

**O ENSINO DE FÍSICA E A LEI
10.639/03: POSSIBILIDADE DA
EDUCAÇÃO PARA A
DIVERSIDADE ÉTNICO-RACIAL**

RAPHAEL SECCHIN DE ANDRADE

ALDIERIS BRAZ AMORIM CAPRINI

**O ENSINO DE FÍSICA E A LEI
10.639/03: POSSIBILIDADE DA
EDUCAÇÃO PARA A DIVERSIDADE
ÉTNICO-RACIAL**

RAPHAEL SECCHIN DE ANDRADE

ALDIERIS BRAZ AMORIM CAPRINI

Edição 1
2018

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	07
CAPÍTULO 1: CTS, ENSINO DE FÍSICA E DIVERSIDADE ÉTNICO RACIAL	11
1.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	12
1.2 DIVERSIDADE ÉTNICO-RACIAL, EDUCAÇÃO E ENSINO DE FÍSICA	17
1.3 TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	27
1.4 CTS + EDUCAÇÃO DAS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS + ENSINO DE FÍSICA.....	31
CAPÍTULO 2: ALGUNS CONCEITOS FÍSICOS	33
2.1 LEIS DE NEWTON, FORÇA E SUAS APLICAÇÕES.....	34
2.2 ALAVANCAS, TORQUE E EQUILÍBRIO	39
2.3 DENSIDADE E VOLUME.....	43
2.4 PRESSÃO EM FLUÍDOS.....	45
2.5 EMPUXO.....	48
CAPÍTULO 3: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA NA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO DAS RELAÇÕES ÉTNICO RACIAIS	51
3.1 A FÍSICA DO EGITO.....	53
3.2 PERSONALIDADES NEGRAS NA FÍSICA	79
3.3 TECNOLOGIA.....	100
REFERENCIAS	116

APRESENTAÇÃO

Esse livro é um produto oriundo de uma pesquisa feita no Mestrado Profissional em Ensino de Física, que tem como objetivo apresentar ao professor de Física, uma possibilidade detalhada e de fácil aplicação de como abordar o tema diversidade étnico-racial no ensino da física.

A Lei 10.639 foi criada no governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva e sancionada em 9 de janeiro de 2003. Essa lei tem por objetivo promover uma complementação na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 9.394, que já estava em vigor desde 20 de dezembro de 1996.

Desse modo, a lei introduz, por meio do acréscimo de dois artigos (26-A e 79-B), a obrigatoriedade de inclusão do tema da diversidade étnico-racial ao currículo da educação básica – ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos, art. 26 da Lei 10.639.

Com base na sua promulgação, o Conselho Nacional de Educação aprovou o parecer CNE/CP 3/2004, que consiste nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais (ERER) e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana, no intuito de balizar as orientações e ações a serem desenvolvidas com o tema.

Esse parecer traz como um dos seus princípios a socialização e visibilidade em africanidades, a formação de professores com vistas à sensibilização e construção de estratégia para melhor equacionar questões ligadas ao combate às discriminações, intolerâncias e preconceitos e obter uma construção de material didático-pedagógico que tem como propósito a abordagem da diversidade étnico-racial na escola, a valorização dos diversos saberes,

valorização das identidades presentes nas escolas, entre outros princípios (BRASIL, 2004).

Esses princípios direcionam a educação a determinações de cumprimento obrigatório, os quais objetivam a divulgação e produção de conhecimento sobre questões relativas à política de reparação e de reconhecimento e a valorização à pluralidade étnico-racial em espaços educativos, culturais, de movimentos sociais e movimentos negros (BRASIL, 2004).

O documento aborda, entre as suas determinações, a necessidade de realizar atividades inseridas ou não nos currículos que mostrem ações relacionadas à iniciativa e organizações negras em todas as áreas de conhecimento, níveis e modalidades de ensino, em trabalhos em salas de aula, nos laboratórios de ciências e de informática, na utilização de sala de leitura, na biblioteca, na brinquedoteca, nas áreas de recreação, na quadra de esportes e em outros ambientes escolares (BRASIL, 2004).

Além disso, impõe a necessidade de que os sistemas de ensino e os estabelecimentos de educação básica, em todos os seus níveis, precisam providenciar um apoio sistemático aos professores para a elaboração de planos, projetos, seleção e conteúdos e métodos de ensino, cujo foco seja a História e Cultura Afro-Brasileira e Africana e a Educação das Relações Étnico-Raciais: “[...] os conteúdos referentes à História e Cultura Afro-Brasileira serão ministrados no âmbito de **todo o currículo escolar**, em especial nas áreas de Educação Artística e de Literatura e História Brasileiras” (BRASIL, 1996, [s.p.] grifo nosso).

Quando a lei afirma que a história e a cultura afro-brasileira serão ministradas no âmbito de todo o currículo escolar, consideramos que todas as disciplinas devem pensar em sua inserção

curricular. Dessa maneira, é notório o entendimento da necessidade de que se aborde, no ensino de física, os assuntos que apresentam personagens negros, as contribuições da África para a ciência e filosofia ocidentais, as tecnologias de agricultura, de beneficiamento de cultivos, de mineração e de edificações trazidas pelos escravizados, a produção científica que contribuiu decisivamente para o desenvolvimento da humanidade, nas quais a física se faz presente.

Ao analisarmos as diretrizes abordadas pela lei, percebemos que, para o cumprimento delas, existe a necessidade de incorporação das relações étnico-raciais em todas as disciplinas curriculares, fato que nos leva a refletir se tem sido abordado na física e de que forma isso tem acontecido.

Assim através das Oficinas descritas no capítulo 3 abordamos formas de alcançar os objetivos da Lei 10.639/03 no ensino de física, discutindo a diversidade étnico-racial

Raphael Secchin de Andrade

Adieris Bráz Amorim Caprini

CAPÍTULO 1: CTS, ENSINO DE FÍSICA E DIVERSIDADE ÉTNICO-RACIAL.

Neste capítulo faremos uma abordagem dos temas que embasam o desenvolvimento das Oficinas propostas nos capítulos 3.1, 3.2 e 3.3 deste livro.

O conhecimento dessas temáticas irá nortear a você professor de Física a um melhor entendimento da construção das oficinas, além de possibilitar uma maior compreensão de como alcançar os objetivos de cada uma dela.

Mostraremos aqui a fundamentação para o desenvolvimento de uma proposta para a Educação das relações Étnico-Raciais no Ensino de Física, caminho trilhado por nós para alcançar, entender e construir essa relação.

1.1 Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)

Por muito tempo, o país enxergava a qualidade do ensino de ciência pela quantidade de conteúdo transmitido, sendo mais qualificado e obtendo maior desempenho nas disciplinas cursadas, para que o aluno conseguisse memorizar o maior número de conteúdos conceituais, sem mesmo entender o que estava aprendendo ou refletir sobre o que decorava. Podemos claramente perceber isso ao analisarmos as avaliações e provas para o ingresso nas universidades por meio de vestibulares nas décadas de 1950 e 1960.

Segundo Santos (2006) e Moreira (2000), desde a década de 1960, o ensino de ciências passa a valorizar o aluno. Nesse momento, aparecia uma mudança não só no ensino de ciências, mas em todo o ensino, pois o professor propunha ao aluno a realização de atividades práticas de laboratório.

No fim da década de 1960 e início da de 1970, surgiu um dos movimentos mais importantes do ensino de ciências: as chamadas Ciência, Tecnologia e Sociedade ou estudo social da ciência e tecnologia, passando a dar aos estudos de ciência uma nova forma a sua relação com a tecnologia e a sociedade, pois passou a discutir criticamente essa relação (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002).

Segundo Santos (2006), esse sistema foi um ponto de transformação no ensino de ciências. “Essa tendência no ensino é importante até os dias de hoje, pois leva em conta a estreita relação da ciência com a tecnologia e a sociedade, aspectos que não podem

ser excluídos de um ensino que visa formar cidadãos” (SANTOS, 2006, p. 1).

Assim, a CTS, em sua essência, vem discutir a equação “Ciência + Tecnologia + Sociedade”, pois, a partir de então, principalmente com o crescimento acelerado do desenvolvimento científico e tecnológico, começava a analisar, de forma crítica, qual o intuito desse conhecimento, como ele tem sido aplicado e quais as consequências geradas.

Segundo Praia e Cachapuz (2005), é impossível dissociar a ciência e a tecnologia do nosso dia a dia, pois essa união opera num contexto muito mais amplo que a simples ciência acadêmica, levando a considerar não puramente o desenvolvimento do conhecimento, mas sua consequência e impactos socioambientais. Assim, passa a constituir-se de uma unidade que recoloca, (re)constrói e condiciona o ambiente e sua sociedade.

Santos e Mortimer (2002) também apontam os estudos da CTS como uma abordagem da ciência em sua ampla dimensão, que vai constituir-se de um conjunto de aspectos que permitem uma transformação do seu ensino.

[...] diferencia-se do modismo do assim chamado ensino do cotidiano, que se limita a nomear cientificamente as diferentes espécies de animais e vegetais, os produtos químicos de uso diário e os processos físicos envolvidos no funcionamento dos aparelhos eletro-eletrônicos. Um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque. Essa seria uma forma de ‘dourar a pílula’, ou seja, de introduzir alguma aplicação apenas para disfarçar a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, deixando, à margem, os reais problemas sociais (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 117).

Apontamos agora algumas das principais abordagens dos estudos da CTS e seus objetivos. A primeira delas está relacionada a uma análise das consequências geradas pelo conhecimento científico-tecnológico desenvolvido ao longo dos anos. Nessa perspectiva, o estudo faz uma crítica aos impactos da CTS na sociedade. Essa abordagem leva em consideração o fato de que o avanço da CTS propicia à sociedade uma grande mudança no meio, cuja utilização e crescimento trazem consigo alguns prejuízos à sociedade. “Pois, ao mesmo tempo em que se conhece mais sobre ciência e tecnologia, sabe-se mais, também sobre prejuízos que derivam de seu uso irrestrito” (KOEPEL, 2003, p. 51).

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) trazem, de forma bem clara, o objetivo da CTS como necessidade de uma avaliação dos seus efeitos.

Os estudos de CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores da natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 125).

Assim, fazer uma análise das consequências de uma má utilização da CTS leva o cidadão a uma certa resistência, pois o debate delas conflui para a solução de problemas existentes na sociedade.

A segunda abordagem é a análise da necessidade de utilização da ciência e da tecnologia na sociedade, pois possibilita ao cidadão interpretar, de forma coerente, sua utilização e ser capaz de participar ativamente.

Segundo Santos e Schnetzler (2000), quando o indivíduo se apodera do conhecimento científico-tecnológico, ele passa a participar ativamente das decisões atinentes ao seu cotidiano; contudo, quando isso não ocorre, ele não é capaz de tomar decisão, apenas delega.

Essa análise feita pelos autores acima aponta a essência que expomos desse contexto de estudo da CTS, que tem por objetivo antecipar o indivíduo por meio do conhecimento científico e tecnológico, capacitando-o a criticar e avaliar a melhor forma de sua utilização no contexto do seu dia a dia.

Ainda se faz necessário chamar a atenção para um terceiro e último objetivo que descrevemos neste livro: focar o estudo CTS nesta pesquisa. Essa abordagem trata da utilização da CTS como ferramenta para a cidadania, quando não vamos avaliar as consequências do conhecimento científico-tecnológico ou analisar e refletir a necessidade de sua utilização, mas, sim, utilizar a ciência e a tecnologia como forma de transformação do indivíduo social.

Trata-se de uma abordagem da ciência e da tecnologia que seja capaz de promover diferentes discussões e reflexões da sociedade, como a da diversidade étnico-racial, além da igualdade e do combate à discriminação.

Recomendou-se que é necessário uma perspectiva para o ensino de Ciências que responda a novos problemas de relação entre Ciência/Tecnologia e toda a sociedade, levando aos cidadãos a possibilidade de entender o seu papel na vida moderna, bem como usar o conhecimento sobre Ciência e Tecnologia em assuntos de escolha individual ou de política pública (AMORIM, 1996, p. 85).

Percebemos que o conhecimento científico adquirido pelo indivíduo toma, então, fundamental importância para o desenvolvimento social, pois possibilita ao indivíduo participar de modificação dos contextos e realidades ao seu redor. Sendo assim, a ciência/tecnologia passa a ser uma ferramenta para a transformação social e individual, no intuito de crescimento em todas as esferas, possibilitando, por meio dela, discutir muitos problemas de uma sociedade e – por que não? – de todos os problemas da sociedade.

É preciso preparar os cidadãos para que sejam capazes de participar, de alguma maneira, das decisões que se tomam nesse campo, já que, em geral, são disposições que, mais cedo ou mais tarde, terminam por afetar a vida de todos. Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido na escola e a análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia (SANTOS, 2006, p. 1).

Essa nova forma de ver a ciência torna-se para alguns autores indispensável no mundo atual, que exige, cada vez mais, de indivíduos reflexivos transformar e solucionar problemas, pessoas e o ambiente ao seu redor.

1.2 Diversidade étnico racial, educação e ensino de física

O art. 5.º da Constituição Federal, ao discursar sobre o princípio da igualdade, descreve a garantia de direitos iguais, em que todos, perante a lei, têm o direito à vida, à liberdade, à segurança e à propriedade.

A partir de 1888, por meio da promulgação dessa constituição, com a redemocratização do Brasil, surge uma luta contra a desigualdade racial, étnica sexual e econômica. Essa luta, mesmo com a garantia legal, perpassa por anos e vem, até os dias de hoje, estendendo-se em uma sociedade desigual que busca uma igualdade em suas ações, mas, muitas vezes, não sabe como encontrar.

Assim, faz-se necessário discorrer sobre como podemos exercer nossa cidadania e encontrar a tão sonhada igualdade. Essa pergunta, para muitos sem resposta, faz com que tenhamos uma sociedade preconceituosa e imatura, pois não sabe lidar com a diferença, ou melhor, com o diferente.

A resposta a essa equação complicada, que é função do conceito de cidadania na essência da constituição e da igualdade, não pode gerar como produto uma coisa diferente da palavra educação.

Segundo a LDB, a educação visa principalmente ao exercício da cidadania como forma de promoção de uma sociedade igualitária.

Art. 2.º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o

exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL,1996, [s.p.]).

Compreendendo agora um dos caminhos de como se chegar a uma sociedade igualitária em que a diversidade cultural seja possível, devemos indagar qual seria o formato dessa tortuosa estrada, chamada de educação brasileira, conforme podemos desenvolver uma educação que forme cidadãos.

A fim de pensar em um dos pontos dessa educação, foi criada, então, a Lei 10.639/03, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira, que vem justamente confirmar a necessidade desse compromisso, conforme já descrito anteriormente neste trabalho.

Segundo Verrangia (2016), a lei carrega consigo o desafio de combater todas as formas de discriminação étnico-racial, abordar, de forma adequada, a história e a cultura africana e afro-brasileira e esclarece parâmetros para cumprir com o dever que o Estado assume ante sua criação.

O Parecer CNE/PC 0003/04 (BRASIL, 2004), que reforça a lei, mostra que, para um exercício pleno da cidadania, é preciso trabalhar nas escolas a educação para as relações étnico-raciais. Ele estabelece que existe uma convergência entre a cidadania e a Educação das Relações Étnico-Raciais, quando se reconhecem e a valorizam alguns fatores, como a história e a cultura dos afro-brasileiros, a diversidade da nação brasileira e a igualdade de direito e educação. Dessa forma, o parecer diz que esses fatores são extremamente necessários à formação de uma cidadania responsável pela construção de uma sociedade justa e democrática.

Para Verrangia (2016) e Verrangia e Silva (2010), podemos definir as relações étnico-raciais como a relação estabelecida entre grupos sociais e entre indivíduos desse grupo, que vão orientar-se sobre as diferenças e semelhanças ao pertencimento racial e étnico individual e do grupo a que pertence.

Em uma análise da legislação vigente, bem como todos parâmetros citados anteriormente, é bem claro seu direcionamento para a importância das relações étnico-raciais na formação de cidadãos da educação (VERRANGIA; SILVA, 2010).

Muitos pesquisadores de diversas áreas da educação e formação à docência têm feito esta pergunta: Em que momento e em que parte da educação podemos e devemos discutir a ERER?

O ensino de Ciências, assim como todos os componentes curriculares, é parte constitutiva desse processo e, portanto, deve contribuir para a formação de cidadãos e cidadãs que vivenciam e procurem produzir relações sociais étnicas (VERRANGIA; SILVA, 2010, p. 710).

Com base nessa afirmação de Verrangia e Silva (2010), conseguimos perceber a importância de desenvolver uma ERER tanto nas disciplinas chamadas de “Humanas” quanto em todo o currículo acadêmico, inclusive no ensino de ciências e no ensino de física.

Passamos agora a analisar a essência do ensino de física, guiando nossa discussão para uma perspectiva de verificação se ele possui fundamentação e embasamento para ser capaz de desenvolver a ERER, levantando a questão se o ensino de física possui, ou não, a capacidade de promover a educação para cidadania.

Desse modo, é necessário primeiramente apresentar alguns questionamentos rotineiros de um ano letivo que nortearam a explanação e são frequentemente enunciados em escolas de ensino

médio no Brasil, um dos quais foi feito por um aluno: Professor, por que devo estudar física? Quando vou utilizar isso na minha vida?

Com base na minha trajetória de professor de Física, posso confessar que essas perguntas surgem com frequência e acredito que também ocorra na sala de muitos outros docentes dessa disciplina, em alguns momentos em meio aos mais diversos conteúdos dela.

Ao pensar nesse questionamento e na prática docente, vou refazer as perguntas propostas da seguinte forma: Por que ensinar física? O que ensinar nas aulas de física? E quais os objetivos do ensino de física?

Sobre a reflexão desses questionamentos, vamos delinear o que seria e qual a importância do ensino de física sob a ótica do ensino médio brasileiro.

Entretanto, antes de falar sobre o “ensino”, devemos, então, definir o que seria a chamada física ou ciência física.

O livro “A Física no Brasil” (1987) traz a seguinte definição:

A Física é o campo da ciência que investiga os fenômenos e as estruturas mais fundamentais da natureza. O conhecimento acumulado nesse campo tem possibilitado a humanidade compreender aspectos cada vez mais complexos da natureza, e através dele criar sistemas, dispositivos e materiais artificiais que têm contribuído decisivamente para o progresso tecnológico (SBF,1987, p. 13).

Já Ben-Dov (1996) mostra a física como uma ciência que estuda fenômenos naturais, da maneira como eles ocorrem no espaço e no tempo. Essa ciência, por meio de teorias expressas e em linguagens matemáticas, descreve o nosso dia a dia e permite

prever resultados experimentais com precisão que têm o poder de transformação e de modificação da nossa vida.

O livro “A Física para o Brasil” (2005) apresenta a física como uma peça fundamental no desenvolvimento tecnológico, a qual é definida como a base científica em que a tecnologia contemporânea é apoiada. Assim, é ela a ciência que descobre e descreve fenômenos, sendo a descrição desses fenômenos que vão proporcionar um grande impacto no desenvolvimento tecnológico.

Percebemos, por meio da visão desses autores, que a física, além de ser uma parte constituinte da ciência, tem uma abrangência infinita e é indissociável do nosso dia a dia e do mundo em que vivemos, ou de quaisquer outros que existam.

Assim sendo, apresentamos o que seria o ensino de física, tentando, é claro, responder às perguntas feitas inicialmente: por que aprender e ensinar física? Vale salientar novamente que, neste trabalho, a visão que descrevemos do ensino de física está pautada em um contexto em nível do ensino de física da educação brasileira.

Uma abordagem muito interessante para definir o ensino de física, que, em nossa concepção, está muito ligada ao porquê de estudar ou ensinar física, foi a de Almeida Júnior (1979, 1980). Ele mostra o ensino de física como uma fonte de libertação para o ser humano, ao ressaltar que temos uma necessidade de entender a nossa própria essência e das coisas ao nosso redor. Assim, seremos libertos, ao conseguirmos perceber nossa própria presença no que estamos estudando.

Na aprendizagem da Física em particular, o homem se revela trabalho e palavra, experimentador e teorizador, como aquele que **faz**, transformando a matéria e a energia do mundo que circunscreve e, como aquele que **diz**, como proclamador do que

está fazendo com as coisas e do sentido que delas emerge. Através do ensino de Física que é a própria prática da Física, o homem pode chegar a uma maior compreensão do significado de sua existência, de modo que, trabalhando a natureza e dialogando com ela, instaura-lhe a objetividade ao mesmo tempo que confirma seu ser sujeito. É, à medida que se afirmar pessoalmente sobre as coisas do mundo, o horizonte concreto de sua existência, o sujeito vive uma unidade pacífica e particular que concorre para libertação das formas de sua existência (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 45, grifo do autor).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) publicados na década de 1990, visando complementar a Lei de Diretrizes e Bases, trouxeram, em seus objetivos e diretrizes, uma expectativa da educação esperada para o ensino médio brasileiro em todas as suas esferas, contemplando as diversas áreas de abrangência do ensino brasileiro.

Ao tomar os PCN para o ensino médio como base, a Sociedade Brasileira de Física em PCN+ (2002) fez uma análise do que se espera para o ensino de física no ensino médio das escolas brasileiras e elencou alguns pontos essenciais.

Ela apresenta a importância de que o ensino de física tenha uma visão atualizada e esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante, solidário e detentor de instrumentos que lhe possibilitem compreender ativamente a realidade que o cerca, como também intervir e participar nela.

Outro ponto é que o aluno formado por esse ensino, mesmo aquele que não venha seguir a carreira na área, consiga, ao final, adquirir a formação suficiente para compreender o mundo em que vive e dele participar.

Conhecimento de Física deixa de constituir-se em um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento transforme-se em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir (PCN+, 2002, p. 4).

Assim, a óptica que deve ser utilizada no ensino deve ser não de “o quê ensinar de Física”, mas, sim, de “para que ensinar Física”, significando o conhecimento adquirido e galgando níveis mais elevados da compreensão do conhecimento.

Quando ‘o quê ensinar’ é definido pela lógica da Física, corre-se o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade, quase sempre supondo implicitamente que se esteja preparando o jovem para uma etapa posterior: assim, a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da mesma forma que a eletrostática é para o eletromagnetismo. Ao contrário, quando se toma como referência o ‘para que’ ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante (PCN+, 2002, p. 4).

Dessa forma, conseguimos perceber que o ensino de física por existência e essência é capaz não só de discutir e formar cidadãos, conforme se mostra indissociável da temática, como ainda de sucumbir sua existência.

Assim, vemos que o ensino de física nessa perspectiva é vital para a nossa sociedade, pois ele se mostra um veículo fundamental na formação de cidadãos, sendo capaz de desenvolver no indivíduo

habilidades e competência para uma sociedade crítica, que busca alcançar uma sociedade melhor.

Portanto, podemos dizer que, com o trabalho de pesquisa e investigação científica, chegaremos a um desenvolvimento científico e tecnológico que possibilite uma difusão da cultura e desenvolva o entendimento do homem e do meio em que vivemos.

O ensino de física constitui uma grande ferramenta para aproximar o homem de sua realidade e de sua sociedade, pois isso é a essência do estudo e a descrição da realidade ao seu redor. É inconcebível dar uma aula de física sem tratar do ambiente que nos cerca e da sociedade a que pertencemos.

Esse livro, então, vai tentar preencher justamente essas lacunas do ensino de física, pois assume como foco principal essa discussão de como trabalhar a EREER no ensino de ciências/física.

Sabemos da exata importância dessa abordagem e da sua extrema necessidade, pois assim começamos a pensar por que, então, o ensino de física não explora esse campo atualmente, quais seriam os problemas dessa abordagem e o por que há pouca utilização na educação brasileira.

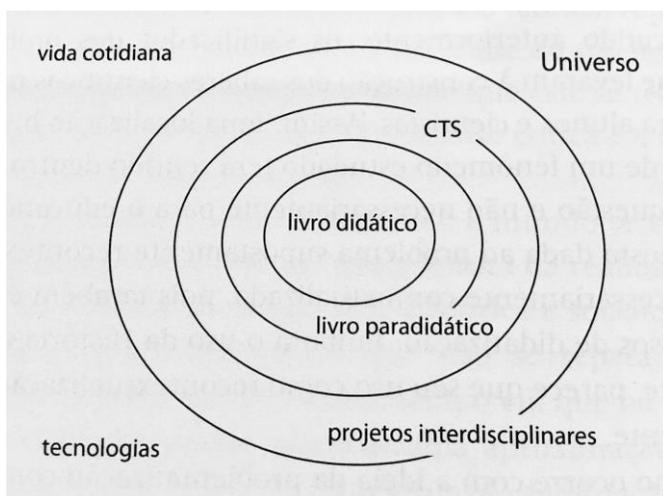
O que mais vemos no ensino de ciências de modo geral e da física em particular é a convivência do aluno com acontecimentos sociais estritamente ligados à ciência fora da escola, mas diferentemente da sua realidade na parte de dentro, quando é apresentada uma física distante dos atuais debates e sem vínculos com o mundo ao seu redor. É a chamada “Física da escola” (RICARDO, 2010).

Ao considerar a questão da diversidade, Verrangia (2010, 2014) mostra que esses problemas surgem quando fazemos essa

análise e encontramos, no meio acadêmico, uma enorme falta de preparo por parte dos docentes das áreas relacionadas a ciências, a inexistência de material didático que aborde o tema e de estudos que trabalhem acerca da visão da África, dos africanos e afrodescendentes em livros de ciências.

Na figura 1, ilustra-se o grau de abordagem dos objetos de ensino, sem ser hierarquizado, apresentando justamente como o ensino de física (livro didático) está distante da vida cotidiana e da sociedade. Mostra-se também que abordagens como CTS e projetos interdisciplinares se aproximam da realidade e do cotidiano (RICARDO, 2010).

Figura 1 – Representação esquemática do ensino de física



Fonte: Carvalho et al. (2010, p. 40)

Mas, para nós, o principal problema que também foi abordado por Verrangia (2009) é a falta de percepção e de engajamento dos educadores na implementação de temas sociais na educação das ciências. “Infelizmente, a diversidade étnico-racial ainda não é considerada uma questão central na formação de professores/as dessa área, tanto inicial quanto continuada” (VERRANGIA, 2009, p. 210).

É necessário que docente em física seja capaz não somente de contextualizar seu conteúdo, mostrando situações do dia a dia, mas também possibilitar um envolvimento social, a ponto de ele identificar outras situações, investigá-las e organizar as ideias, possibilitando um posicionamento perante sua sociedade (CARVALHO et al., 2010).

1.3 - Três momentos pedagógicos

O Ministério da Educação, com o apoio administrativo da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo no período de 1985 a 1988, desenvolveu o “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2.º grau: núcleo comum e habilitação magistério”. Esse projeto deu origem ao desenvolvimento dos Livros da Coleção Magistério – 2.º grau, que foram publicados no fim dos anos 1980 (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Entre os livros publicados, chamamos a atenção para dois deles: o livro “Física” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990b), que propunham a nova dinâmica didático-pedagógica que ficou conhecida como os “Três Momentos Pedagógicos (3MP)”.

Essa dinâmica possui como base uma transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal.

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento ‘experimental’), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la (FREIRE, 1975, p. 51).

Essa concepção de Freire mostra a importância do diálogo entre o educador e o educando, no qual o educador se utiliza dos conhecimentos que o aluno já possui, ou seja, por meio dessa investigação do conhecimento prévio, vai-se criar uma

problematização que seja possível conectar a realidade do dia a dia do aluno ao conhecimento a ser construído/reconstruído.

A dinâmica dos 3MP é desenvolvida, como o próprio nome já diz, em três momentos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

A Problematização Inicial consiste na “investigação” dos conhecimentos prévios dos alunos, pois eles vão servir de base para o desenvolvimento do tema proposto.

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29).

Assim, essa problematização vai ser proporcionada por meio de duas possíveis situações, quando o aluno já possui um conhecimento sobre o tema, ou quando o aluno é despertado a conhecer.

Desse modo, é importante o educador instigar o educando a se questionar sobre o assunto, a fim de despertar o interesse em solucionar os possíveis questionamentos levantados (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a).

É interessante essa etapa, pois nela o aluno vai despertar em si a necessidade e o interesse pela resposta aos seus questionamentos sobre o assunto e vai surgir no aluno a vontade de preencher as lacunas sobre aquele tema, motivando e despertando uma necessidade do conhecimento.

O segundo momento da dinâmica didático-pedagógica denomina-se Organização do Conhecimento, no qual será discutido o conhecimento necessário para compreender a problematização levantada criada na etapa anterior.

Agora serão dados os subsídios aos alunos para que consigam mais à frente consolidar a problematização inicialmente criada, pois serão disponibilizados novos elementos ou será feita a reestruturação dos antigos elementos sobre o assunto a ser discutido.

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento, sob orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Segundo Muenchen e Delizoicov (2014), o professor, nesse momento, deve sistematizar os estudos, utilizando-se para isso as mais diversas atividades, como exposição, formulação de questões, texto para discussão, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências.

A terceira e última etapa é conhecida como a Aplicação do Conhecimento, na qual o aluno tem de estar apto a responder aos questionamentos levantados na primeira etapa com os novos subsídios disponibilizados na segunda etapa.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Nesses momentos, o conhecimento adquirido será posto em prática, pois é agora que o aluno deverá conseguir ir além das questões iniciais, deverá mostrar-se “detentor” desse conhecimento, a fim de que lhe possibilite a utilização, de forma a atuar criticamente outros assuntos relacionados ou não com os levantamentos iniciais.

1.4 - CTS + Educação das relações étnico-raciais + Ensino de física

Seguem-se algumas considerações necessárias para situar como os temas se entrelaçam e por que são elencados nesse capítulo.

Dessa maneira, na análise de uma ciência que converse com a tecnologia e seja capaz de mudar ou dialogar com a sociedade, encontramos no estudo da CTS uma possibilidade de dialogar como o ensino de física, na tentativa de encontrar uma forma de abordar a diversidade étnico-racial na física e também desenvolver os conceitos da física propriamente dita, com uma temática da diversidade étnico-racial no ensino médio.

Para isso, optamos como ferramenta a pedagogia dos três momentos pedagógicos, acreditando que ela seja capaz de possibilitar a abordagem e a discussão da diversidade no ensino de física, possibilitando ao aluno a apropriação crítica do tema.

CAPÍTULO 2: ALGUNS CONCEITOS FÍSICOS

Neste Capítulo abordamos alguns conceitos Físico que serão necessários para a construção na sala de aula de três Oficinas propostas nos Capítulos 3.1, 3.2 e 3.3.

Neste capítulo a abordagem feita, não possui a finalidade de realizar uma discussão aprofundada da física “pura”, teórica, mas sim, elencamos os conteúdos dos quais serão abordados ao longo das oficinas propostas, possibilitando a você professor, situar-se em qual parte da física as oficinas irão caminhar.

2.1 - Leis de Newton, Força e suas Aplicações

Em 1666, na Grã-Bretanha, em virtude de uma epidemia de peste bubônica que assolava a região, a Trinity College da Universidade de Cambridge foi obrigada a fechar suas portas obedecendo a uma ordem da corte para evitar a aglomeração de pessoas. Um jovem de nome Isaac Newton, estudante do curso de Artes dessa universidade, foi obrigado a refugiar-se em sua propriedade de Woolsthorpe.

Segundo Rocha (2015), esse foi um dos anos mais marcantes da história da ciência moderna, chamando-o de “Ano dos Milagres”, pois, nesse período Newton, teria desenvolvido o teorema do binômio, que levaria o seu nome e o cálculo das fluxões, hoje conhecido como cálculo diferencial.

Em 1687, foi publicado por Isaac Newton a *Philosophiae naturalis principia mathematica* (princípios matemáticos da filosofia natural). Essa publicação de Newton tem como núcleo central dos *principias* as três leis fundamentais da mecânica clássica:

Lei I: Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas a ele.

Lei II: A mudança de movimento é proporcional à força motriz impressa, e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força.

Lei III: A uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos, um sobre o outro, são iguais e se dirigem a partes contrárias (FUCHS, 1972, p. 145).

Com o enunciado das três leis de Newton, ficou abolido o conceito proposto por Aristóteles, em que a força é inerente à matéria e passou-se a classificar a força como fruto do movimento. Numa notação vetorial (Thornton, 2012), temos que a força externa resultante \vec{F}_{ext} atuando sobre um dado objeto está relacionada à taxa temporal da variação do vetor quantidade de movimento \vec{p} , definida como produto da massa m^1 com o vetor velocidade \vec{v} , de modo que

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (1)$$

Assim, a segunda Lei de Newton em sua forma diferencial pode ser expressa simbolicamente como:

$$\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} \quad (2)$$

Ou seja, uma alteração temporal na massa do objeto ou no vetor velocidade deve estar associada a uma força externa resultante.

Com base no conceito de força e no enunciado das leis de Newton, podemos discutir algumas aplicações relacionando alguns fenômenos interessantes que podem ser facilmente vistos no nosso dia a dia.

¹ Massa nesse contexto toma a noção de massa inercial que a priori seria diferente de massa gravitacional.

Assim, chamamos a atenção para duas das quatro interações fundamentais da natureza, a força gravitacional e a força eletromagnética, mais especificamente o termo eletrostático desta última.

A força gravitacional puramente atrativa está prevista no *Principia* de Newton, descrevendo que matéria atrai matéria na razão inversa dos quadrados de suas distâncias. Todavia, mais usualmente falamos dessa interação em termos da chamada força peso.

No caso de atrações entre corpos celestes muito massivos e planetas, é comum falar dessa interação em termos dos campos gravitacionais gerados por esses objetos, ou seja, a região do espaço no qual esses objetos geram atração gravitacional, sendo comum calcular o vetor aceleração gravitacional gerado \vec{g} por um objeto “A” sobre outro corpo “B”, de modo que a atração gravitacional gerada por “A” sobre “B” pode ser descrita como o peso.

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (3)$$

Sendo “m” a massa do corpo B.

No que concerne à interação eletromagnética, outras forças comumente enunciadas pelas pessoas são chamadas de força normal e força de atrito, que geram um efeito macroscópico da interação microscópica repulsiva entre as eletrosferas dos átomos. Em geral, a superfície de dois corpos sólidos² que estão em contato tem em essência átomos com eletrosferas (carregadas negativamente

² A força de interação intermolecular entre as eletrosferas dos fluidos e objetos sólidos e até mesmo entre dois fluidos imiscíveis é chamada de viscosidade.

repelindo-se mutuamente) gerando os dois efeitos denominados força de atrito e força normal.

Quando dois objetos A e B estão em contato entre si e são pressionados um contra o outro, a repulsão eletrostática das eletrosferas gera um efeito macroscópico chamado força normal, geralmente contrária à direção de compressão do objeto. Essa força pode ser calculada levando em consideração o tipo de “superfície” de cada material e formato do corpo.

Quando os objetos sólidos estão em contato e tentamos realizar o movimento relativo entre esses objetos mantendo-os em contato, a rugosidade da superfície (perfil acidentado das superfícies) gera interações de repulsão eletrostática contrárias ao movimento, comumente chamada de Força de atrito.

Segundo Nussenzveig (2002a), do ponto de vista microscópico, as forças responsáveis pelo atrito são forças interatômicas que estão atreladas ao contato entre os átomos das duas superfícies.

Desse modo, temos também a seguinte definição:

O atrito é um fenômeno complexo, não totalmente compreendido, que surge da atração entre as moléculas de duas superfícies em contato. A natureza desta atração é eletromagnética – a mesma da ligação molecular que mantém um objeto coeso. Esta força atrativa de curto alcance se torna insignificante após apenas alguns diâmetros moleculares (TIPLER; MOSCA, 2006b, p. 126).

Podemos encontrar na literatura definições similares para força normal, como a proposta por Halliday, Resnick e Walker (2009a), sendo força normal a força que está associada a uma

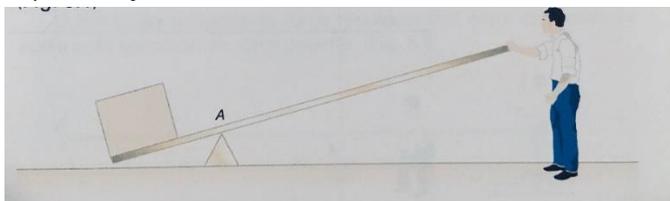
resposta à deformação exercida sobre um corpo devido à ação a uma força aplicada mesmo que aparentemente intacta.

Estudos detalhados de leis de Newton e de ferramentas matemáticas, tais como diagramas de corpo isolado, cálculo diferencial e equações diferenciais ordinárias, podem ser aplicados para discutir as mais diversas aplicações mecânicas (THORNTON, 2012; GOLDSTEIN, 2002). Ademais, conforme descrito acima, não temos neste trabalho o objetivo de aprofundar matemática e teoricamente os conceitos físicos abordados, mas relacioná-los de forma direta, simples e fácil para a compreensão de discentes em nível médio e superior. Seguem algumas dessas aplicações mecânicas e seus conceitos associados.

2.2 - Alavancas, torque e equilíbrio

O estudo de alavancas faz parte do conteúdo estudado normalmente no primeiro ano do ensino médio, quando são abordadas máquinas simples, ou seja, dispositivos que permitem a realização do que o senso comum chama de multiplicação de força, geralmente com a finalidade de realizar uma dada tarefa, permitindo que o “esforço” empenhado seja menor.

Representação de uma alavanca

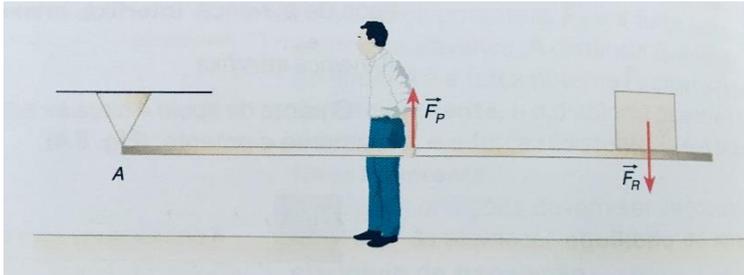


Fonte: Nicolau; Toledo (2007, p. 181)

Toda alavanca necessariamente precisa de ter dois elementos: um braço de aplicação de força e um ponto fixo geralmente chamado de pivô. Existem três tipos de alavancas: alavancas interfixas (quando fixamos o pivô no centro do braço de aplicação); inter-resistente (quando o pivô está nas extremidades do braço de aplicação de força que geralmente atua no centro); e interpotente (quando a força está no centro aplicada diretamente no centro do braço de aplicação).

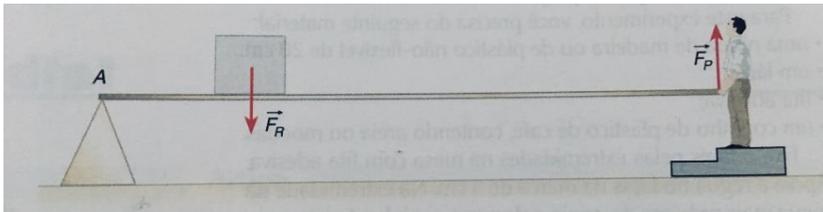
Conforme a descrição de cada uma das máquinas, sua classificação ocorre devido à disposição da aplicação das “duas” forças analisadas neste conteúdo: a força potente, que consiste na força aplicada ao sistema, e a força resistente, que consiste na força de reação à aplicação.

Representação de uma alavanca interpotente



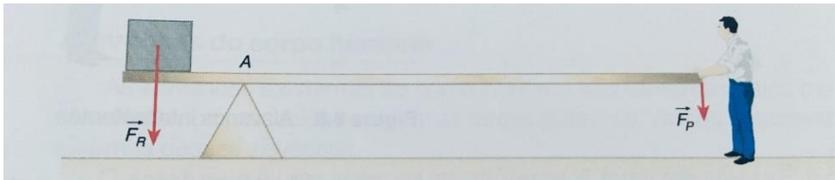
Fonte: Nicolau; Toledo (2007, p. 184)

Representação de uma alavanca inter-resistente



Fonte: Nicolau; Toledo (2007, p. 183)

Representação de uma alavanca interfixa



Fonte: Nicolau; Toledo (2007, p. 183)

Cada uma das figuras acima F_R como a força resistente, F_P a força potente e A o ponto fixo ou pivô – representa um tipo de alavanca.

O “torque”, ou momento de uma força, pode ser facilmente evidenciado nos estudos das alavancas, pois ele é o produto da distância do eixo de rotação (distância tangencial), chamada também de braço da alavanca com a força aplicada a ele.

O Torque cujo nome vem de uma palavra em latim que significa ‘torcer’, pode ser descrito coloquialmente como a ação de girar ou torcer de uma força F. Quando aplicamos uma força a um objeto com uma chave de fenda ou uma chave de grifa com o objetivo de fazer o objeto girar, estamos aplicando um torque (HALLIDAY; RENISK; WALKER, 2009, p. 276).

Para Nussenzeig (2002a), o torque “ τ ” possui uma magnitude de vetor, dessa forma sendo concebido pelo produto vetorial da distância “ \vec{r} ” de um ponto de referência escolhido ao ponto de aplicação da força com a própria força de aplicação “ \vec{F} ”, do tipo:

$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r} \quad (4)$$

Em que a direção e o sentido do torque têm um significado físico importante, quando vão definir o sentido de rotação do objeto. Essa direção e sentido são baseados na regra da mão direita para um sistema dextrogiro (NUSENZEIG, 2002a).

Pautado na definição de torque e de forças resultantes,

pode-se, então, abordar o conceito de equilíbrio que pode ser dinâmico ou estático.

O equilíbrio abordado nesta temática está associado ao equilíbrio estático, ou seja, aquele em que o sistema físico se encontra na eminência de movimento. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009a), a condição básica de equilíbrio dinâmico é mais abrangente, sendo apenas necessário que os momentos ou quantidades de movimento associado ao centro de massa dos objetos se mantenham constantes ao longo do tempo. Assim, a soma vetorial de todas as forças externas que agem sobre o corpo e a soma vetorial de todos os torques externos que agem sobre o corpo, medidos em qualquer ponto, também devem ser nulas.

2.3 - Densidade e volume

O conceito de volume é o espaço ocupado pelo corpo, ou melhor, quanto o corpo analisado ocupa lugar no espaço. Essa grandeza pode ser medida em corpos que se encontram nos três principais estados da matéria: sólido, líquido e gasoso, podendo sofrer variações numéricas de acordo com o fenômeno analisado ou as condições a que o corpo é submetido.

A densidade, que também pode ser definida como massa específica, é um conceito físico que está atrelado à quantidade de matéria (massa) em uma unidade de volume, ou seja, quanto maior a massa por unidade de volume, mais denso é o _{corpo}. É muito comum a análise de densidade para a comparação de objetos com a água e entre líquidos, para prever o fenômeno quando expostos juntos.

De acordo com Nussenzweig (2002, vol. 2), a densidade ρ pode ser calculada em um ponto P qualquer do fluido ou objeto:

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta m}{\Delta V} \right) = \frac{dm}{dV} \quad (5)$$

Em que ΔV corresponde ao volume do fluido/objeto em torno do ponto P e Δm a massa correspondente a esse volume. O limite de ΔV tendendo a zero significa que essa

variação é um infinitésimo, ou seja, uma porção tão pequena quanto desejada.

2.4 - Pressão em fluidos

Quando aplicamos uma força em um dado objeto, em geral, dada a estrutura atômica e molecular deles, acabamos impondo algumas deformações devido a reposicionamentos microscópicos dos átomos. Tais deformações podem ser brandas ou severas, dependendo da plasticidade do material do qual os objetos são feitos.

Nesse sentido, plasticidade pode ser entendida como a capacidade elástica dos objetos de se deformarem sobre a ação de uma dada força. Nessa perspectiva de deformação sobre a ação de uma dada força, podemos definir objetos sólidos (grande resistência à deformação sobre aplicação de forças) e objetos fluidos (baixíssima ou quase nenhuma resistência à deformação).

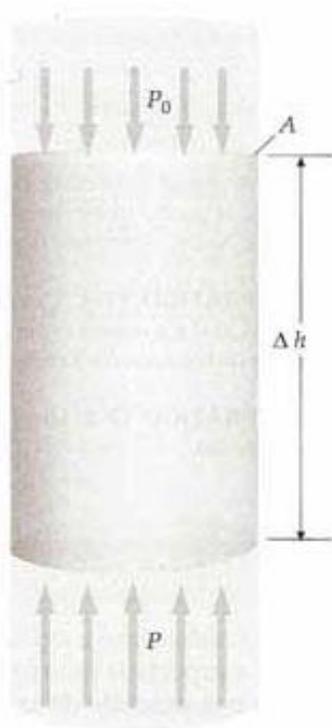
Sob esse aspecto de deformações, em geral, é comum trabalhar com o conceito de pressão. A definição formal de pressão é $p = F/A$, ou seja, força por unidade de área. Da mesma forma que força de atrito e normal são manifestações microscópicas da força eletromagnética, a pressão também o é. Podemos enxergar microscopicamente a pressão como a força por área que um dado átomo imprime sobre uma dada superfície. Macroscopicamente o resultado efetivo acaba sendo mensurado pela expressão anterior.

A pressão no interior de um dado fluido também segue a mesma lógica de raciocínio microscópico. Porém, o cálculo dessa pressão, conforme pode ser visto em Nussenzvein (2002b), se considerarmos um caso de um fluido em equilíbrio em que não há tensões tangenciais, a força superficial “ F ” sobre um elemento de superfície “ ΔS ” origina pressão “ p ” do tipo:

$$p = \left| \frac{dF}{dS} \right| = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} \quad (6)$$

Segundo Tipler e Mosca (2006c), se consideramos uma coluna de fluido da área de uma secção transversal “ A ” e altura “ Δh ”, conforme se ilustra na figura 6:

Representação de um volume de um sólido



Fonte: Tipler; Mosca (2006b, p. 434)

Temos, então, uma diferença entre as pressões do topo “ P_0 ” e a pressão da base “ P ”, sendo o peso “ F ” da coluna:

$$F = mg = (\rho V)g = \rho A \Delta h g \quad (7)$$

Em que “ ρ ” é a massa específica e “ V ” o volume da coluna. Se “ P ” é a pressão da base e “ P_0 ” é a pressão da coluna, temos como força resultante “ F ”, que é a diferença entre as duas pressões $PA - P_0A$, assim:

$$F = PA - P_0A = (\rho A \Delta h g) \quad (8)$$

$$P = P_0 + (\rho \Delta h g) \quad (9)$$

Ao considerarmos, então, segundo Nussenzveig (2002b), “ P_0 ” como a pressão atmosférica e “ P ” a pressão em um ponto qualquer em meio ao fluido, podemos pensar que a pressão de um ponto em um fluido aumenta linearmente com a profundidade, a qual é conhecida como a Lei de Stevin.

Temos, assim, condições de encontrar diferentes pontos de pressão em um líquido. Quando aplicamos esses conceitos a corpos em meio a líquidos, conseguimos estudar outros fenômenos, como o empuxo, o princípio de pascal e ferramentas com o macaco hidráulico.

2.5 - Empuxo

O empuxo é um conceito físico que está associado à observação de que todo corpo sólido, quando imerso em meio líquido, desloca certa quantidade de líquido em busca de um equilíbrio estático. Assim, vemos que, na situação imersão total ou parcial de um corpo, são exercidas sobre o corpo duas forças de sentidos opostos: a primeira está associada à força peso, já descrita anteriormente, direcionada pela aceleração gravitacional e associada à massa do corpo; a segunda está associada à massa do líquido deslocado pelo corpo.

Para Halliday, Resnick e Walker (2009), quando um corpo está totalmente ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo " F_e " é exercida pelo fluido sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem módulo igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo:

$$F_e = m_f g \quad (10)$$

Em que " m_f " é a massa deslocada pelo corpo e " g " a aceleração da gravidade. Da mesma maneira, temos algumas consequências físicas para essa diferença entre o peso do objeto e o peso do líquido deslocado.

Se a densidade média do sólido é menor que a do líquido, ele não pode ficar totalmente imerso $|E| > |P|$; ele ficará então flutuando, com o empuxo devido à porção imersa equilibrando o peso do sólido. Obtivemos assim o enunciado do Princípio

de Arquimedes: Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido recebe do fluido um empuxo igual e contrário ao peso da porção de fluido deslocado e aplicado no centro de gravidade da mesma. (NUSSENZVEIG, 2002b, p. 10).

Conforme descrito no trecho, que considera “ E ” sendo o empuxo e “ P ” o peso do objeto, o conceito de empuxo está imbuído ao princípio de Arquimedes.

Desse modo, chegamos ao conceito de que, dependendo das intensidades das forças descritas, o objeto pode, ou não, estar sobre a ação de uma aceleração. Isso facilmente pode ser visto quando mergulhamos objetos na água e eles sobem em direção à superfície, ou ainda afundam em direção oposta.

CAPÍTULO 3: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA NA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO DAS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS

As oficinas desenvolvidas tem como objetivo possibilitar ao professor de Física a inserção da temática das Relações Étnico-raciais no Ensino de Física, de forma que além de desenvolver a temática possibilitando ao cumprimento da legislação vigente, cria na aula de física uma perspectiva “diferente” e “inovadora” da Física, possibilitando o despertar do aluno para os conteúdos “Clássicos” do currículo, instigando e aproximando sua realidade do seu aprendizado.

Desta forma apresentamos três grandes eixos estruturantes, intitulados dessa maneira: “A Física do Egito”, “Personalidades Negras” e “Tecnologias”.

Essas temáticas foram escolhidas com base no que determina as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana.

Lembramos que elas permitem ao professor a utilização parcial ou total de cada uma, discutindo no momento que achar oportuno, tanto do “currículo formal” como em meio às aulas de Física, seminários, oficinas, abordagens e momentos criados pela escola para inclusão.

OFICINA 1: A FÍSICA DO EGITO

Um paralelo entre a Oficina 1 e as DCN

Nessa primeira temática, procuramos identificar na cultura egípcia, ao longo de sua história, elementos e instrumentos desenvolvidos que possibilitassem a discussão de conceitos físicos.

Conforme descrito anteriormente, tomamos como base para a escolha do tema a ser desenvolvido a seguinte determinação das DCN:

[...] serão abordados temas relativos: – ao papel dos anciãos e dos gritos como guardiões da memória histórica; – à história da ancestralidade e religiosidade africana; – **aos núbios e aos egípcios, como civilizações que contribuíram decisivamente para o desenvolvimento da humanidade** [...] O ensino de Cultura Africana abrangerá: – **as contribuições do Egito para a ciência e filosofia ocidentais**; – as universidades africanas Timbuktu, Gao, Djene que floresciam no século XVI; – as tecnologias de agricultura, de beneficiamento de cultivos, de mineração e de edificações trazidas pelos escravizados, bem como a produção científica, artística (artes plásticas, literatura, música, dança, teatro), política, na atualidade (BRASIL, 2004, p. 22, grifo nosso).

A oficina 1 permite os cumprimentos das DCN acima descritas pois apoia a discussão de conceitos físicos baseados na cultura Egípcia e suas tecnologias. Abordamos assim temas como o Shaduf (instrumento utilizado para transporte de água), teoria das construções das pirâmides e estudos astronômicos feitos pelos Egípcios.

Agricultura Egípcia

Nilo: o rio divino

“Adoração do Nilo! Salve, tu, Nilo!
E vens dar a vida ao Egito!
Ao irrigar os prados criados por Rá,
Tu fazes viver todo o gado,
Tu – inesgotável – que dás de beber à terra!
Senhor dos peixes, durante a inundaçãõ,
Nenhum pássaro pousa nas colheitas.
Tu crias o trigo, fazes nascer o grãõ,
Garantindo a prosperidade aos templos.
Se paras a tua tarefa e o teu trabalho
Tudo o que existe cai em inquietaçãõ.”

Hino com o qual os egípcios festejavam, anualmente, o início das cheias (1800 a.C.).

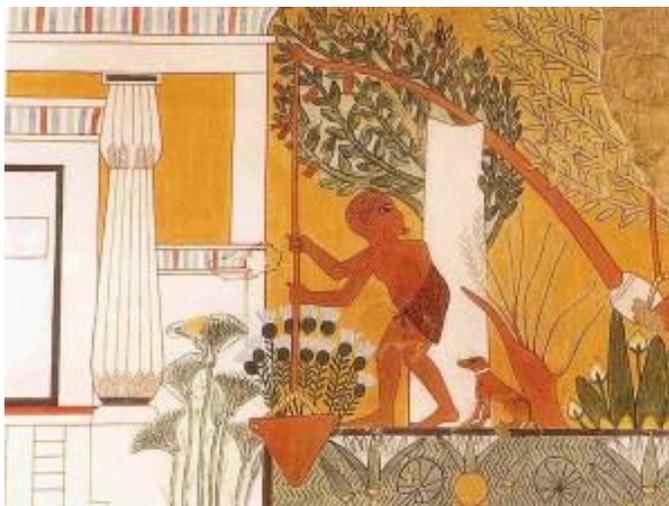
Conforme o hino descrito acima o Rio Nilo represava para os egípcios um importante meio de subsistência, sendo até mesmo sendo elevado ao estátos de Deus.

O rio Nilo tornou-se também um importante ponto econômico, pois as suas margens possibilitaram um grande desenvolvimento na agricultura o que deu ao Egípcios uma elevaçãõ na economia e no poderio dos povos da regiãõ.

Shaduf

O Shaduf é uma ferramenta criada pelo povo Egípcio que proporciona o transporte de água por longas distâncias através de sua elevação e condução a diques, principalmente em momentos de seca onde o rio Nilo mantinha seu nível de água mais baixo.

Esses instrumentos consistem basicamente em um eixo principal em madeira em que se apoia uma outra estrutura de madeira perpendicularmente, permitindo um movimento de rotação. Em uma das pontas era colocado um recipiente capaz de armazenar água e em sua outra ponta um contrapeso, normalmente constituído de um aglomerado de pedras.



Cena do jardineiro que usa um Shaduf, túmulo de Ipuy em Deir-el-Medina, Cisjordânia de Thebes, TT217.

Conteúdos que podem ser abordados:

- Alavancas
- Força peso
- Aceleração Gravitacional
- Leis de Newton
- Equilíbrio
- Torque
- Momento de uma Força

Essa atividade auxilia:

- Na identificação e conhecimento de uma Alavanca
- Na contextualização da Força Peso e discussão das variáveis que a compõem
- Identificação da Aceleração gravitacional
- No entendimento das Leis de Newton e na discussão das variáveis que as compõem
- Na identificação do conceito de Equilíbrio assim como condições necessárias de somatório para obtê-los
- Nos Cálculos das forças envolvidas, Torque e Momento
- Na identificação do Torque e discussão das variáveis que o compõem
- Na identificação do Momento e discussão das variáveis que o compõem
- Cálculos de Problemas Relacionados

Construindo um Shaduf

Iremos propor nesse momento uma experimentação, que de forma bem simples e com materiais de fácil acesso, conseguiremos abordar e explorar essa ferramenta egípcia.

Essa experimentação permitirá a exploração dos conhecimentos Físicos atrelados ao Shaduf.

Tempo médio de construção em sala de aula:

- 15 minutos

Você vai precisar de:

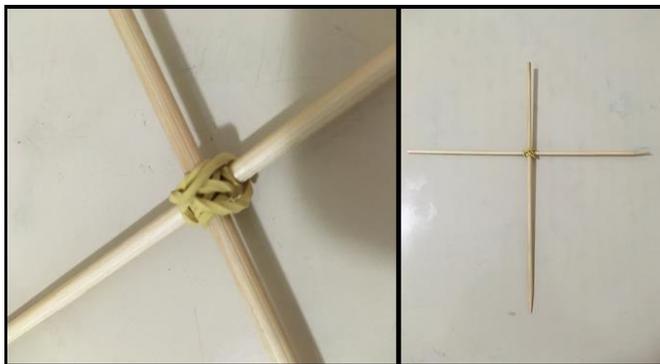
- Borrachinha de dinheiro
- Dois palitos de churrasco
- Dois apoios (podem ser cadeiras de mesma altura)
- Um recipiente para água
- Um copinho
- Durex
- Linha de costura ou “pipa”
- Peso 100g (poderá ser substituído por qualquer objeto com essa massa)



Imagem ilustrativa dos materiais necessários

Procedimentos:

- 1- Pegue os dois palitos e a cruze-os perpendicularmente
- 2- Amarre a borrachinha de dinheiro no cruzamento entre os dois



- 3- Pegue o copo plástico como durex prenda um pedaço da linha, fazendo um espécie de “alça”



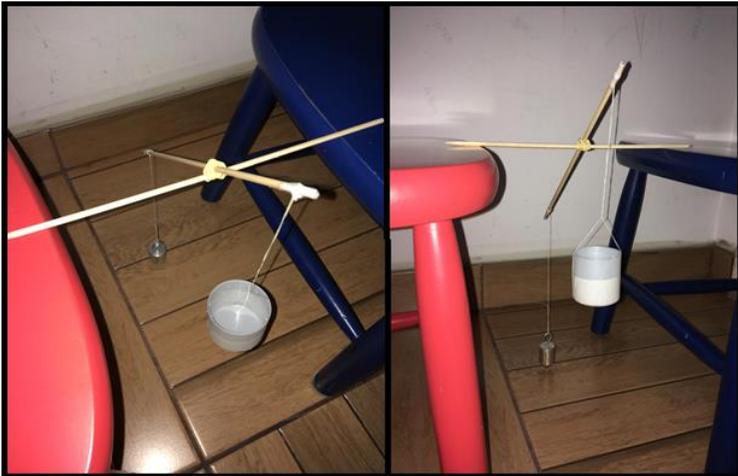
- 4- Amarre a alça na extremidades do palito com menos distância até o “eixo”



- 5- Amarre na outra extremidade o peso (caso seja utilizado outro objeto coloque em uma sacola e faça a amarração)



- 6- Apoie o palito que não está com as amarrações nas placas de madeira



Algumas sugestões de aplicação:

- Após a construção do Shaduf, encha o “baldinho” com água e simule a execução pelos egípcios
- Encha o “baldinho sem estar preso no Shaduf e sinta o peso. Após pendure no instrumento, repita o procedimento e sinta a diferença. Faça um discussão de sua função e porque isso aconteceu. Proponha aos alunos identificar quais as forças que estão presentes.
- Brinque com a variação de peso tentando equilibrar o eixo principal do shaduf, de forma em que o eixo do palito permaneça alinhado (sem rotação)
- Com o Shaduf equilibrado, mude o eixo do Shaduf de posição correndo a amarração para os lados e mantendo o peso em suas extremidades, proponha para que os alunos percebam quais as variações ocorreram e o motivo das mesmas.
- Faça cálculos com a variação de distância do eixo, mudança do peso,
- Proponha aos alunos pensarem porque os Egípcios não simplesmente usavam baldes para pegara água, quais as vantagens do Shaduf (Conceitos Físicos)
- Discuta e calcule as condições para equilíbrio (lembre dos conceitos de força e momento)

Para maior aprofundamento da proposta acesse o vídeo

Ball - Angles (part 4) 'Shadoof Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=CYR5ck6mzw>>

The Shaduf (1940-1949) Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=i5X_jwnb-Ok>.

Construção das Pirâmides

As grandes pirâmides são consideradas como um dos maiores feitos arquitetônicos de todos os tempos e uma das maravilhas do mundo antigo.

Elas possuíam a finalidade de se tornar um monumento de caráter religioso que possibilitaria uma vida eterna ao seu “morador”, após a morte, nela eram colocados objetos e mumificadas as pessoas que estavam atreladas ao faraó que a construiu.

Entre as pirâmides, a de Quéops sobressai como uma das criações mais espetaculares e geniais da história da arquitetura. A pirâmide figurou na lista das estruturas mais altas do mundo construídas pelo homem por mais de 3800 anos.

Até hoje cientistas discutem como pode ter ocorrido a construção das mesmas e não se tem um consenso entre as possíveis proposições.

Tais posições variam de tal forma que existem um grande número de pesquisadores tentando encontrar relatos de como se deu tamanha empreitada.

Uma Proposta de Construção

Uma possível forma de construção das pirâmides seria a utilização de “toras de madeira” para a redução do atrito entre o solo e as pedras que pesavam cerca de 2,5 toneladas, erguidas acerca da 4500 anos.

Segundo Cientistas da universidade de Indiana que fizeram uma simulação dessas propostas, a amarração das torras, as permitia ficarem livres para o serem puxadas e assim reduzir drasticamente o esforço que seria necessário para a sua locomoção, conforme extrato do artigo de publicação desse estudo:

“O grupo fez um teste com um modelo em escala. Foi usado um bloco de concreto de 20 cm², com 40 cm de comprimento e 30 kg de peso. Três hastes de madeira foram fixadas em cada um dos lados do bloco com uso de corda. Depois, uma corda foi ligada ao topo do bloco para determinar a força necessária para fazer a pedra rolar. De acordo com as medições, há um coeficiente de atrito dinâmico de 0,3, para um movimento de rotação. Isto quer dizer que, com uso da cinta com madeiras, seria necessário apenas 0,15 vezes o peso da pedra para puxá-la. O cálculo vai ainda mais longe: com a força de 50 homens seria possível transportar uma pedra de 2,5 toneladas a uma velocidade de 0,5 metros por segundo. (J. West, G. Gallagher, K. Waters, 2014)

Podemos observar que a redução da capacidade humana necessária para a locomoção dessas pedras torna plausível essa teoria.

O texto original de tal descoberta pode ser encontrado: J. West, G. Gallagher, K. Waters. How they (should have) built the pyramids, Cornell University Library, arXiv:1408.3603v1 [physics.pop-ph], APS March Meeting, 2014

Conteúdos que podem ser abordados:

- Força de Atrito
- Força Peso
- Tração
- Roldanas
- Plano Inclinado
- Força Normal
- Leis de Newton

Essa atividade auxilia:

- Na contextualização da Força Atrito e discussão das variáveis que a compõem (coeficiente de atrito)
- Na contextualização da Força Peso e discussão das variáveis que a compõem (massa e Aceleração da gravidade)
- Identificação da Aceleração gravitacional
- No entendimento das Leis de Newton e na discussão das variáveis que as compõem
- Na identificação do conceito de Equilíbrio assim como condições necessárias de somatório para obtê-los
- Nos cálculos das forças envolvidas e de suas variáveis de composição
- Cálculos de Problemas Relacionados

Construindo uma Pirâmide

(Carrinho sem atrito)

Nesta experimentação construiremos um “carro” de transporte de pedras que simula uma possível forma que os Egípcios utilizaram para mover blocos na construção das pirâmides.

Conforme o relato presente na página XX deste livro, podemos verificar com grande propriedade a redução do “esforço” necessário para locomoção dos blocos, devido a redução do atrito.

Essa é uma experimentação de execução simples e os materiais necessários são de fácil acesso.

Através dela conseguiremos abordar e explorar os conhecimentos Físicos atrelados a sua construção e utilização.

Tempo médio de construção em sala de aula:

- 20 minutos

Você vai precisar de:

- Uma caixa pequena de papel (material resistente)
- Um Clipes
- Fio de costura (pode ser substituído por outro material adequado)
- Pedras (pode ser substituída por algum material pesado)
- 10 Lápis no formato redondo de qualquer tipo e numeração.
- Gancho
- Agulha
- Alicates (somente para a construção)



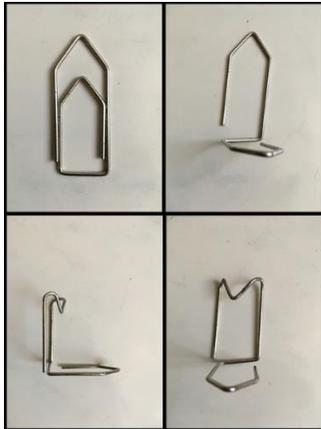
Imagem ilustrativa dos matérias necessários

Procedimentos:

- 1- Pegue a caixa de papelão faça um pequeno furo com a agulha em um dos lados a fim de fazer uma “guia” para a passagem
- 2- Coloque o gancho no furo, na ausência a linha pode ser passada diretamente e amarrada.



- 3- Com a ajuda de um alicate abra o clipe de modo a fazer um “L”, dobre a parte menor na metade, apontando sua ponta para baixo, ele será utilizado para guia do fio.



- 4- Estique um metro do fio e amarre em uma extremidade no gancho e na um peso, apoiando o conjunto em uma mesa





Execução:

- Peça os alunos para verificarem com as mãos quais dos pesos é maior
- Em seguida coloque a caixa vazia e solte o peso amarrado na outra extremidade do fio, observe que o “carrinho” se desloca facilmente
- Coloque o peso no carrinho segurando o peso da outra extremidade. Solte o peso e observe que o carrinho não se move
- Levante o carrinho e coloque os lápis lado a lado (deixe um espaço adequado entre eles) de forma que o carrinho fique por cima dos lápis. Solte o peso da outra extremidade e observe que o carrinho se desloca com facilidade



Algumas sugestões de aplicação:

- Calcular o Peso do bloco
- Brincar com a variação de Peso
- Questionar aos alunos por que o carrinho se moveu com a colocação dos lápis (ação da redução do atrito)
- Montar diagrama de forças e fazer cálculos supondo valores para as variáveis desconhecidas.
- Questionar aos alunos se essa realmente possa ser uma forma de construção das pirâmides e como isso pode ter acontecido

Para maior aprofundamento da proposta acesse o vídeo

“A Grande Pirâmide de Quéops – a construção”

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=UZHhh4PhQl0>>.

“Building the Pyramids of Egypt a detailed step by step guide”

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=C1y8N0ePuF8>>

Outra proposta de Construção

Uma outra possível proposta de construção de pirâmides está pautada na construção da Grande Pirâmide de Gizé.

Alguns especialistas conseguiram decifrar um antigo papiro que explica como os blocos de granito e pedra calcária, com 2,5 toneladas de peso cada um, foram transportados por um trajeto de até 800 quilômetros de distância.

De acordo com os hieróglifos decifrados, as 170 mil toneladas de material utilizado para a construção da Grande Pirâmide de Gizé foram transportadas pelas águas do rio Nilo em barcos de madeira e chegaram ao seu destino através de um sistema de canais.

O antigo papiro que contém essa informação foi encontrado no porto de Wadi Al-Jarf. Segundo os especialistas ele teria sido escrito pela pessoa responsável por supervisionar os 40 operários de elite e seria o único testemunho em primeira mão sobre as técnicas de construção da Grande Pirâmide.

O papiro revela como os operários trabalharam para acomodar o terreno e construir diques enormes que permitiram que a água fosse desviada do Nilo. Além disso, o arqueólogo Mark Lehner encontrou evidências de uma canalização de água que passava por baixo do planalto de Gizé.

O texto original de tal descoberta pode ser encontrado:

<<https://seuhistory.com/noticias/revelado-o-ultimo-misterio-da-construcao-da-grande-piramide-de-gize>>.

Conteúdos que podem ser abordados:

- Empuxo
- Força Peso
- Pressão em Fluidos
- Pressão
- Volume e Densidade
- Lei de Stiven

Essa atividade auxilia:

- Na contextualização do Empuxo e discussão das variáveis que a compõem (massa do fluido deslocado)
- Na contextualização da Força Peso e discussão das variáveis que a compõem (massa e Aceleração da gravidade)
- Na Identificação da Aceleração gravitacional
- Na contextualização da diferença de pressão em pontos no fluído.
- Na identificação do conceito de Equilíbrio assim como condições necessárias para obtê-los
- No Cálculo de Volume e densidade.
- Na Contextualização da Lei de Stiven
- Nos cálculos das forças envolvidas e de suas variáveis de composição
- No Cálculos de Problemas Relacionados

Construindo uma Pirâmide (Dutos)

Esse experimento simula a proposta de construção descrita na página XX desse livro, onde é realizado um deslocamento de Blocos pesados, através de “dutos” com água.

Assim montaremos um duto e mostraremos o deslocamento dos blocos devido a diferença de densidade e a aplicação de alguns conceitos físicos detalhados a seguir.

Essa mais uma vez é uma experimentação de execução simples e os materiais necessários são de fácil acesso.

Através dela conseguiremos abordar e explorar os conhecimentos Físicos atrelados a sua construção e utilização.

Tempo médio de construção em sala de aula:

- 15 minutos

Você vai precisar de:

- Um Recipiente “A” para Água (aquário, balde, bacia...etc.)
- Um outro recipiente “B” transparente em formato clínico também para água (Garrafa PET, aquário...etc.)
- Sacolas plásticas ou bola de soprar (ideal, saco “bolha”)
- Palitos de fosforo
- Peso proximadamente 200 gramas (pode ser substituída por algum material de mesma massa)
- Barbante e Durex



Imagem ilustrativa dos materiais necessários

Procedimentos:

- 1- Encha o recipiente "A" com água até o seu limite.



- 2- Dobre a Sacola ou encha a bola de soprar com ar e com o durex ou a linha prenda no peso.



- 3- Caso o recipiente "B", seja uma garrafa corte o seu gargalo a fim de permitir a passagem da pedra e encha-o com água.

Execução:

- Pegue a pedra que não foi amarrada e coloque-a dentro do recipiente "A", mostre aos alunos que ela afundou.
- Pegue o recipiente "B" e com cuidado vire o de cabeça para baixo sem com que a água saia de forma que sua abertura fique de encontro com o recipiente "A" (é necessário afunda-lo levemente)

- Pegue os palitos e afundando-os levemente coloque na abertura do recipiente “B”, observe que ele irá subir até o fundo.
- Pegue a sacola e com o durex e amarre no peso
- Pegue a pedra com a amarração e proceda da mesma forma. Observe que ela também sofrera um deslocamento subindo.

Algumas sugestões de aplicação:

- Perguntar aos alunos por que uma pedra afundou e a outra não, brincado com os conceitos de empuxo, densidade e volume.
- Questionar os alunos porque os objetos sobem
- Calcular as variáveis física envolvidas, supondo valores para aquelas desconhecidas.
- Questionar aos alunos se essa realmente possa ser uma forma de construção das pirâmides e como isso pode ter acontecido

Para maior aprofundamento da proposta acesse o vídeo

“How were the pyramids of egypt really built - Part 2”

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=TJcp13hAO3U>>

“How were the pyramids of egypt really built - Part 1

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=TJcp13hAO3U&t=22s>>.

OFICINA 2:
Personalidades Negras
na Física

Um paralelo entre a Oficina 2 e as DCN

Esse eixo estruturante, também presente no livro, traz como propósito principal proporcionar ao professor de Física a apresentação de algumas personalidades negras que, ao longo da história, contribuíram, de alguma forma, para a física.

Essa temática abordada no material permite a inserção dessas personalidades em diversos momentos do ensino de física, pois é possível relacionar a personalidade ao conteúdo que queira ser discutido. Assim, o aluno terá condições de conhecer os conteúdos físicos, tomando por base a personalidade que está associada àquele conhecimento. Aqui também nos baseamos para a escolha do tema a ser desenvolvido na seguinte determinação das DCN:

O ensino de História e de Cultura Afro-Brasileira, se fará por diferentes meios, inclusive, a realização de projetos de diferentes naturezas, no decorrer do ano letivo, com vistas **à divulgação e estudo da participação dos africanos e de seus descendentes** [...] (BRASIL, 2004, p. 25, grifo nosso).

Da mesma forma que a temática anterior, apresentaremos a seguir algumas personalidades Negras que estão atreladas a física assim com os conteúdos que conseguiremos explorar ao apresentar e conhecer o personagem em questão,

Apresentação das personalidades

Devemos alertar que o nosso Livro não possui a preocupação em fazer uma descrição completa bibliográfica de cada personalidade negra, mas sim apontar a personalidade e fazer um breve resumo de suas contribuições, elencando em que momentos das aulas de física e na abordagem de certos conteúdos essa personalidade pode ser lembrada.

É necessário assim para uma abordagem mais detalhada e adequada, que o professor ao decidir abordar a personalidade em sua aula, faça uma pesquisa prévia de suas contribuições.

O nosso objetivo com o levantamento dessas personalidades e fazer com que o aluno conheça a personalidade negra apresentada na discussão do conteúdo ou tema físico abordado pelo professor.

Desta forma permite ao professor cumprir com a legislação e as DCN, sendo o mais importante do que isso, despertar no aluno uma identidade com a cultura africana e com o negro, mostrando que o negro faz ciência e está imbuído na construção científica, quebrando com o preconceito e com o paradigma que somente o europeu é detentor desse conhecimento.

É importante frisar a existência de inúmeras personalidades, entretanto, neste livro encontraremos somente algumas. Destacamos que a escolha foi feita somente utilizando o quesito afinidade.

Hypatia de Alexandrina (- 415 d.C)

Resumo da Biografia:

Hypatia pode ser considerada a primeira mulher cientista cuja vida está bem documentada. Existem relatos de sua origem seja egípcia, ou seja, africana.

Ela escreveu tratados importantes sobre Álgebra e é creditada a ela a criação de um astrolábio, um instrumento para medir o nível de água e um hidrômetro.

Momentos que pode ser Abordado:

- História da Ciência
- Hidrodinâmica e Hidrostática
- Movimento circular
- Astronomia

Roscoe L.Koontz (1922-)

Resumo da Biografia:

Foi o primeiro físico formado na área da saúde, qualificando-o a participar do primeiro programa de formação em Energia Atômica voltada à física sanitária, comandada pela Universidade de Rochester em 1948.

Projetou uma câmera de raios gama e ajudou a projetar e fabricar o equipamento automático que coleta amostragens do ar, água e dispositivos de medição de atividades radioativas.

Momentos que pode ser Abordado:

- Física de Partículas
- Emissão de raios
- Física Médica
- Óptica
- Astronomia

Lloyd albert quaterman (1918-1982)

Resumo da Biografia:

Formado em químico e especialista em flúor, ele foi um dos 13 homens negros que participaram do ultrassecreto Projeto Manhattan, produzindo a primeira bomba atômica.

Uma equipe capitaneada por ele, desenvolveram o primeiro reator nuclear do Nautilus, um submarino atômico.

Momentos que pode ser Abordado:

- Energia Nuclear e aplicações
- Máquinas térmicas
- Bomba atômica
- Ficção nuclear
- Reator nuclear
- Espectros atômicos

George R. Carruthers (1939-)

Resumo da Biografia:

George R. Carruthers foi um pioneiro no uso do espectroscópio ultravioleta e inventou a câmera ultravioleta de controle remoto/espectrógrafo usada na missão do Apollo 16 à lua em 1972

Astrônomo amador, entrou na Universidade de Illinois (1957), onde adicionou as disciplinas da física e da engenharia nuclear à sua perícia. Graduou-se em 1961, se tornou o mestre no ano de 1962 em física, e adquiriu o título de doutorado (Ph.D.) em engenharia aeronáutica e astronômica no ano de 1964. Carruthers aceitou o cargo de físico no Laboratório de Pesquisa Naval (NRL), Washington D. C., em 1964.

Momentos que pode ser Abordado:

- Espectros
- Óptica
- Astronomia

Henry Thomas Sampson (1934-)

Resumo da Biografia:

É um físico nuclear que inventou a "célula gama", tornando possível enviar e receber sinais de áudio via ondas de rádio sem fios.

Dentre suas patentes, estão algumas relacionadas com motores de foguete sólidos e conversão de energia nuclear em eletricidade, sendo o pioneiro no estudo de balística interna de foguetes usando fotografia de alta velocidade

Momentos que pode ser citado:

- Radiação
- Eletricidade
- Lançamento oblíquo
- Lançamento de Foguetes
- Energia Nuclear

Arnaldo Tamayo Méndez (1942-)

Resumo da Biografia:

Foi a primeira pessoa de ancestralidade africana no espaço. Em 18 de setembro de 1980 foi lançado no Cosmódromo de Baikonur junto com o cosmonauta soviético Yuri Romanenko, em direção a base orbital Salyut 6, na missão Soyuz 38, para uma estadia de sete dias.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação

Mae Carol Jemison (1956-)

Resumo da Biografia:

Nasceu na cidade de Decatur, estado do Alabama em 17 de outubro de 1956.

Em 1997 diplomou-se em engenharia química e estudos afro-americanos. Ela recebeu o diploma de medicina pela Universidade de Cornell em 1981. Atuou como médica em um campo de refugiados no Camboja e como oficial médica no Corpos de Paz na Libéria e Serra Leoa por 2 anos, trabalhou como clínica geral em Los Angeles, Califórnia quando a NASA a selecionou junto com outras 14 pessoas, para o treinamento de astronauta.

Em 12 de novembro de 1992, como especialista da missão de bordo do ônibus espacial Endeavour (STS-47), tornou-se a primeira mulher africana-americana a alcançar o espaço. Durante a sua jornada de sete dias no Endeavour a médica, engenheira e física executou experimentos envolvendo ausência de peso, distúrbios de movimento, pesquisas em biologia, ciência de materiais e experiências para o projeto Células Ósseas.

Em 1993 deixou a NASA e fundou a Jemison Group, Inc. Entre seus projetos atuais está o que visa à melhoria do sistema de saúde na costa oeste africana.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação
- Estudo de Forças

Benjamin Franklin Peery Jr (1922-2010)

Resumo da Biografia:

Professor emérito de astronomia na universidade de Howard.

Se tornou o segundo negro a receber um doutorado (Ph. D.) em astronomia em 1962. Suas áreas de pesquisa incluem a física da estrutura estelar, a evolução e síntese do núcleo e a física e a interação das estrelas binárias. Escreveu inúmeros artigos para o *Astrophysical Journal* e foi o primeiro astrônomo negro a apresentar um programa de TV dedicado ao tema.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação
- Estrelas e suas formações

Guion Bluford (1942-)

Resumo da Biografia:

Nasceu em 22 de novembro de 1942 na Pensilvânia. Foi piloto da força aérea, registrando mais de 4.800 horas em vários aviões de propulsão à jato, chegando ao posto de coronel e em 1979 tornou-se astronauta.

Em 30 de agosto de 1983 a bordo do STS-8, a Challenger, Guion Bluford tornou-se o primeiro Africano Americano a entrar no espaço.

Em seu currículo se destacam, astronauta da NASA, supervisor técnico aeroespacial, analista computacional, piloto instrutor e combatente tático, astronauta especialista, astronauta-chefe, supervisor do Grupo de Operações da Estação Espacial, supervisor do Diretório de Operacional de Tripulações de Vôo, supervisor do Gabinete de Apoio de Estações Espaciais para o Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Realizou três viagens espaciais, acumulando 688 horas de missões no espaço.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação

Shirley Ann Jackson (1946-)

Resumo da Biografia:

Formou-se bacharel em física no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1968 e fez doutorado em física (Ph.D.) no ano de 1973.

Em sua carreira destacam-se o trabalho como pesquisadora do estudo das partículas subatômicas no Laboratório Nacional de Aceleração Fermi em Illinois (1973-1974), o estudo das teorias de interação das partículas elementares como cientista visitante na Organização Européia de Pesquisas Nucleares (1974-1975) na Suíça, na promoção do desenvolvimento em telecomunicações do Laboratórios da AT&T Bell em 1976 e no estudo de investigação das propriedades óticas e eletrônicas de materiais que suportam maiores correntes elétricas.

Recebeu 14 doutorados Honoris Causa e é membro da National Women's Hall of Fame por suas contribuições para o avanço científico.

Momentos que pode ser citado:

- Física de partículas
- Partículas elementares
- Interações atômicas
- Física nuclear

Mark Dean (1957-)

Resumo da Biografia:

Físico, Ph.D. pela Universidade de Stanford e detentor de mais de 20 patentes, estando assim no National Hall of Inventors (Salão Nacional dos Inventores, clube seletivo norte-americano, com os inventores-chave para a ciência).

Dentre suas invenções se destacam a arquitetura do moderno computador pessoal o PC, que permite múltiplas funções para serem conectadas aos computadores portáteis, como o modem e a impressora, possibilitando assim, ser parte do nosso dia-a-dia.

Recentemente liderou uma equipe de design, responsáveis por criar o primeiro chip processador de 1 gigahertz.

Momentos que pode ser citado:

- Eletrônica
- Eletromagnetismo
- Elétrica

Neil de Grasse Tyson (1958-)

Resumo da Biografia:

Astrofísico, Diretor do Planetário Hayden no Centro Rose para a Terra e o Espaço e pesquisador associado do departamento de astrofísica no Museu Americano de História Natural.

Famoso pela apresentação série de televisão Cosmos de Carl Sagan. A série com o título Cosmos e é autor de vários livros sobre astronomia.

Destacasse por passagem em diversas instituições, respondendo por importantes cargos no estudo da astronomia e astrofísica, como a Comissão para o Futuro da Indústria Aeroespacial dos Estados Unidos, a Comissão para a Implementação da Política de Exploração Espacial dos EUA, como diretor do Planetário de Hayden, como vice-presidente e presidente do conselho administrativo da Sociedade Planetária, entre outros.

Tyson é um defensor das operações de expansão da NASA.

Argumentando que "a mais poderosa agência para os sonhos da nação é atualmente subfinanciada para fazer aquilo que necessita de ser feito".

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação

Uma Dica !!!

Confira os Vídeos da série Cosmos, são ótima edições e muito bem contadas e contextualizadas na interpretação de Neil de Grasse Tayson

George Edward Alcorn (1940-)

Resumo da Biografia:

Nasceu em 22 de março de 1940, graduou-se bacharel em física em 1962 e em 1963, fez mestrado em física nuclear na Universidade de Howard.

Em 1962 e 1963, trabalhou como engenheiro de pesquisa para a Divisão Espacial da North American Rockwell, calculando trajetórias e desenvolvendo mecânica orbital para mísseis. Em 1967, conquistou seu doutorado pela Universidade de Howard em física atômica e molecular, com a tese Um estudo de impacto de elétrons da metilamina, monoetilamina, dimetilamina e trimetilamina. Após conquistou seu doutorado (PhD).

Trabalhou em diversos lugares comocientista sênior da Philco-Ford, físico sênior da Perker-Elmer e engenheiro consultor da IBM Corporation, professor de Engenharia Elétrica na Universidade de Howard, professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Columbia, na IBM atuando na área de invenção, e na equipe da NASA em 1978.

Destaca-se por mais de 20 patentes e diversas invenções amplamente utilizadas principalmente na indústria de semicondutores, como o espectrômetro de raiosx usando o termomigração de alumínio. Vale elencar também o seu pioneirismo na fabricação de dispositivos semicondutores de plasma e sua patente "Process for Controlling the Slope of a Via Hole" (processo para controlar a inclinação da Via Hole), no processo de gravura de plasma.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia / Gravitação
- Plasma
- Supercondutores
- Lançamento Obliquo

Cheick Modibo Diarra (1952-)

Resumo da Biografia:

É um astrofísico, engenheiro aeroespacial e navegador interplanetário, nascido em 1952 em Nioro du Sahel, no Mali.

Estudou matemática, física e mecânica analítica em Paris na Universidade Pierre e Marie Curie e engenharia aeroespacial nos Estados Unidos na Howard University na capital Washington D.C.

Foi recrutado pela Caltech (California Institute of Technology) para trabalhar no Laboratório de Propulsão a Jato (Jet Propulsion Laboratory em Pasadena, Califórnia) da Nasa onde participou de 5 missões espaciais: sonda Magellan enviada a Vênus, sonda Ulysses para estudar os pólos do Sol, sonda Galileo enviada a Júpiter e a Mars Observer e a Mars Pathfinder, para aprofundar os conhecimentos para uma futura viagem espacial ao planeta Marte.

É autor do livro Navegação Interplanetária (autobiografia). Foi primeiro-ministro do Mali de abril a dezembro de 2012, e possui diversos prêmios na área de Educação.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia
- Gravitação

Al-Hasan Ibn al-Haytham (965 - 1040)

Resumo da Biografia:

Nascido no atual Iraque, Al-Hasan Ibn al-Haytham (conhecido no ocidente pela forma latinizada de seu nome, inicialmente "Al Hacen" e depois "Al Hazen") foi um pensador científico pioneiro, que fez importantes contribuições para o entendimento da visão, ótica e luz.

Considerado "pai da ótica moderna", foi um dos primeiros cientistas a estudar as características da luz e processo/mecanismo de visão, onde desenvolveu significativos avanços na ótica, matemática e astronomia.

Ele empreendeu uma crítica sistemática sobre a visão, a fim de demonstrar razão e experiência que a luz era uma parte crucial e independente, o processo visual. Assim, concluiu que visão somente terá lugar quando um raio luminoso emitido a partir de uma fonte luminosa ou era refletido de tal uma fonte antes de entrar no olho.

Acredita-se que Alhazen escreveu 96 livros, mas somente 55 só são conhecidos. Aqueles relacionados com o tema da luz incluíam: A luz da lua, a luz das estrelas, o Arco-Íris e o Halo, Espelhos Esféricos, Espelhos Parabólicos, A Esfera Ardente, A forma do Eclipse, A formação de Sombras, Discurso sobre a luz, bem como sua obra-prima, o Livro de Ótica. Traduções latinas de algumas de suas obras.

Momentos que pode ser citado:

- Ótica
- Astronomia

André Rebouças (1838 - 1898)

Resumo da Biografia:

Era advogado autodidata, engenheiro, deputado e conselheiro de Pedro II. Ganhou fama no Rio de Janeiro ao solucionar o problema de abastecimento de água, trazendo-a de mananciais fora da cidade.

Como engenheiro militar na guerra do Paraguai, André Rebouças desenvolveu um torpedo, utilizado com sucesso.

Em 1871, André e seu irmão Antônio, também engenheiro, apresentaram ao Imperador D. Pedro II o projeto da estrada de ferro ligando a cidade de Curitiba ao litoral do Paraná, na cidade de Antonina, se destacando pela ousadia de sua concepção.

Momentos que pode ser citado:

- Lançamento Obliquo
- Mecânica



Retrato de André Rebouças, por [Rodolfo Bernardelli](#)

OFICINA 3:

Tecnologías

Um paralelo entre a Oficina 3 e as DCN

Nesse capítulo do livro, foram abordadas algumas tecnologias essenciais ao desenvolvimento que tiveram a participação de alguma personalidade negra e foram a base de diversos conhecimentos e objetos utilizados atualmente.

Novamente a escolha desse tema, bem como dos dois anteriores, teve suporte na seguinte determinação das DCN:

[...]atuação de negros em diferentes áreas do conhecimento, de atuação profissional, **de criação tecnológica** e artística, de luta social [...] (BRASIL, 2004, p. 25, grifo nosso).

Essa última abordagem de Oficina permite ao professor de Física contemplar esse ponto da DCN, quando mostra ao aluno que as tecnologias que está ao seu redor possuem a presença do negro no seu desenvolvimento.

Apresentação das Tecnologias

Essa Oficina desenvolvida elenca algumas tecnologias desenvolvidas por personalidades negras

Devemos mais uma vez chamara atenção que o nosso Livro não possui a preocupação em fazer uma descrição completa bibliográfica e da tecnologia, mas sim apontar a contribuição negra para a atualidade, elencando em que momentos das aulas de física e na abordagem de certos conteúdos essa personalidade e sua tecnologia pode ser lembrada.

É necessário assim para uma abordagem mais detalhada e adequada, quo o professo ao decidir abordar a tecnologias, faça uma pesquisa complementar de suas contribuições.

O nosso objetivo mais uma vez é fazer com que o aluno conheça a tecnologia existente na discussão do conteúdo ou tema físico abordado pelo professor e perceba que o negro também faz ciência. Rompendo assim com o preconceito.

Desta forma essa proposta também permite ao professor cumprir coma a legislação e as DCN, sendo o mais importante do que isso, despertar no aluno uma identidade com a cultura africana e com o negro

É importante frisar a existência de inúmeras tecnologias, entretanto, nesse livro escolhemos somente algumas, utilizando como quesito mais uma vez a afinidade.

Tecnologia: Construção do relógio de bolso

O relógio construído por essa personalidade, foi capaz de manter a hora perfeitamente em ponto, coisa que não se havia feito antes, funcionando precisamente durante 40 anos.

Ele fez cálculos das relações de engrenagem do relógio e as esculpiu com uma faca de bolso, Foi o primeiro relógio de madeira produzido nos EUA.

Autor: Benjamin Banneker (1731-1806)

Resumo da Biografia:

Benjamin Banneker, nasceu livre no ano de 1731 em Ellicott, Maryland, Banneker, filho de uma mulata livre e seu pai, um africano que teve que comprar sua liberdade para sair de seu estado de escravos.

Aos 15 anos, teve que deixar a escola para cuidar dos assuntos da família na fazenda. Na idade de 21 anos, em 1752, BANNEKER teve uma experiência excepcional: ele viu um relógio de bolso, marca, que pertencia a um homem chamado Josef Levi. Ao pegar o relógio e tentou entender como funcionava e esculpiu um de madeira, levando-o a reparar relógios e relógios de sol.

Também se destacou nos estudos em astronomia e matemática superior, pois previu com sucesso o eclipse solar de 14 April 1789, contradizendo as previsões de eminentes matemáticos e astrônomos da época.

Após a morte de seus pais fez uma compilação dos resultados de suas observações astronômicas e publicou em seu almanaque.



Benjamin Banneker (1731-1806)

Momentos que pode ser Abordado:

- Estudo de Mecânica
- Engrenagens
- Movimento circular
- Abordagem dos Tempo (relógio)
- Astronomia

Tecnologia: Filamento incandescente

Essa personalidade que será apresenta foi detentora de uma tecnologia de um processo que permitiu a fabricação de filamentos de carbono para as lâmpadas elétricas.

Na época em questão criar um filamento que pudesse durar mais que oito minutos era um grande problema, que atormentava Thomas Edison e seus concorrentes, até que o processo inventado por Latimer o resolveu.

Em 13 de setembro de 1881, enquanto trabalhava para a Hiram Maxim, Latimer recebeu sua patente para produzir “incandescência numa faixa contínua de carbono, envolvida em arames metálicos”.

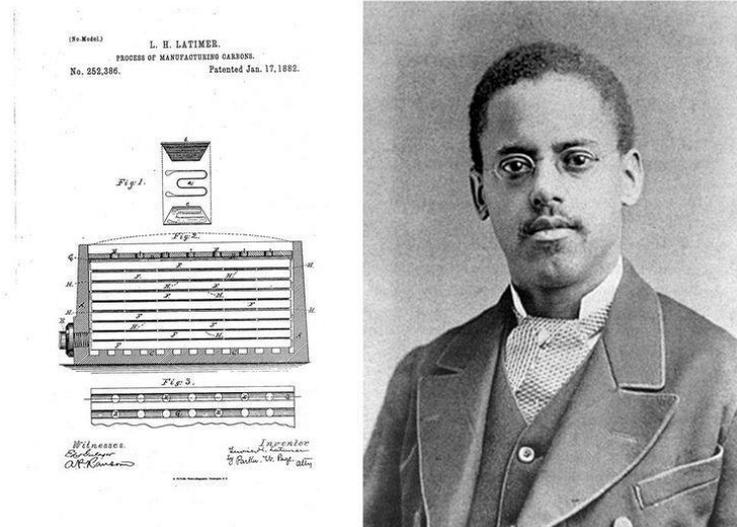
Autor: Lewis Latimer (1848-1928)

Resumo da Biografia:

Foi um engenheiro da indústria da iluminação que colaborou com Thomas A. Edison., sendo ele foi o único Africano Americano da equipe formada por 28 pessoas que formaram os "Pioneiros de Edison", um grupo dedicado a manter vivo os ideais de Edison.

Dentre a suas contribuições está a descoberta do filamento incandescente da lâmpada e a criação do primeiro telefone (Graham Bell teria encomendado a Latimer os desenhos do projeto de seu telefone).

Além disso Latimer, aperfeiçoou os banheiros dos trens de passageiros e desenhou cabides para chapéus e casacos. Também inventou um aparato para refrigeração, desodorização e desinfecção de ambientes fechados.



L.H. Latimer e seu projeto do filamento de lâmpada

Momentos que pode ser Abordado:

- Estudo de Radiação
- Conteúdos que abordem Eletricidade
- Resistencia

Tecnologia: Máquina de Conexão

A Máquina de conexão é um computador capaz de fazer 3,1 bilhões de cálculos por segundo e foi inventada por Philip Emeagwali em 1989. Sua ideia surgiu observando uma colmeia: “nenhuma outra criatura trabalha com mais eficiência que as abelhas. Por que não programar um computador para que ele se sirva de outros milhares? Sua rapidez e desempenho seriam fantásticos!”.

Através da internet, pôs 65.000 micros em conexão, um supercérebro digital que solucionou um dos 20 mais complexos quebra-cabeças industriais: entender como o petróleo flui debaixo da terra, de modo que se pudesse extraí-lo em grandes quantidades a baixo custo. A descoberta rendeu bilhões de dólares para os Estados Unidos.

Agora a Máquina de Conexão está sendo utilizada também em dezenas de importantes projetos internacionais de meteorologia, aquecimento global, ciência espacial e medicina.

Autor: Philip Emeagwali

Resumo da Biografia:

Nasceu em Akure, Nigéria em 1954. Possui dois mestrados pela Universidade George Washington, o primeiro em engenharia civil e ambiental e o segundo em engenharia costeira e oceânica.

É Doutor em computação pela Universidade de Michigan e coleciona prêmios, entre os quais o Gordon Bell, conferido somente a gênios da tecnologia. Possui 41 invenções patenteadas nos EUA, dentre elas a máquina de conexões.

Momentos que pode ser citado:

- Astronomia / Gravitação
- Tecnologia da informação
- Física Computacional
- Inteligência Artificial

Tecnologia: - Fibra Ótica - Mísseis Guiados

Fibra Ótica:

As Fibras óticas são produzidas de vidro ou fibra de plástico, e funcionam no direcionamento da luz viaja, geralmente carregando informações. Fios de fibra ótica (ou cabos) são condutores mais eficientes do material de comunicação do que fio de metal.

Durante a fase de fabricação das fibras, a personalidade abordada, observou que na fase de revestimento as bolhas foram ficando presas na superfície de revestimento durante o processo, causando perdas ineficientes de dados. Através da injeção de gás de dióxido de carbono perto da camada limite durante o processo de revestimento de alta velocidade, eliminou a formação de bolhas e foi capaz de aumentar a resistência do vidro permitindo maior velocidade no processo de fabricação, aumentando a velocidade de fabricação.

Essa medida possibilitou o custo da fibra ótica ao mesmo nível do cobre, tornando-o viável economicamente para substituir os cabos de cobre por fibras óticas em todo o mundo.

Míssil guiado:

O autor em questão desenvolveu um sistema de Missio onde uma pequena câmera no seu nariz do envia imagens de um alvo através da fibra óticas para o piloto que pode então mirar o alvo e atingi-los com precisão e exatidão extrema. Esse mísseis poderiam usar a tecnologia de fibra ótica, enquanto viaja em Mach 1 (velocidade do som).

Autor: Thomas Mensah

Resumo da Biografia:

Considerado uma das mentes do século 21, nasceu em Kumasi, Gana, em 1950.

Estudou engenharia química na Universidade de Ciência e Tecnologia de Kumasi, Gana, graduando-se em 1974 e sendo premiado com uma bolsa do governo francês para estudar no mestrado e doutorado em engenharia química na Universidade de Ciência e Tecnologia em Montpellier, França (USTL). Nessa mesma época, participou de um programa no Massachusetts Institute of Technology (MIT), onde recebeu um certificado em modelagem e simulação de processos químicos da Universidade em 1977. Um ano mais tarde, ele se formou USTL com um PhD.

Em 1983 ao trabalhar na Corning Glass Works em Corning, Nova Iorque como engenheiro, ajudou a resolver problemas de eficiência no processo de fabricação da fibra ótica e ficou lá até 1986.

Mais tarde, tornou-se um dos primeiros inovadores em tecnologia de mísseis inteligentes. Onde em 1986 Thomas mudou-se para os laboratórios de AT&T Bell Laboratories na Geórgia, EUA.

Na Bell ele participou da criação de sistemas de mísseis guiados, que utilizam a fibra ótica para seus sistemas de orientação, recebendo 3 patentes dos EUA nesta tecnologia chamada FOG-M.

Além de seu trabalho com fibra ótica, se destacou também na criação de supercondutores para comunicação no espaço, projetou um sistema para a criação de baterias recarregáveis de celular de estado sólido, desenvolveu novos filamentos, entre muitas outras invenções.

Como perito no campo de materiais avançados, tem trabalhado em projetos especializados para a NASA (supercondutores para comunicações no espaço), o exército dos EUA (Arsenal Picatinny de munições inteligentes) e do Departamento de

Energia, (sensores de fibra ótica para monitoração de tráfego em estradas).

Momentos que pode ser citado:

- Elétrica
- Condutores e Supercondutores
- Óptica
- Lançamentos Obliquo
- Ondas

Tecnologia: Óculos 3D

A personalidade criadora dessa tecnologia foi o pioneiro no campo da holografia, ao se deparar com a percepção de que ao bloqueando dois pontos na visão periférica de um ser humano, poderia transformar o 2D em um espaço de três dimensões, criando um efeito visual único. Patenteou a invenção (patente EUA # 4,810,057) em 1989 para o "óculos tridimensionais" ou "3-DVG"

Sua invenção possibilitou a criação do Óculos 3D

Autor: Kenneth J. Dunkley

Resumo da Biografia:

Mestre em física, foi professor universitário e administrou o escritório de vendas da Princeton Applied Research Corporation e da Princeton Instruments.

Também dirigiu contratos e propostas de tecnologia do estado da Pensilvânia. Sua formação técnica inclui eletro-óptica, lasers, espectroscopia e holografia, além de computadores e comunicação de dados. Além de ter experiência em educação em nanotecnologia, é um instrutor experiente de aplicações em robótica e Microsoft. Hoje atua como presidente dos laboratórios Hologspace em Camp Hill, Pensilvânia.

Momentos que pode ser citado:

- Óptica

Tecnologia: Transmissor de telefone

A personalidade dessa invenção, desenvolveu um novo transmissor de telefone que revolucionou a qualidade e a distância em que poderia viajar o som.

Sua invenção foi vendida para a companhia telefônica Bell, pois trouxe melhorias para as ferrovias, onde seu sistema de telegrafia ferroviário, permitia enviar mensagens de trem para trem.

Autor: Granville T. Woods (1856–1910)

Resumo da Biografia:

Conhecido como o “Edison negro”, pela mais de 50 patentes, foi o primeiro estadunidense de ascendência africana para ser um engenheiro mecânico e eletricista após a Guerra Americana de Secessão

Além do transmissor podemos citar um sistema que permitiu eletrificar os trens, diminuindo as colisões entre locomotivas, um modelo de caldeira a vapor e o freio automático movido a ar, utilizado para forçar uma marcha lenta ou parar o trem e uma incubadora elétrica que foi o predecessor das chocadeiras que incubam 50.000 ovos por dia.

Momentos que pode ser citado:

- Estudos de Elétrica
- Ondas

Tecnologia: Refrigeração mecânica

Essa personalidade desenvolveu a primeira unidade de refrigeração mecânica da indústria de caminhões, um avanço que permitiu aos produtores enviar seus produtos refrigerados, possibilitando o transportando carnes, alimentos, produtos medicinais e toda uma variedade de produtos perecíveis, que necessitam conservar-se a baixa temperatura

Autor: Frederick McKinley Jones (1892-1961)

Resumo da Biografia:

Nasceu em Cincinnati, Ohio, em 17 de maio de 1893. Deixou escola depois da 6ª série e aos 11 anos, onde conseguiu um emprego primeiro como faxineiro e aos 14 anos estava trabalhando como mecânico de automóveis.

Em 1912, após o serviço com o Exército dos EUA na Primeira Guerra Mundial, Jones retornou a Hallock; enquanto empregado como mecânico, aprendeu sozinho eletrônica e construiu um transmissor para a nova estação de rádio da cidade.

Foi detentor de mais de 60 patentes, (em 1912 construiu o primeiro sistema de som para salas de cinema, uma máquina impressora de tíquetes de cinema, o primeiro raio-X portátil, um motor de gasolina com partida automática, e refrigeradores para as forças armadas norte-americanas) 40 destes inventos na área de refrigeração.

Momentos que pode ser citado:

- Termodinâmica
- Maquinas Térmicas

REFERÊNCIAS

A GRANDE PIRÂMIDE DE QUÉOPS - A CONSTRUÇÃO - LEGENDAS EM PORTUGUES. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=UZHhh4PhQl0>. Acessado em: 10 out. 2017.

AGRICULTURA EGÍPCIA. Disponível em:<
<https://antigoegito.org/agricultura-egipcia/>>. Acessado em: 17 out. 2017.

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S.; Ferreira, G. K. Os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino de óptica no ensino médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, ago. 2015. p. 461-482.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do ensino de física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, out. 1979. p. 45-58.

_____. A evolução do ensino de física no Brasil – 2.ª parte. **Revista de Ensino de Física**, v. 2, n. 1, fev. 1980. p. 55-73.

AMORIM, A. C. R. Discutindo um novo contexto para o ensino de ciências. **Revista Educação e Ensino**, v. 1, n. 2, Bragança Paulista, jul./dez. 1996. p. 81-98.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001. p. 1-13.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. (Ed.). **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Madrid:

Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2003.

BEN-DOV, Y. **Convite à física**. Tradução de Maria Luiza de A. B. Revisão técnica: Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996. p. 97-101.

BEZERRA, D. P. et al. A evolução do ensino da física: perspectiva docente. **Scientia Plena**, v. 5, n. 9, 2009.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica: diversidade e inclusão**. Brasília, MEC, 2013.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana**. Brasília: MEC, 2004.

_____. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 23 dez. 1996**. Brasília: Senado Federal, 1996.

_____. Lei n.º 10.639, de 09 de janeiro de 2003. Altera a Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências. **Diário [da] República Federativa do Brasil, 10 jan. 2003**, Brasília, Senado Federal, 2003.

_____. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física**. Brasília MEC/SEMTEC, 2002.

BUILDING THE PYRAMIDS OF EGYPT A DETAILED STEP BY STEP GUIDE. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=C1y8N0ePuF8>. Acessado em: 10 out. 2017.

CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CANAU, V. M. (Org.). **Didática crítica intercultural**: aproximações. Petrópolis: Ed. Vozes, 2012.

_____. LEITE, M. S. A didática na perspectiva multi/intercultural em ação: construindo uma proposta. **Caderno de Pesquisa**, v. 37, set./dez. 2007. p. 731-758.

CANEN, A.; SANTOS, A. R. Construção e reconstrução de identidades docentes no âmbito da formação continuada: possibilidades curriculares e didáticas multiculturais. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 87, n. 217, Brasília, 2006. p. 339-349.

_____. XAVIER, G. P. M. Multiculturalismo, pesquisa e formação de professores: o caso das Diretrizes Curriculares para a Formação Docente. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro: Fundação Cesgranrio, v. 13, n. 48, jul./set. 2005. p. 333-344.

_____. Sentidos e dilemas do multiculturalismo: desafios curriculares para o novo milênio. In: MACEDO, E.; LOPES, A. C. **Currículo**: debates contemporâneos. São Paulo: Cortez, 2010.

CARVALHO, A. M. P. et al. (Org.). **Ensino de física**. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: CEGAGE Learning, 2010.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. (Ed.). **A física para o Brasil**: pensando o futuro. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.

_____. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

_____. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b.

_____. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2. ed. Ilhéus: Ed. da UESC.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FUCHS, W. R. **A física moderna**. São Paulo: Editora Polígono, 1972.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciênc. educ.**, v. 18, n. 1, Bauru, 2012. p. 1-22.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **A pedagogia da pesquisa-ação**: questões de método na construção da pesquisa em educação. São Paulo: Cortez, 2008.

GOLDSTEIN, H.; POOLE, C.; SAFKO, J. **Classical mechanics**. 3. ed. San Francisco: Addison Weley Publishing, 2002.

GONÇALVES, L. A. O.; SILVA, P. B. G. **O jogo das diferenças**: o multiculturalismo e seus contextos. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

_____. Multiculturalismo e educação: do protesto de rua a propostas e políticas. **Educação e Pesquisa**, v. 29, n. 1, São Paulo, jan./jun. 2003. p. 109-123.

HALL, Stuart. **Da diáspora: identidades e mediações culturais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: mecânica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009a.

_____. **Fundamentos de física: gravitação ondas e termodinâmica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009b.

HISTORY. **Como as pirâmides foram construídas?** Físicos da Universidade de Indiana apresentam resposta extremamente simples! Disponível em: <<https://seuhistory.com/noticias/como-piramides-foram-construidas-fisicos-da-universidade-de-indiana-apresentam-resposta>>. Acesso em: 17 out. 2017

HISTORY. **Revelado o último mistério da construção da Grande Pirâmide de Gizé**. Disponível em:<<https://seuhistory.com/noticias/revelado-o-ultimo-misterio-da-construcao-da-grande-piramide-de-gize>>. Acesso em: 17 out. 2017.

HOW WERE THE PYRAMIDS OF EGYPT REALLY BUILT - PART 1. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TJcp13hAO3U>. Acessado em: 10 out. 2017.

HOW WERE THE PYRAMIDS OF EGYPT REALLY BUILT - PART 2. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rxFXsogbfrk>. Acessado em: 10 out. 2017.

KOEPSEL, R. **CTS no ensino médio: aproximando a escola da sociedade**. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação) –

Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, SC, 2003.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**, 2000.

NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. S. **Física, ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher, 2002a.

_____. **Curso de física básica 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher, 2002b.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria-RS**. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciênc. educ.**, v. 20, n. 3, Bauru, set. 2014. p. 617-638.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético. **Rev. iberoam. cienc. tecnologia soc.**, v. 2, n. 6, Cidade Autônoma de Buenos Aires, dez. 2005. p. 173-194.

ROCHA, J. F. et al. (Org.). **Origens e evolução das ideias da física**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2015.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 58, n. 2, 2002. p. 1-24.

SANTOMÉ, J. T. As culturas negadas e silenciadas no currículo. In: SILVA, T. T. (Org.). **Alienígenas na sala de aula**: uma introdução aos estudos culturais em educação. Petrópolis: Ed. Vozes, 1995.

SANTOS, P. R. **O ensino de ciências e a ideia de cidadania**, 2006. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/mirand17/prsantos.htm>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, 2002. p. 133-162.

_____.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **A física no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, Instituto de Física da USP, 1987. 455 p.

THORNTON, S. T.; MARION, J. B. **Classical dynamics of particles and systems**. 5. ed. Tradução de Jerry. B Xanrion. Belmont: Thomson, Brooks/Cole. Editora Cengage Learning, 2012.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006a.

_____. **Física para cientistas e engenheiros**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006b.

VERRANGIA, D. **A educação das relações étnico-raciais no ensino de ciências**: diálogos possíveis entre Brasil e Estados Unidos. 335 f. Tese

(Doutorado em Educação) – Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

_____. Criações docentes e o papel do ensino de ciências no combate ao racismo e a discriminação. **Educação em foco**, v. 21, n. 1, Juiz de Fora, mar./jun. 2016. p. 79-103.

_____. Impacto do conhecimento científico na vida social: ciência, tecnologia, sociedade e relações étnico-raciais. **Olhar**, n. 1, São Carlos, 2008. p. 47-56.

_____.; SILVA, PETRONILHA, B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, São Paulo, set./dez. 2010. p. 705-718.

VIEIRA, P. A. S.; JODAS, J.; MEDEIROS, P. M. (Org.). **Uma década da lei 10639/03: perspectiva desafios de uma educação para as relações étnico-raciais**. Jundiaí: Paco Editorial, 2015.