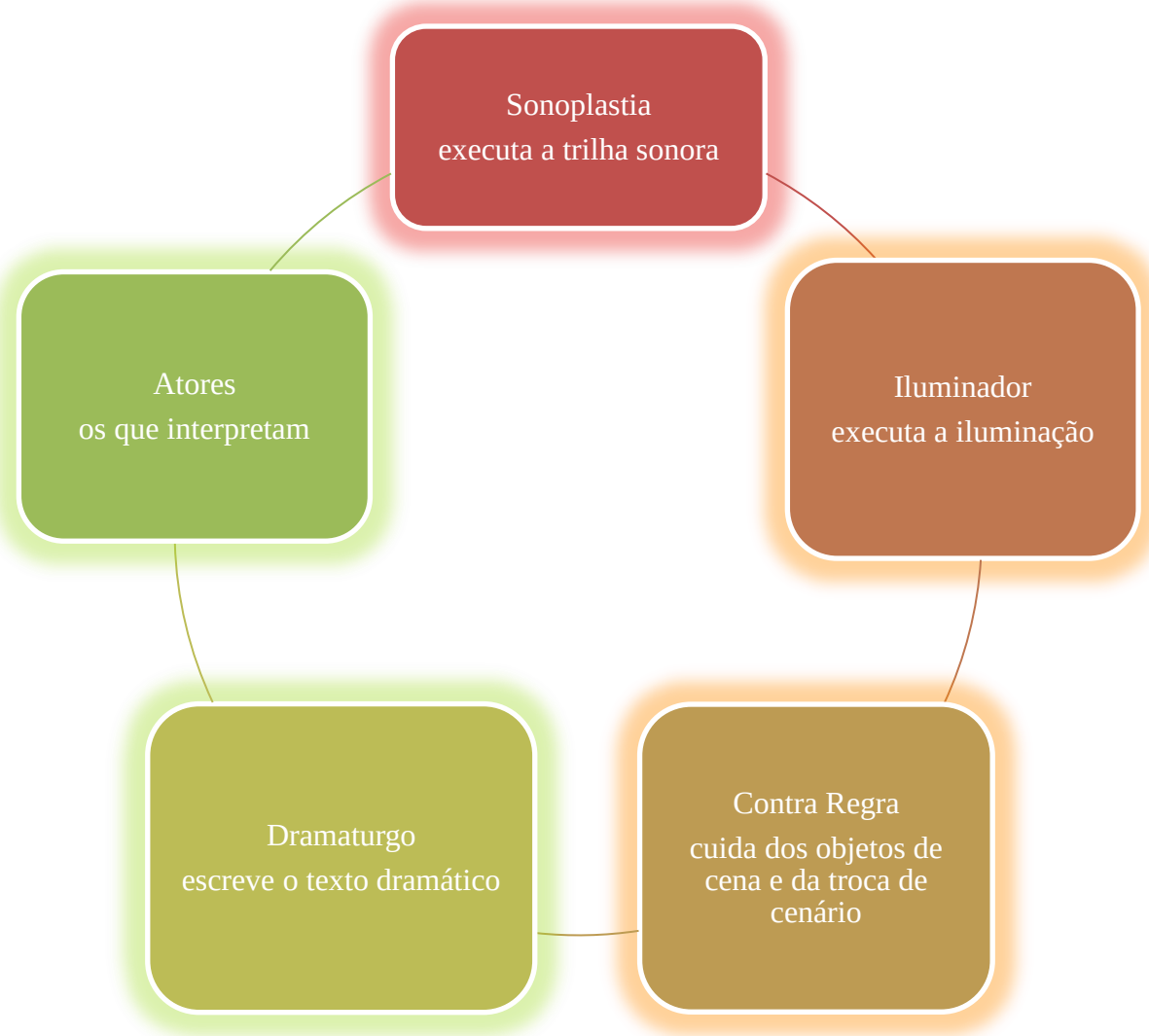
INTERAGINDO

- Assista ao vídeo e em seguida responda as questões propostas.
- O que a Arte tem em comum com a Ciência?
- Utilizar o teatro como instrumento de divulgação e popularização da Ciência pode despertar o interesse pelo conhecimento cientifico?

Sugestão de vídeo “Relatividade, massa e energia, disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=cYpmRlYCzoU

CHEGOU A HORA DE CRIAR A PEÇA DE TEATRO E PARA ISTO DEVEMOS SUBDIVIDIR EM CINCO FUNÇÕES:



ORIENTAÇÕES DA AÇÃO TEATRAL

- ***1ª Etapa***

  O projeto será desenvolvido por meio da criação do texto teatral com o tema “Dualidade Onda-Partícula”.

  Faz-se necessário ao menos uma cena de contextualização histórica.

- ***2ª Etapa***

  Na criação da peça é necessário que haja uma investigação sobre questões cientificam filosóficas, históricas e artísticas em relação ao tema.

  Pesquisar e apresentar um seminário sobre (Revolução Cultural do Século XX) dividida em cientifica, artística, politico-religioso e filosófico.

  Apresentações dos seminários com duração de mínimo 10 minutos e máximo de 20 minutos.

  Discussão em sala sobre as ideias e informações apresentadas, neste momento os grupos devem acrescentar e discutir o que julgarem importante para toda a turma.

- 3ª Etapa

  Reunião para discutir a proposta sobre a divisão dos grupos.

Para a função de atores teremos alguns testes de interpretações para verificar quem melhor atuará.

GRUPO 01 – Elenco (atores e dramaturgo)

Teste de" potencial de interpretação" em forma de ESQUETES, uma peça de curta duração cerca de 10min, temas variados, consiste em forte improvisação;

- *Dividir em grupos de três ou quatro alunos;*
- *Serão propostos alguns trechos de peças teatrais disponíveis no You Tube para que os grupos assistam e depois os reproduza para a turma.*
- *A atividade é importante para ter um embasamento inicial em relação à duração, nível de linguagem, tipo de humor e caracterização dos personagens.*

  Sugestões:

  "Einstein" - Arte e Ciência no Palco

  https://www.youtube.com/watch?v=VBGQ8qoA-W0

  Escola de Mulheres - Teatro Vivo

  http://youtu.be/mqVCyG1vEOg

  Big Big Bang Boom

  http://youtu.be/O_pQ4-HSZ28

Foto 20: Mascaras adaptado por Ana Cristina de Oliveira – 2014

Fonte: http://www.arte.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe. php?foto=122&evento=4

GRUPO 02 – Produção (cenografia e figurino)

Os alunos devem realizar uma pesquisa e apresentar em forma de seminário sobre vestuários (cores predominantes, estilo e etc.), músicas, iluminação.

Foto 21: Mascaras adaptado por Ana Cristina de Oliveira - 2014
Fonte: http://www.arte.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe. php?foto=122&evento=4

- ***4ª Etapa***

  Escolhidos os integrantes para cada função, elenco (atores e dramaturgos) e produção (cenografia e figurino) devem dar inicio a produção.

  Reuniões de criadores com encenadores.

- ***5ª Etapa***

  Peça escrita, hora da distribuição dos papéis.

  Inicio dos ensaios teóricos (leituras e dramaturgia).

  Traçar diretrizes de encenação.

- ***6ª Etapa***

  Ensaios práticos.

  Realização das marcações em palco.

  Ensaios sem texto de apoio.

  Recursos de cenário, sonoplastia e iluminação.

- ***7ª Etapa***

  Ensaios técnicos.

  Organização das cenas.

  Refinar a atuação adequada dos recursos cênicos e adereços.

- ***8ª Etapa***

  Ensaios gerais.

  Montagem concluída.

  Aprimorar alguns detalhes.

- ***9ª Etapa***

  Estreia.

  Apresentações ao público.

- ***10ª Etapa***

  Avaliação pedagógica (atividades, discussões, leituras, pesquisas, seminários e etc.).

  Avaliação artística (participação, criatividade, comunicação, trabalho em grupo e etc.).

REFERÊNCIAS

BRECHT, Bertold. **Pequeno Organon para o Teatro**. In: Escritos sobre Teatro. (cópia do capitulo sem referência editorial).

BLAIDI, Sant'Anna [et. al.]. **Conexões com a Física.** 1 ed. São Paulo: Moderna, 2010. Utilizado nas Unidades 2 e 3.

BROCKINGTON, G.. **A realidade escondida: a dualidade onda - partícula para estudantes do ensino médio,** dissertação de mestrado. IF – FEUSP, 2005.

CHESMAN, C.; ANDRÉ, C.; MACÊDO, **A. Física moderna:** experimental e. aplicada. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

CHIBENI, S.S. O SURGIMENTO DA FÍSICA QUÂNTICA. In: **www. Unicamp. br/~chibeni/texdid/fisquantica.doc.** Acesso em: 29/08/2014.

EINSTEIN, A.; Infeld, L. **A evolução da Física.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1962.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5 ed. Curitiba: Positivo, 2010. Utilizado nas Unidades 1,2 e 3.

GUINSBURG, J. C. N. **Semiologia do Teatro**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2006.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.: KRANE, K. S. **Física** Vol. III. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2004.

MASSARANI, Luísa. (et al). Guia de divulgação científica. SciDev. NET.

MOREIRA, José E. & MONTENEGRO, Betânia. **Newton, Huygens e a Natureza da Luz**. Disponível em: <http://www.seara.ufc.br/arte/teatro/.

MORENO, M. Q. **Thomas Young e a natureza da luz**. Ciência Hoje, col. 33, n. 198, p. 68-70. Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br/materia/ resources/files/chmais/pass/ch198/memoria.pdf Acesso em: 29/10/2014.

MONTENEGRO, Betânia. **O papel do teatro na divulgação científica**: A experiência da Seara da Ciência. Disponível em: http://lapeffs.googlepages.com/F758_p_31a32_Opapeldoteatronadivulga. p. **7**.

OLIVEIRA, I. S. **Física moderna:** para iniciados, interessados e aficionados. Vol. 1 São Paulo: Livraria da Física, 2005.

OSTERMANN, F. Cavalcanti, C.J.H. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.8, n.3, p.267-286, dez.1999.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

PESSOA Jr., O. **Conceitos de Física Quântica**, 1ª edição, S.Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

PIRES, Antônio S. T. **Evolução das ideias da física.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008. Utilizado nas Unidades 1, 2 e 3.

ROUBINE, Jean Jacques, 1880-1980. **A Linguagem da Encenação teatral**. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar.

SPALMA, C.: Arte e ciência no palco. (Entrevista concedida a Luísa Massarani e Carla Almeida). História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 233-46, outubro 2006.

SILVA, O. H. S. **A Teoria da Natureza da Luz**. Ambiente Pedagógico Colaborativo, OAC 2273. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao. pr.gov.br/portals/portal/educadores. php?PHPSESSID=200605142119582 3 Acesso em 04/10/2014.

SNOW, Charles Dercy. **As Duas Culturas**. Tradução: Idalina Pina Amaro. Publicações Dom Quixote. 1965.

TIPLER, P. **Física**. Traduzido por: Horácio Macedo. 2 ed. 2 v. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

TORRES, Carlos Magno A. [et. al.]. Física – **Ciência e Tecnologia.** Volume 3, 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. Utilizado nas Unidades 2 e 3.

VALADARES, E; Moreira, A.M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.2, 121-135, ago. 1998.

ZANETIC, João. **Física Também é Cultura**. Tese submetida à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Educação. Orientador: Luís Carlos de Menezes. 1989.