

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**ANÁLISE DO ENSINO DE FÍSICA COM BASE EM
CONFRONTO DE OPINIÃO DE ESTUDANTES,
PROFESSORES E EQUIPE PEDAGÓGICA.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JACIELI FATIMA LYRA REBELLO

GUARAPUAVA, PR

2016

JACIELI FATIMA LYRA REBELLO

ANÁLISE DO ENSINO DE FÍSICA COM BASE EM CONFRONTO DE OPINIÃO DE ESTUDANTES, PROFESSORES E EQUIPE PEDAGÓGICA.

Exame de Qualificação de Mestrado apresentado à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara
Orientador

GUARAPUAVA, PR
2016

à minha pequena grande família Hood e Dudu.

Agradeço primeiro a Deus pela força espiritual para a realização deste trabalho.

Aos meus pais Severino e Jacinta que me ensinaram o caminho da perseverança e sempre me incentivaram a realizar meus sonhos.

Ao meu marido Hood pelo incentivo, pela ajuda com o trabalho e pela companhia em todos os momentos.

Ao meu filho Eduardo por dar um novo sentido a minha vida.

Aos meus sogros Vânia e Gilmar pelo apoio e pela grande ajuda sem a qual eu não poderia concluir este trabalho.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara, pela dedicação ao trabalho e pelas orientações.

A professora Ilza Ribeiro Gonçalves pelas correções e contribuições.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática por todas as contribuições, em especial aos professores Rodrigo Oliveira Bastos, Sandro Aparecido dos Santos e Carlos Eduardo Bittencourt Stange pelas significativas contribuições para meu trabalho e para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Reinaldo Francisco pela orientação sobre as análises dos dados e cálculos dos parâmetros.

Aos colegas de mestrado das turmas de 2014 e 2015 com os quais tive o prazer de conviver durante esta etapa de formação.

RESUMO

Jacieli Fatima Lyra Rebello. Análise do ensino de Física com base em Confronto de Opinião de Estudantes, Professores e Equipe Pedagógica.

O presente trabalho apresenta alguns parâmetros de análise sobre o ensino de Física baseado em dados coletados em seis escolas públicas, sendo quatro delas da cidade de Guarapuava, PR, e outras duas da cidade de São Paulo, SP. A análise foi feita por meio de um questionário tipo Likert. O questionário foi composto por quarenta e quatro sentenças organizadas em três grupos distintos referentes ao professor, aos estudantes e à estrutura escolar e papel da equipe pedagógica. O questionário ao ser aplicado aos três grupos permitiu uma análise não só de fatores envolvidos no processo ensino-aprendizagem, mas também da visão de cada um dos grupos sobre as funções de competência de cada grupo no processo de construção do conhecimento. Essa análise foi facilitada pela divisão das sentenças em grupos e permitiu também a comparação clara entre as opiniões de cada grupo sobre os diferentes aspectos relevantes ao processo de ensino-aprendizagem. As sentenças foram elaboradas com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais que regem a qualidade do ensino, textos que abordam concepções a respeito das teorias educacionais e estudos sobre formas de facilitar a adequação da realidade escolar, com os pressupostos teóricos sobre os objetivos da formação de estudantes do ensino médio. Este estudo e as evidências da confiabilidade das respostas foram baseados na opinião de novecentos e treze estudantes, oito professores e dez pedagogos. Uma análise geral foi feita de cada colégio e, devido à grande quantidade de questionários aplicados, foram eleitas dezesseis das quarenta e quatro questões para uma análise pontual e confronto de opiniões. Por meio desta análise verificou-se observações interessantes em relação ao julgamento que cada grupo sobre o comportamento dos demais, concordâncias e divergências. Além da identificação de traços da abordagem tradicional durante as aulas de Física e a relação dessa característica com a visão dos estudantes sobre a disciplina. Essa identificação é um ponto de partida para a escolha de métodos que possam melhorar a qualidade do ensino em cada instituição. O modelo de questionário utilizado pode também ser adaptado para avaliação institucional ou avaliação de outras disciplinas.

Palavras-Chave: Ensino de Física, Diagnóstico, Confronto de opinião.

ABSTRACT

Jacieli Fatima Lyra Rebello. Analysis of Physical Education based on Students view from confrontation , Teachers and Teaching Team.

This work evaluates some parameters of physics teaching at six public schools, four of them from Guarapuava – PR and another two from São Paulo – SP. The analysis was carried out using a Likert questionnaire. The questionnaire was composed of forty four sentences organized in three different groups, referring to the teacher, to the student and to school structure and the role of the pedagogical team. The questionnaire, when was applied to the three groups allowed a detailed analysis in not just only the factors involved in the teaching-learning process but also on the views of the groups regarding the competences of each group in the process of construction of knowledge. This analysis was made easier by the breaking up of the sentences in groups and also allowed a clear comparison between the opinions of each group regarding the different relevant aspects to the teaching-learning process. The sentences were elaborated on basis on the National Curricular Parameters, that control the quality of teaching, texts addressing conceptions regarding the educational theories and studies about ways to ease the adequation of the school reality with the theoretical assumptions on the objectives of the formation of high school students. This study and the evidences of trustworthiness of the answers were based on the opinions of nine hundred and thirteen students, eight teachers and ten pedagogues. A general analysis of each school was made and, due to the great number of applied questionnaires, sixteen of the forty four questions were elected to punctual analysis and opinion confrontation. By means of this analysis was possible to obtain interesting observations about the judgment of each group regarding the others, agreements and disagreements, besides the identification of signs of the traditional approach in physics classes and a correlation of this characteristic with the views of the students on the discipline. This identification gives us a starting point to methods that can improve the quality of teaching in each institution. The model of questionnaire employed can also be adapted to institutional evaluation or evaluation of other disciplines.

Keywords: Physical education, Opinion of confrontation, Diagnosis, methodological strategies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
Teorias De Aprendizagem	13
Conceitos e Legislação Educacional	27
Reformulação do Ensino Médio.....	31
A Aprendizagem e os Objetivos do Ensino de Física	32
3. METODOLOGIA.....	37
Metodologia do estudo	37
Metodologia de Elaboração do questionário.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
Colégio Estadual do PR I.....	44
Colégio Estadual do PR II.....	46
Colégio Estadual do PR III.....	47
Colégio Estadual PR IV	48
Colégio Estadual de São Paulo I	49
Colégio Estadual de São Paulo II	50
Avaliação de cada colégio por questões	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6. REFERÊNCIAS.....	67
7.ANEXOS	74
Anexo I: Questionários	74
Questionário Pedagogo:.....	74
Anexo II: Tabelas das sentenças avaliadas de forma negativa por cada grupo.....	86
Anexo III: Dados individuais das questões	88

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Esquema geral da apresentação dos questionários.....40
- Figura 2:** esquema dos grupos de resposta avaliados.43
- Figura 3:** Gráfico do Colégio Estadual do PR I, dados do professor 1 e suas respectivas turmas. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas45
- Figura 4:** Gráfico do Colégio Estadual do PR I, turmas do professor 2. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.....46
- Figura 5:** Gráfico do Colégio Estadual do PR II. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.....47
- Figura 6:** Gráfico do Colégio Estadual PR III. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.....48
- Figura 7:** Gráfico Colégio Estadual PR IV. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.....49
- Figura 8:** Gráfico Colégio Estadual de São Paulo I. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas.50
- Figura 9:** Gráfico do Colégio Estadual de São Paulo II. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.....50

1. INTRODUÇÃO

A física desenvolve-se visando à compreensão de fenômenos naturais. Sua análise envolve desde partículas elementares até a totalidade do universo. Os estudos desenvolvidos nessa ciência permitem a compreensão de diversos fenômenos que vão desde brisas litorâneas, movimento dos astros e a coloração do céu, até o funcionamento dos itens mais avançados como computadores e tecnologias aeroespaciais.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (Brasil, 1999) o ensino desta disciplina deve, no ensino médio (EM), contribuir para a formação de uma cultura científica que permita ao estudante a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza e também incluir a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos técnicos e tecnológicos do cotidiano doméstico, social e profissional.

Essas exigências incluem a adaptação do currículo à realidade da escola e o cotidiano em que se desenvolve o aprendizado e também estimular, na melhor forma possível, o interesse dos estudantes pela disciplina, pois ela é de extrema importância para a formação dos estudantes.

A realidade da prática do ensino muitas vezes não condiz com as descrições citadas nos currículos pedagógicos sobre o desenvolvimento do processo de aprendizagem. E, particularmente em relação à realidade da disciplina de física, as diferenças são ainda mais acentuadas. Grande parte dos professores e estudantes de ensino médio encara a física como um conjunto de equações matemáticas que regem fenômenos e acontecimentos e, em geral nem sempre dando a importância correta às teorias e conceitos que originaram tais equações.

A desvalorização da física é uma questão preocupante, pois, os estudantes têm em seu cotidiano diversas aplicações desta ciência tais como: televisão, computadores, celulares entre outros. Veem a geração e utilização de formas alternativas de energia, por exemplo, e mesmo assim, não desenvolvem interesse em compreender a explicação de toda a tecnologia que os cerca.

Para que a prática de ensino na rede pública atenda às normas citadas nos PCNs em relação ao ensino de física, a escola precisa trabalhar como unidade na

construção do conhecimento. Para buscar a compreensão e a construção do conhecimento desta ciência, por parte dos professores e estudantes, há a necessidade de um trabalho em conjunto entre esses e a equipe pedagógica da escola, visando a aprendizagem dos estudantes, levando também em consideração o apoio básico da família nesse processo.

O professor pode tentar despertar o interesse dos estudantes sobre os fenômenos que podem ser observados no cotidiano deles e, a partir do fato já observado, desenvolver sua explicação e não apenas propor listas de exercícios repetitivos e que fogem do universo de compreensão, esperando que o estudante associe teoria e aplicação.

A equipe pedagógica deve dar suporte e incentivo para diferentes atividades propostas pelo professor, como feira de ciências e/ou aulas experimentais, e auxiliar a inclusão do ensino interdisciplinar, ajudando e motivando professores de diferentes áreas a trabalharem em conjunto a fim de fazer com que o estudante não veja as disciplinas como independentes e isoladas, mas sim como partes de um conhecimento mais amplo.

Além destes dois grupos, o grupo dos estudantes precisa estar disposto a colaborar com o processo ensino e aprendizagem. Esse pode ser incentivado facilmente ao perceber que a escola, como um todo, trabalha em conjunto buscando o desenvolvimento da aprendizagem, permitindo que ele se considere parte do processo, autor e ator responsável e ativo no processo, isso faz com que a aprendizagem ocorra de modo espontâneo.

Para o bom desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem o primeiro passo é conhecer a realidade das escolas, o cotidiano do estudante, suas concepções prévias e suporte educacional familiar. Com esses pressupostos, começar a trabalhar o projeto de construção do saber sistematizado.

O conhecimento da realidade escolar deve levar em conta vários fatores, dentre os quais se destacam a auto-avaliação do comportamento de cada grupo e a avaliação de um grupo pelos outros. Ao confrontar o resultado destas avaliações pode-se ter uma boa perspectiva dos problemas enfrentados pela instituição, para o desenvolvimento da aprendizagem, e assim desenvolver parâmetros que possam auxiliar a escola a melhorar a qualidade de ensino.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo geral obter alguns

parâmetros sobre a disciplina de física e sua importância na formação cidadã, com base na opinião de estudantes, professores e equipes pedagógicas da rede pública. Essa caracterização, nesse trabalho, foi baseada nos seguintes aspectos: identificação da visão de cada grupo (estudantes, professores e equipe pedagógica) sobre a disciplina de física, verificação da avaliação de cada grupo sobre si mesmo e sobre os outros em relação ao processo de ensino e aprendizagem e caracterização do ensino de física baseado no confronto das opiniões expostas.

Os objetivos específicos desse estudo foram:

- Confrontar a opinião de estudantes, professores e equipe pedagógica sobre o ensino de física na educação básica;
- Identificar possíveis dificuldades enfrentadas pela instituição escolar no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem;
- Elaboração de proposta didática de auxílio para a diminuição das dificuldades encontradas nas instituições analisadas para melhorar seu processo de ensino e aprendizagem e se enquadrarem melhor na proposta educacional brasileira;
- Estabelecer parâmetros de análise sobre o ensino de física na educação básica da rede pública. Para atender aos temas propostos de forma clara e objetiva o corpo deste estudo foi organizado em quatro capítulos principais: Referencial Teórico; Metodologia; Resultados e Discussão e Considerações Finais.

O Referencial Teórico situa o trabalho dentro das principais teorias da aprendizagem e discute a importância das pesquisas em ensino de física e a avaliação do ensino de física. Esse capítulo foi subdividido em seções que tratam das Teorias de Aprendizagem, da Legislação Educacional Vigente, Reformulação do ensino médio e a última seção trata especificamente sobre o ensino de física.

O capítulo da metodologia relata de maneira detalhada como o questionário utilizado para a coleta das opiniões foi construído. Esse questionário é inédito e foi formulado para atender aos objetivos propostos no trabalho. Além de explanar sobre a construção do questionário, dá-se uma visão geral de como os dados foram avaliados, para situar melhor o leitor quando passar para análise de dados.

Nos resultados e discussão são apresentadas as opiniões dos estudantes, professores e equipes pedagógicas sobre o ensino de física e são traçados os principais parâmetros sobre o ensino de física, com base na opinião dos

entrevistados.

Na seção das considerações finais são traçadas algumas observações sobre a comparação e o confronto dos dados coletados e das pesquisas bibliográficas feitas para esse assunto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Teorias De Aprendizagem

Nesta seção serão apresentadas de forma sucinta características principais das teorias de aprendizagem: teorias behavioristas, teorias de transição entre o behaviorismo e o cognitivismo, cognitivistas, humanistas e socioculturais. Conhecê-las e estudar seus autores auxilia professor a formar seu caráter profissional e formular sua postura docente crítica e transformadora diante da realidade escolar.

Foram eleitos autores representantes de cada frente de pesquisa educacional a fim de fomentar discussões posteriores e, evidenciar o posicionamento do professor em sala de aula. Acredita-se que, ter uma base de conhecimento sobre as pesquisas educacionais auxilia também na seleção de materiais didáticos potencialmente significativos para serem utilizados em sala de aula. Uma vez que o professor pode eleger que tipo de material o auxiliará mais para atingir seus objetivos.

Teorias Behavioristas

Essas teorias se limitam ao estudo do comportamento e consideram o condicionamento do indivíduo como forma de aprendizagem. John Watson é considerado o criador dessa vertente metodológica. Outros autores que contribuíram significativamente são Edward Thorndike, Ivan Pavlov e Burrhus Frederic Skinner.

Os behavioristas, também conhecidos como comportamentalistas, se atêm aos estudos de modificação de comportamento/conduita com base em estímulos. São ignorados quaisquer indícios ou processos subjetivos cognitivos da mente do estudante, todo e qualquer ser tem seu comportamento condicionado pelo meio.

Para explanar melhor sobre essa teoria, foram utilizados trabalhos dos autores Moreira (2014), Ostermann e Cavalcanti (2010).

O behaviorismo pode ser classificado em behaviorismo metodológico e o radical. A visão metodológica do behaviorismo tem caráter empirista e determinista. Do empirismo tem-se que, o aprendizado era consequência do meio no qual o ser humano estava inserido. Watson defendia a teoria do ser humano como tabula rasa

e acreditava que todos os objetos de estudo deveriam ser observáveis, logo, para ele os processos mentais não eram considerados como prática científica. O caráter determinista era pautado na previsibilidade do comportamento humano, relação de estímulo-resposta (E-R).

Ainda no behaviorismo, considerando as contribuições de Skinner, tem-se a mudança na forma de pensar os processos mentais. Enquanto eles eram desconsiderados por Watson, Skinner os tinha como mensuráveis e acreditava que esses processos tinham natureza física e material.

Ivan Pavlov (1849-1936) foi o primeiro a observar que alguns estímulos provocavam uma resposta automática. Suas primeiras experiências foram em laboratório, utilizando cães. Posteriormente, as relacionou com o comportamento humano, mais especificamente na educação e deixou as bases para que Watson fundasse o behaviorismo.

John Watson (1878-1958) fundador da corrente behaviorista, esse termo foi escolhido para enfatizar os aspectos observáveis do comportamento. Para ele a psicologia era parte das ciências naturais e a aprendizagem era um processo de condicionamento.

Defendia dos princípios em sua teoria: o princípio da Frequência e o princípio da recentidade. Quanto maior a frequência de associação entre uma resposta e um estímulo e quanto mais atual sejam feitas essas associações maior é a chance de serem associadas outra vez.

Edward Thorndike (1874-1949) foi o criador do conceito de reforço e autor influente na psicologia da educação. Segundo sua teoria da Lei do efeito, uma conexão se fortalece e tende a se repetir quando é seguida de uma concepção satisfatória. Da mesma forma, se a resposta for insatisfatória, a conexão é enfraquecida e tende a extinguir-se.

Semelhante ao princípio de frequência de Watson, Thorndike desenvolveu as leis do uso e desuso. A prática das respostas favoráveis faz com que a associação seja estimulada.

Burrhus Frederic Skinner (1874-1949) considera que o bom ensino depende de organizar eficientemente as condições estimuladoras, de modo que o estudante saia da situação de aprendizagem diferente de como entrou. Essa abordagem considera o ensino um processo de condicionamento através do uso de

reforço das respostas que se quer obter. Assim, os sistemas instrucionais visam o controle do comportamento individual em direção a objetivos preestabelecidos.

Outros teóricos trabalharam nessa mesma linha de estímulo-resposta como, por exemplo, Jonh B. Watson e Ivan P. Palov, mas, Skinner foi eleito para explanação devido a grande influência em materiais utilizados em sala de aula e procedimentos aplicados a qualquer disciplina nas décadas de 60 e 70 (MOREIRA, 2014).

Segundo Skinner, o comportamento aprendido é uma resposta a estímulos externos, controlados por reforços que ocorrem com a resposta ou após ela: se a ocorrência de um comportamento operante é seguida pela apresentação de um estímulo (reforçador), a probabilidade de repetição desse comportamento aumenta.

Ainda segundo os autores, as etapas básicas de um processo ensino e aprendizagem na perspectiva skinneriana são: estabelecer comportamentos pretendidos, observando os objetivos instrucionais; analisar a tarefa de aprendizagem, buscando a ordenação dos passos da instrução; executar o programa, utilizando de reforço positivo às respostas correspondentes aos objetivos.

Essa abordagem é essencialmente periférica. Não é levado em conta o que ocorre na mente do indivíduo durante o processo de aprendizagem, o que interessa somente é a relação entre o estímulo e a resposta.

Moreira relata que na perspectiva Skinneriana o ensino se dá somente quando o objeto a ser ensinado pode ser colocado sob controle de certas contingências de reforço. Considera o papel do professor como sendo o de arranjar as contingências de reforço, de modo a possibilitar ou aumentar a probabilidade de que o aprendiz exiba o comportamento terminal. Isto é, o professor reforça as respostas que levarão o aprendiz a exibir o comportamento terminal desejado. As ideias de aproximações sucessivas e modelagem estão implícitas na teoria de Skinner.

Teorias de transição entre o Behaviorismo Clássico e o cognitivismo

As teorias classificadas como transição são assim identificadas, pois apresentam os primeiros traços de preocupação com os processos mentais. Dentre os autores que as compõem encontram-se Robert Gagné, Edward Tolman e a teoria de Gestalt criada em conjunto por Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka. Para abordar essas teorias foram utilizados os autores Pinho Alves (2001),

Ostermann e Cavalcanti (2010) e Moreira (2010; 2014).

Robert Gagné (1916-2002) fala de estímulos (behaviorismo) e processos mentais (cognitivismo) por isso é classificado como um dos autores da transição entre essas duas frentes teóricas. Há indícios que ele seja o pioneiro da teoria do processamento de informações.

Define a aprendizagem como modificação da capacidade cognitiva do indivíduo, leva em consideração o estímulo exterior e a consequência é observada no comportamento. O que diferencia sua linha de pensamento dos behavioristas é a preocupação com os processos decorrentes na cabeça do indivíduo que aprende.

Para Gagné os eventos internos compõem o ato de aprendizagem e a série típica desses eventos é analisada através das seguintes fases: motivação, apreensão, aquisição, retenção (armazenamento na memória), memorização, generalização (transferência), desempenho (resposta) e retroalimentação (reforço).

A abordagem de **Edward Tolman** (1886-1959) é uma forma de behaviorismo intencional. Segundo ele é a intenção que rege o comportamento ou a mudança de comportamento e não somente o reforço. Ou seja, além do reforço, para estimular o comportamento desejado é preciso dar ao indivíduo uma visão geral de quais conquistas ele pode alcançar a partir do comportamento esperado.

As conexões que regem o comportamento precisam ser reforçadas, ou seja, as relações entre estímulo e resposta precisam ser repetidas quantas vezes forem possíveis. Além disso, a aprendizagem é adquirida através do fortalecimento entre o estímulo e a expectativa de reconhecimento.

A premissa básica da **Gestalt** é que o todo é mais do que a soma de suas partes. Assim, o conceito de uma árvore está presente em nossa estrutura cognitiva como um conjunto de símbolos que não se reduzem a suas partes (tronco, raiz, galhos e folhas). Logo, a interpretação e a percepção desempenham papéis importantes na Gestalt.

A Gestalt é uma teoria psicológica. O conceito mais importante dessa teoria, para o estudo da aprendizagem é o de "insight" – percepção súbita de relações entre elementos de uma situação problemática. Uma característica da aprendizagem por "insight" é que algumas situações são mais favoráveis para que o "insight" aconteça. Com isso, em uma situação de ensino, cabe ao professor selecionar condições nas

quais a aprendizagem por “insight” pode ser facilitada.

Por meio das leis de percepção/aprendizagem, na teoria da Gestalt, veem-se outras contribuições para o ensino-aprendizagem. Por exemplo, a Lei da Pregnância que considera que nossa mente tende a organizar as percepções de forma a capturar sensações da forma mais simples, simétrica e ordenada possível.

Outros princípios considerados por essa teoria são: o princípio da similaridade (itens semelhantes tendem a formar grupos na percepção), na proximidade (grupos perceptuais são favorecidos de acordo com a proximidade das partes); o princípio do fechamento (áreas fechadas formam mais rapidamente figuras na percepção); e o princípio da continuidade (fenômenos perceptuais tendem a ser percebidos como contínuos).

No processo ensino e aprendizagem, a organização psicológica será tão boa quanto o permitirem as condições de contorno: a experiência consciente será mais organizada se uma figura apresentada, por exemplo, for o mais simples, concisa, simétrica e harmônica possível para que sua percepção assim o seja. As semelhanças e proximidades entre conteúdos devem ser ressaltadas, pois itens semelhantes e próximos tendem a formar grupos na percepção.

Muitas das dificuldades que ocorrem no processo de ensino e aprendizagem têm origem nas diferentes interpretações que os estudantes elaboram sobre o que veem. As “descrições” do professor podem levar o estudante a imaginar coisas desvirtuadas do objeto focado. Quando isso ocorre, o professor precisa considerar certas condições para trabalhar a Transposição Didática do saber ensinado. Suas aulas necessitam oferecer situações que deem oportunidade aos estudantes de suprirem tais deficiências.

Teorias Cognitivas

As teorias cognitivas dão maior atenção ao processo de cognição, através do qual o indivíduo atribui significado à realidade que se encontra. Nelas o processo de compreensão é enfatizado importando-se com a transformação e com o armazenamento da informação. Fazem parte dessa linha teórica autores como Jerome Bruner, Jean Piaget e David Ausubel e o texto foi redigido com base em trabalhos de Moreira (2006), Ribeiro, Silva e Koscianski (2012), Silva e Terrazzan (2011).

Jerome Bruner (1915-) defende que se pode ensinar qualquer assunto a

qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento cognitivo desde que sejam respeitadas as estruturas cognitivas do aprendiz.

Sobre o método, Bruner defende a aprendizagem por descoberta, resoluções de problemas relacionados com o cotidiano do estudante. Assim ao solucionar as questões e preencher as lacunas conceituais para compreender um dado fenômeno o aprendiz se assemelhará com um cientista em campo.

Além disso, o autor defende o currículo em espiral afirmando que o aprendiz terá maior desenvolvimento se ter contato diversas vezes com o mesmo conteúdo.

Jean Piaget (1896-1980) é um teórico do desenvolvimento cognitivo. Segundo ele, o desenvolvimento cognitivo ocorre por processo de assimilação e acomodação. A assimilação se dá através de esquemas mentais do indivíduo para abordar a realidade, a acomodação é a mudança na mente devido aos esquemas incorporados. A acomodação leva a construção de novos esquemas de assimilação e só há aprendizagem quando há acomodação.

Ausubel define três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva é a que resulta no armazenamento organizado de informações, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências afetivas, prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade. Já aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, mas alguma aprendizagem cognitiva é geralmente importante na aquisição de habilidades psicomotoras.

O trabalho de Ausubel focaliza principalmente a aprendizagem cognitiva. Para ele aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. A estrutura cognitiva é aonde a organização e integração se processam. É o conteúdo total de ideias de um indivíduo e sua organização de ideias em uma área particular do conhecimento.

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Ela pode ser definida como o processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva com outros conceitos na estrutura cognitiva de um indivíduo. Neste processo, ativa-se um esquema, modelo ou conceito relacionado ao conteúdo para compreender as informações novas.

A nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende. O conceito de "subsunçor" da teoria da aprendizagem significativa se refere a uma ideia já presente na estrutura cognitiva do aprendiz, responsável pela interação entre o que já se sabe e a nova informação, fazendo com que ela adquira significado para o indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva.

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual em que elementos mais específicos do conhecimento são ligados a conceitos mais gerais e inclusivos.

Ele parte da premissa de que a aquisição e retenção de conhecimento resultam de um processo ativo, interativo integrador entre o material de instrução e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Para um conteúdo "adquirir significado" é importante que a associação da nova informação com um conjunto de conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do indivíduo ocorra.

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem, para Ausubel, é aquilo que o estudante já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo). Novas ideias podem ser retidas, a medida que conceitos relevantes estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, e funcionem como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

Ausubel apresenta a teoria cognitiva de aprendizagem significativa por recepção, contrapondo a aprendizagem por descoberta. Na primeira, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, já na segunda o conceito principal deve ser descoberto pelo aprendiz. Nesse caso, o conceito de "recepção" é usado para indicar que os conteúdos aprendidos serão estabelecidos pelo professor, em contraste com a aprendizagem por descoberta. A ideia de recepção não implica em uma atitude passiva por parte dos estudantes ou que o processo seja menos eficiente; ao contrário, esse tipo de aprendizagem pode ser considerado mais tecnicamente organizado.

Ele define a aprendizagem mecânica como contraposto da aprendizagem significativa, nela a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com outras já existentes na estrutura cognitiva. É através do subsunçor que o aprendiz pode fazer uma âncora com a nova informação,

promovendo uma aprendizagem significativa, menos mecânica.

Entretanto, a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando o indivíduo adquire informações em uma área do conhecimento completamente nova para ele. Ela ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores. À medida que a aprendizagem se torna significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e capazes de ancorar novas informações. É importante ressaltar que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são opostas, o processo de aprendizagem é um contínuo.

A formação da estrutura cognitiva e dos subsunçores pode ser entendida considerando que, em crianças pequenas, conceitos são adquiridos por meio do processo de formação de conceitos, o qual envolve abstrações e generalizações específicas. Ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permitem a aprendizagem significativa.

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que servem de âncora para a nova aprendizagem e ajuda no desenvolvimento de conceitos subsunçores. O uso de organizadores prévios é proposto para manipular a estrutura cognitiva para facilitar a aprendizagem significativa. São materiais introdutórios apresentados antes do material a ser trabalhado, que possuem um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. O principal objetivo do organizador prévio é servir como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber. Ou seja, eles são considerados pontes cognitivas.

A aprendizagem significativa possui as seguintes características: a) esforço deliberado para relacionar os novos conhecimentos com conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva; b) orientação para aprendizagens relacionadas com experiências, fatos ou objetos; c) envolvimento afetivo para relacionar os novos conhecimentos com aprendizagens anteriores.

O papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais: identificar a estrutura conceitual, conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras e organizá-los hierarquicamente até chegar a exemplos específicos; identificar subsunçores (conceitos, proposições) relevantes à aprendizagem do

conteúdo a ser ensinado que o estudante deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo; diagnóstico do que o estudante já sabe, determinar dentre os subsunçores especificamente relevantes.

Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. Deve-se levar em conta a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do estudante no início da instrução e tomar providências adequadas.

Teorias Humanistas

A principal característica do humanismo é a busca pelo conhecimento do ser humano. Essas teorias descartam o condicionamento e tende a humanizar a estrutura psíquica, ou seja, não aceitam a ideia de que o ser humano é um resultado do meio e uma resposta óbvia a estímulos recebidos. Dessa corrente fazem parte autores como: Carl Rogers, George Kelly e Lev Semenovitch Vygotsky. Esses autores foram descritos com base em trabalhos de Sasseron e Souza (2012), Cavalcanti e Ostermann (2010), Gehlen (2012), Werner e Rosa (2005), Souza, Dantas, Filho e Almeida (2009).

Carl Rogers (1902-1987) difere dos demais autores abordados, pois sua preocupação é o crescimento pessoal do aprendiz e não o exclusivo desenvolvimento e a formulação de um bom currículo. Assim a aprendizagem deve promover a auto-realização. Essa aprendizagem envolve e transcende as aprendizagens afetiva, cognitiva e psicomotora.

O principal objetivo da educação deve ser facilitar a aprendizagem, assim a pessoa educada é a que aprendeu a aprender. O professor, nesse caso, deve ser facilitador e isso envolve a necessidade de uma postura mais humana para com seus estudantes, mostrar-se como pessoa real a eles e não assumir a forma fria e tradicional de professor.

Além dessa postura humana, outro fator extremamente importante segundo Rogers é a relação de confiança e aceitação. Considerar o outro como digno de seu próprio direito e merecedor da oportunidade de desenvolvimento.

O aprender a ser aprendiz, desenvolvido na teoria de Rogers implica em tornar-se independente, autoconfiante e criativo e se efetiva melhor através da auto-avaliação e da autocrítica, deixando a avaliação por parte de terceiros em plano

secundário.

George Kelly (1905-1967) é considerado alternativista construtivista, para ele as pessoas (e de forma semelhante os cientistas) criam modelos de representação da realidade. Esses modelos não são baseados em verdades absolutas e, portanto, não representam o mundo tal qual ele é, mas sim realidades construídas. Para ele, “a construção da realidade é subjetiva, pessoal, ativa, criativa, racional e emocional.”

Teorias socioculturais

A abordagem sociocultural tem como principal precursor Paulo Freire, e teve seu início marcado com as idéias de Lev Semenovitch Vygotsky. Esses autores foram tratados com base em trabalhos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), Solino e Gehlen (2010).

Lev Semenovitch Vygotsky afirma que o conhecimento se constrói por meio das interações entre estudantes, professores e objetos de aprendizagem, e, ainda é uma relação entre linguagem e o desenvolvimento do pensamento. Esse pensamento é amplamente discutido e aceito pela linha do construtivismo que possui caráter sociointeracionista exatamente pela necessidade dos sujeitos colocarem suas linguagens em torno de um objeto de conhecimento e negociarem os significados para ele. Dessa linha de pensamento, emerge a necessidade de se estudarem as interações que ocorrem em sala de aula e a forma como estudantes e professores constroem um sentido para dado conceito.

A perspectiva interacionista social da aprendizagem significativa é uma visão bastante vygotskyana, na qual o processo ensino-aprendizagem é visto como uma negociação de significados cujo objetivo é compartilhar significados a respeito dos materiais educativos do currículo. O professor (mediação humana) é quem domina os significados aceitos no âmbito da matéria e ensino e o aprendiz é aquele que busca captar tais significados. Cabe ao professor apresentar, das mais diversas maneiras, e várias vezes se necessário, esses significados e buscar evidências de se o estudante os está captando. Ao estudante compete verificar se os significados que está captando são aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. É isso que se entende por negociação de significados e ela ocorre em outro contexto que é o meio social. O professor, nesse caso, atua como identificação/modelo e elemento chave nas interações sociais do estudante. O objetivo geral da educação, na

perspectiva de Vygotsky é o desenvolvimento da consciência construída culturalmente.

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza a atividade de demonstração em sala de aula, pois ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor considerado agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. Cabe a ele demonstrar, destacar o que deve ser observado, fazer e explicar, ou seja, apresentar aos estudantes o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente.

A preocupação central de Vygotsky é baseada na tecnologia, ensino e nos materiais, métodos e estratégias de ensino. Seus estudos apontam para a uma inter-relação entre aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, mas mostram que a aprendizagem não é desenvolvimento. Ele progride de forma mais lenta e após o processo de aprendizado.

A formação de conceitos pode ser afetada por diferentes condições, e o aprendizado escolar impulsiona o desenvolvimento mental da criança. Como os conceitos científicos e cotidianos são formulados em condições diferenciadas, produzirão também desenvolvimento diferenciado na mente da criança. Já o aprendizado escolar é de fundamental importância para o processo de desenvolvimento mental na perspectiva vygotskyana, e prima pelas relações entre os indivíduos e as formas culturais de comportamento.

Os trabalhos que têm como aporte a abordagem vygotskyana possuem uma significativa preocupação com o processo de ensino e aprendizagem, em especial o aspecto cognição.

A sociedade e a cultura, nessa perspectiva, têm uma função efetivamente formante. O conceito de zona de desenvolvimento proximal é talvez o conceito mais original e de maior repercussão, em termos educacionais, da teoria de Vygotsky. É uma espécie de desnível intelectual avançado dentro do qual o estudante, com o auxílio direto ou indireto de um adulto, pode desempenhar tarefas que ele, sozinho, não faria, por estarem acima do seu nível de desenvolvimento.

Nos PCN do ensino médio a aprendizagem contextualizada é associada à preocupação de retirar o estudante da condição de espectador passivo e produzir uma aprendizagem significativa. Essa transição ocorre a medida em que os estudantes reconhecem as limitações do conhecimento de senso comum e observa

as potencialidades do conhecimento científico abstrato. A teoria de Vigotsky trabalha com ensino por investigação e vai de encontro com as propostas do PCN.

A implicação pedagógica mais relevante deste conceito reside na forma como é vista a relação entre o aprendizado e o desenvolvimento. Ao contrário de outras teorias pedagógicas, para Vygotsky, o aprendizado orientado para níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal propõe que a de que o "bom aprendizado" é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.

Paulo Freire visa à formação geral do cidadão e o desenvolvimento do pensamento crítico-social utilizando do conhecimento científico para transformar a realidade em que vive.

Na Problematização Inicial, o professor expõe e dialoga com os estudantes situações que eles conhecem e que têm relação com o tema a ser estudado. Ou seja, nesse momento, os estudantes devem sentir-se desafiados a expor o que pensam sobre a situação problematizada. O principal objetivo desse momento é proporcionar um distanciamento crítico do estudante, ao se deparar com as interpretações das situações propostas para discussão.

Os estudos que se apoiam nos pressupostos de Freire têm como foco a questão da formação inicial e continuada de professores e se apoiam na perspectiva freireana, o qual reside uma maior preocupação com a formação de professores e com o currículo.

A dinâmica dos Momentos Pedagógicos é sistematizada com base nos pressupostos de Freire, que consiste em: 1) Problematização Inicial: exposição de situações reais que os estudantes presenciam e que estão envolvidas com os temas a serem estudados; 2) Organização do Conhecimento: são estudados os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial e 3) Aplicação do Conhecimento: aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante com a retomada das situações iniciais e a abordagem de novas situações.

Para Freire, conhecer o objeto é conhecer o mundo, na sua especificidade e na sua totalidade. Assim, o objeto de conhecimento do estudante, é sintetizado em Temas Geradores, ou seja, temas que representam situações-limite vivenciadas

pelos estudantes. Na Abordagem Temática Freireana, os problemas embutidos nos temas são objetos de estudo e devem ser compreendidos no processo educativo. E nessa perspectiva epistemológica constituem objetos de conhecimento, desta forma, o objeto de conhecimento é o Tema Gerador .

Na abordagem Freireana, o objetivo não é somente a apropriação dos conhecimentos científicos por parte dos estudantes, mas a superação das suas situações-limite presentes no Tema Gerador. Nesta proposta, é possível incluir outros conhecimentos que vão além das Ciências para compreender o tema. Assim, o conhecimento que Freire se refere é o que possibilita uma melhor compreensão das situações-limite, incluindo os conceitos científicos.

Considera que a tomada de consciência resulta da defrontação do sujeito com o mundo, ou seja, com a realidade concreta. O objeto do conhecimento, que é o próprio Tema Gerador, traz a intenção de problematizar a realidade local que representa situações-limite vivenciados pelos estudantes. Assim, eles podem sentir necessidade de querer conhecer mais a respeito. Neste caso, o professor deve considerar os entendimentos trazidos pelos estudantes e sistematizá-los mediante os conceitos científicos.

Delizoicov et all (2011) evidencia em Freire essa concepção epistemológica do problema, compreendendo-o como gênese na elaboração dos conhecimentos. Considerando a temática Freireana, é por meio dos conceitos científicos que os estudantes podem alcançar uma consciência crítica e reflexiva sobre os problemas presentes na realidade, e assim, podem superar as situações-limites. Ou seja, a gênese do problema é uma situação-limite que necessita ser superada por meio da apropriação dos conceitos científicos. há, nessa proposta de ensino um problema humanizador como ponto de partida, isto é, como gênese da apropriação do conhecimento.

Existe ainda uma contextualização histórico-cultural, pois neste caso não são os problemas científicos que serão a gênese do conhecimento a ser abordado em sala de aula, mas sim os problemas que envolvem as situações-limite vivenciadas pelos estudantes, estas situações estão imersas em uma realidade concreta. Dessa forma a contextualização é ao mesmo tempo ponto de partida e de chegada.

Durante a segunda etapa dos momentos pedagógicos, o professor sistematiza os conhecimentos dos estudantes, discutidos na problematização, por

meio de conhecimentos científicos. Esses conteúdos necessitam ser previamente organizados e delimitados pelo professor, durante a etapa da preparação didática.

Situações-limites são problemas que emergem das atividades do homem e que nem sempre são percebidas. Elas não devem ser pensadas como barreiras intransponíveis, mas, como possibilidade de mudanças através do enfrentamento sobre a realidade. As situações-limite não devem ser tratadas de modo pragmático e nem pessimista pelos sujeitos. No contexto escolar, é preferível que o professor incentive o desenvolvimento da percepção crítica dos educandos as situações-limites extrapolando os limites aparentes.

Freire argumentava que existe uma sabedoria popular formada por vivências, conhecimentos e hábitos dos estudantes que devem ser levados em conta no sentido de uma conscientização visando a uma transformação social. Essa forma de trabalhar exige hierarquia horizontal entre professor e educando. Ao contrário da forma tradicional de ensino, muito centrada na autoridade de um professor, na forma horizontal estudantes e professor aprendem juntos com intensa interação. Quando se fala hierarquia horizontal, não está se eliminando a hierarquia professor-estudante, ela apenas se estabelece de forma distinta da tradicional. Na hierarquia horizontal há participação igualitária do professor e do estudante no processo de aprendizagem.

A originalidade do trabalho de Freire está no fato de considerar a educação como libertadora. Essa é a ideia básica do seu mais famoso livro, *Pedagogia do Oprimido*. O professor deve promover o debate, provocando os estudantes com perguntas em torno dos temas geradores. Deve estar atento às dificuldades do grupo, procurando saná-las por meio de discussão.

Assim os estudantes se educam, com a orientação do professor, em um cenário onde eram discutidas suas próprias experiências de vida e seus principais anseios com pessoas que vivem experiências semelhantes e têm anseios semelhantes.

Não é próprio da pedagogia freireana (libertadora) falar em ensino escolar, já que sua marca é a atuação não formal. Entretanto, professores e professores engajados no ensino escolar podem adotar pressupostos dessa pedagogia.

Tanto a educação tradicional, conhecida como educação bancária, quanto a educação renovada são domesticadoras, pois não contribuem para combater a

realidade social de opressão. Já a educação libertadora, questiona concretamente a realidade das relações do homem com a natureza e com os outros homens, visando a transformação, sendo considerada então uma educação crítica.

Freire via o processo educacional tradicional (assim como o currículo tradicional) como autoritário. Como já dito, ele denominava a educação tradicional como educação bancária. O professor, que tudo sabia, transmitia os conteúdos aos estudantes, que nada sabiam e que passivamente tinham suas mentes “preenchidas” pelo conhecimento transmitido.

Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira

A característica da aprendizagem significativa crítica é a interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. O novo conhecimento adquire significado para o aprendiz e o conhecimento prévio é enriquecido e torna-se mais elaborado em termos de significados, adquirindo assim mais estabilidade (MOREIRA E MASINI, 1982; MOREIRA, 1999, 2000, 2006).

Como a teoria da aprendizagem significativa crítica tem suas origens em Ausubel, considera-se aqui também que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem. Considera-se que só se pode aprender a partir daquilo que já se sabe.

Moreira (2000) defende o que se chama de teoria crítica de currículo. De forma distinta de Ausubel, ele ainda afirma que um currículo deve ir bem além da mera grade curricular, organização de disciplinas e justaposição de conteúdos. Um currículo deve ser encarado como instrumento político, incorporando ideias da perspectiva freireana. Conscientização, libertação e outros termos chave estão presentes na teoria crítica do currículo e, portanto, há uma aproximação dela com a perspectiva educacional de Paulo Freire. Sendo assim, é necessário conhecer a legislação educacional vigente.

Conceitos e Legislação Educacional

Os professores que ministram a disciplina de física do ensino médio devem contribuir para que seus estudantes alcancem as competências presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN+ (BRASIL, 2002, p. 62), relacionadas às capacidades de: a) realizar investigações e compreender a física; b) utilizar a

linguagem física e ser capaz de comunicar-se por meio dela, e; c) contextualizar social e historicamente os conhecimentos físicos (LIMA et al., 2009).

Entre as diversas ações que auxiliam o professor de física a alcançar os objetivos dos PCN+ uma das mais potentes, segundo Lima et al. (2009), é a experimentação.

Em relação ao nível Médio, os PCN+ (BRASIL, 1999) podem ser considerados como o maior empreendimento de implantação de currículo nacional ocorrido no país. Apesar de não ter caráter de lei, ele foi criado com objetivo de nortear o conteúdo a ser aprendido pelos estudantes em cada disciplina, devendo servir assim como norteador para a formação do cidadão do século XXI e, ao mesmo tempo, como referencial de qualidade para a educação no Brasil. Sua elaboração contou com uma equipe composta por estudiosos de educação brasileira e representantes da Argentina, Colômbia, Chile e Espanha. Assim, pode-se concluir que a instituição dos PCN+ não foi um movimento desarticulado de toda a dinâmica política, social e econômica nacional e mundial (FERRAZ E REZENDE,2014.)

Na área da disciplina de física o documento não faz menção direta à interdisciplinaridade. Existe uma rápida inferência da importância de interligar a física à cultura humana mais ampla, apontando a “presença de elementos da física em obras literárias, peças de teatro ou obras de arte” (BRASIL, 1999 e FERRAZ E REZENDE,2014. Pg. 6)

Segundo Roehring e Camargo (2014), Os PCN foram classificados, nas Diretrizes Curriculares Estaduais do Estado do Paraná (DCE/PR), como um projeto neoliberal de educação (PARANÁ, 2008, p. 18), e foram assim definidas por se fundamentarem em concepções humanistas, psicológicas e sociais, tendo como foco a totalidade de experiências vivenciadas pelo estudante em detrimentos dos conteúdos.

Há uma crítica ao período em que os PCN foram adotados e esse foi um dos motivos para a mobilização e a construção das DCE, “considerando-se a necessidade de um documento crítico para orientar a prática pedagógica nas escolas paranaenses e o lapso de tempo em que o professor ficou à margem dessas discussões” (PARANÁ, 2008, p. 49). Esse movimento teve como objetivo fazer com que o professor retomasse as especificidades de sua disciplina e estabelecer, a partir dela, uma prática de ensino que contemple relações interdisciplinares

(PARANÁ, 2008, p. 49, ROEHRING E CAMARGO, 2014).

Pode-se observar a principal característica das PCN criticada pelas DCE na citação de Mozena e Ostermann (2014, p.15):

O Ministério da Educação (MEC) tem anunciado uma integração curricular por áreas do conhecimento no Ensino Médio brasileiro sob os moldes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Nessa mudança, as disciplinas de física, química e biologia seriam ministradas por um único professor sob a denominação de “ciências da natureza”. A partir de pesquisa documental, pretendemos mostrar nesse artigo que, embora essa mudança ainda esteja em fase de discussão, ela já é uma realidade em muitas escolas, sendo perfeitamente legal sob o ponto de vista dos documentos oficiais

Não há indicativos nas DCE/PR de metodologias promotoras da problematização e questões referentes à ciência e tecnologia. Esse déficit exige a responsabilidade do estudante como decisor responsável por atitudes influentes de aspectos relativos às áreas na sociedade em que vive. (ROEHRING E CAMARGO, 2014).

O conhecimento da realidade escolar exige previamente o conhecimento de alguns pontos acerca da legislação e de conceitos inerentes a ela. A escola e sua atual função são produtos das transformações sociais e, obviamente seguem normas, diretrizes e legislações específicas da legislação nacional. Portanto, uma avaliação do ensino, da escola e de sua função deve também ser baseada nessas fontes.

A lei que define e regulariza o sistema educacional nacional é a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) que, atualmente é a Lei 9.394 datada de vinte de dezembro de 1996. Esta lei traz as disposições gerais e normas em que o ensino deve ser fundamentado (BRASIL, 1996).

De todos os títulos e seções pertencentes à Lei 9.394 foram eleitos para explanação os que apresentam proximidade com o objetivo do presente trabalho:

Titulo I – Da Educação;

Titulo II – Dos Princípios e Fins da Educação Nacional;

Seção IV (Capítulo 02) – Do Ensino Médio.

Segundo o artigo primeiro dessa lei, a educação envolve processos formativos de desenvolvimento humano, familiar, social, cultural e profissional. O desenvolvimento predominante da educação se dará em instituições próprias. Segue da Legislação educacional que a educação ocorra em maior escala nas instituições

educacionais. Logo, a escola possui a função de educar o cidadão, prepará-lo para o convívio social e possibilitar o desenvolvimento de suas competências próprias e úteis à sociedade.

A ideia da maioria da população, inclusive os gestores educacionais, é de que ao trabalhar conceitos e teorias formuladas em classe, e preparando o cidadão para seu desenvolvimento profissional, está também implícito o preparo para a vivência social. É certo que grande parte da educação social não ocorre de forma explícita, mas, sua intencionalidade é intrínseca e, portanto, deve ser consciente.

Os artigos segundo e terceiro englobam os princípios e fins da educação. Do artigo primeiro tem-se a definição da educação como dever da família e do Estado, inspirada em princípios de liberdade e solidariedade humana e preparação plena do cidadão para exercício de suas funções. O terceiro artigo apresenta os princípios gerais do ensino, tal qual segue:

Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

- I. Igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
- II. Liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III. Pluralismo, de ideias e de concepções pedagógicas;
- IV. Respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- V. Coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;
- VI. Gratuidade do ensino em estabelecimentos oficiais;
- VII. Valorização do profissional da educação escolar;
- VIII. Gestão democrática do ensino público, na forma desta lei e da legislação dos sistemas de ensino;
- IX. Garantia de padrão de qualidade;
- X. Valorização da experiência extraescolar;
- XI. Vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais;
- XII. Consideração com a diversidade étnico-racial. [Brasil,1996] Pág.8.

Pode-se verificar com facilidade que as tendências educacionais e as pesquisas que visam melhorar a qualidade do ensino, suas disposições, objetivos e justificativas visam aproximar a escola dos objetivos pretendidos da educação do cidadão.

Especificando as disposições da LDB para o ensino médio, encontra-se que esta é a etapa final da educação básica e tem duração mínima de três anos. As principais finalidades dessa etapa são consolidar e aprofundar os conhecimentos do ensino fundamental e preparar o estudante para o trabalho e o exercício da cidadania. Subsidiar o aprimoramento do estudante como pessoa humana incluindo formação ética, desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. E, ainda, do artigo 35: “A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.” (BRASIL, 1996, p.15).

A respeito do currículo do ensino médio, segundo a LDB, contém quatro diretrizes principais. Compreensão, por parte dos estudantes do significado da ciência, letras e artes, processo histórico de transformação social e cultural e a língua portuguesa como instrumento de comunicação, exercício de cidadania e acesso ao conhecimento. A adoção de metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes e a inclusão de filosofia e sociologia como disciplinas obrigatórias em todas as séries do ensino médio.

Essas diretrizes dão suporte para o desenvolvimento da educação de forma que ao final dessa etapa o estudante demonstre domínio dos princípios científicos e tecnológicos da produção moderna e o conhecimento das formas contemporâneas de linguagem (BRASIL, 1996; BRASIL, 1999; PARANÁ, 2008).

Reformulação do Ensino Médio

Diversas pesquisas e trabalhos são dedicados a encontrar subsídios para a melhor adequação do ensino à proposta legal. Grande parte destes trabalhos identifica traços da abordagem tradicional na postura de futuros professores e dos que já atuam no ensino médio (SILVA E CARVALHO, 2009 e ALMEIDA, 1992) e a importância do abandono dessa prática para a reformulação do ensino médio com o desenvolvimento da construção discursiva da argumentação (CHIARO E LEITÃO, 2005). A “nova” forma de pensar o ensino é baseada na formação crítica do cidadão e deve, portanto, ser desvinculada da maneira tradicional. Entende-se por abordagem tradicional a transmissão de conhecimentos acumulados. A tarefa de transmitir cabe essencialmente ao professor em situações de sala de aula, agindo independentemente dos interesses dos estudantes (SANTOS, 2005).

A pesquisa em ensino é uma das propostas encontradas na literatura para a melhoria da educação. O professor que conhece e compreende as frentes teóricas educacionais pode identificar e trabalhar alguns elementos que melhorem e facilitem seu trabalho em sala de aula. Porém, a pesquisa em si não garante a qualidade do ensino. Rezende e Ostermann (2005) indicam as principais dificuldades encontradas pelos professores ao buscar a interrelação da teoria e da prática com respeito ao ensino de física. Dentre as dificuldades citadas no trabalho referentes ao processo de ensino-aprendizagem destacam-se: insatisfação com os métodos tradicionais de ensino, dificuldades de contextualização, experimentação, utilização das tecnologias

de informação, tempo de planejamento das atividades, atitudes desfavoráveis dos estudantes e a dificuldade de transpor as teorias para a realidade da sala de aula.

Diante desses problemas o professor não renova sua abordagem e continua vinculado à abordagem tradicional mesmo reconhecendo-a como insatisfatória. Essa abordagem não apresenta subsídios para motivar os estudantes nem respeita ou valoriza os conhecimentos que esses trazem. Logo, as atitudes desfavoráveis por parte dos estudantes são esperadas nesse contexto.

A abordagem tradicional tem ainda grande presença devido à formação acadêmica dos professores. Em geral, eles não têm contato com ensino de abordagem crítica e sociocultural e passaram toda sua formação tendo como principal influência a metodologia tradicional. Essa transição exigida dos professores é muitas vezes árdua e traz insegurança e a cada dificuldade encontrada ele recorre ao ensino tradicional (SILVA E CARVALHO, 2009).

Para minimizar as dificuldades em renovar o ensino, há uma grande variedade de trabalhos que envolve a adoção de novas metodologias, o incentivo à consciência crítica, a relação e contextualização das disciplinas. Com exemplo, podemos citar Verstena e Pretto (2012) e Zanetic (2006) com a proposta de unir artes e ciência, Laburu (2006), Laburu et al. (2007) e Saraiva-Neves et al. (2003) com proposta sobre motivação e experimentação no ensino de física e Oliveira et al. (2007) e Cavalcante (1999) com abordagem sobre a física moderna no EM.

A Aprendizagem e os Objetivos do Ensino de Física

A história do ensino de física no Brasil, segundo Moreira (2000), desenvolveu-se paradigma, pós-paradigma e até chegar às propostas atuais, muito mudou. O autor ainda relata as mudanças ocorridas no ensino e descreve a antiga forma de pensar a abordagem da física como:

Falta de concepção de aprendizagem, quer dizer, os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, história da Física,...), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. [Moreira, 2000, p. 25]

Moreira (2000) também faz previsões através de perspectivas do futuro caminho do ensino de física no Brasil e referencia, para isto, a proposta dos

Parâmetros Curriculares para o ensino médio.

Como já é de conhecimento, os PCNs (BRASIL, 1999) apresentam uma proposta de ensino que visa o desenvolvimento intelectual dos estudantes, buscando assim auxiliá-los tanto na futura vida acadêmica e profissional quanto em suas concepções de cidadania. Em geral, busca-se o aprendizado significativo, a produção de conhecimento efetivo e a utilização do saber para desenvolvimento intelectual e de cidadania, por meio da interdisciplinaridade e aplicação dos conceitos e conhecimentos aprendidos na escola, corroborando com as concepções dos PCNs:

Com esta compreensão, o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. [Brasil, 1999, p.19].

No que se refere especificamente aos conhecimentos e habilidades específicos da física espera-se utilizá-lo da seguinte forma:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. [Brasil, 1999, p.20].

Para que o ensino nas escolas atenda a essas novas perspectivas há a necessidade da atualização das antigas técnicas e paradigmas. Ensinar de forma diferente ou adotar novas metodologias é uma das maiores barreiras que o ensino enfrenta. Há grande comodidade em continuar a pensar em desenvolvimento com base nas antigas concepções e em acreditar que algum livro didático poderá apresentar uma forma completa e correta de como aprender e estudar física. Há, sem dúvidas, coleções que se aproximam da nova proposta de ensino como, por exemplo, a coleção Greef (Grupo de Reestruturação do ensino de física), também citada por Moreira (2000). O que se deve destacar é que não há livro nem método

único para atingir o objetivo principal da atual concepção de aprendizagem.

Destacam-se as competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de física, citadas pelos PCNs: Representação e Comunicação, Investigação e Compreensão e Contextualização Sociocultural.

Representação e Comunicação: compreender e utilizar corretamente enunciados, códigos, símbolos, quadros, gráficos e relações matemáticas úteis a interpretação do saber físico. Capacidade de interpretação de notícias científicas e de elaboração de sínteses ou esquemas dos temas trabalhados.

Investigação e Compreensão: compreender conceitos, elaborar hipóteses e saber testá-las. Conhecer os conceitos e saber relacioná-los com o cotidiano e com procedimentos tecnológicos e com outras áreas do saber.

Contextualização Sociocultural: reconhecimento da física como construção humana. Contextualizar a evolução dos conhecimentos da física com seus aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos. Avaliar criticamente aspectos da evolução tecnológica.

Seguindo ainda a linha das especificações legais e suas aplicações e fazendo uma breve análise da proposta das Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná - DCE (Paraná, 2008), em geral, nota-se que esta vai ao encontro à teoria de aprendizagem significativa crítica proposta por Moreira (2005).

Também dentro de uma óptica contemporânea, é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo. [Moreira, 2005, p.33].

Em geral as DCEs mostram que o ensino deve ser construtivista com contextualização histórica e social, interdisciplinar, e contemplar um vasto ramo de aplicações fornecendo ao estudante, subsídios que o levem a refletir sobre os conhecimentos apresentado-se desta maneira, possa construir sua forma de pensamento.

As atividades avaliativas, por sua vez, devem compreender também as dimensões criadoras e criativas do processo de ensino e aprendizagem, servindo tanto como diagnóstico do processo, assim como avaliação da prática pedagógica.

No que compete à física, o enfoque fica ainda mais centrado na aplicação e

na pesquisa, trazendo o professor tanto para o papel de pesquisador como motivador da pesquisa e aplicação dos conhecimentos por parte dos estudantes.

Por fim, a DCE faz uma crítica ao ensino baseado nos livros didáticos apresentados ao ensino médio, estes são caracterizados pela ênfase em aspectos quantitativos, privilegiando a resolução de problemas com a aplicação de fórmulas e deixando a desejar no que se refere aos conceitos. Os professores que seguem a mesma linha de conhecimento apresentada nesses livros, não contribuem para o interesse e para a construção de uma visão crítica por partes dos estudantes.

A análise da forma com que as escolas estão seguindo no processo anterior e o quão se aproximam das propostas das PCN e DCE, deve ser realizada e sustentada na sua realidade e também na opinião dos grupos responsáveis pela construção do ensino.

Para que o ensino de física alinhe-se com as propostas educacionais presentes na legislação, pode-se aplicar em sala de aula algumas técnicas didáticas específicas que têm grande potencialidade na busca de maior eficiência do processo de ensino e aprendizagem. Mas, a eficiência das técnicas não é absoluta. Tem relação direta com o tipo de público em que são aplicadas. Uma técnica pode ser extremamente eficiente para um determinado ambiente escolar e não tão eficaz em outro. Para a escolha da abordagem mais eficiente é necessário o conhecimento e a caracterização de como ensino é construído na instituição que se pretende intervir.

O processo educacional e, em consequência, as correntes teóricas que visam explicar o fenômeno educativo estão relacionados historicamente com a sociedade, suas perspectivas e necessidades, como já evidenciadas por Brandão (2007) em sua obra "O que é Educação":

A Educação é uma prática social (como a saúde pública, a comunicação social, o serviço militar) cujo fim é o desenvolvimento do que na pessoa humana pode ser aprendido entre os tipos de saberes existentes em uma cultura, para a formação de tipos de sujeitos, de acordo com as necessidades e exigências de sua sociedade... [BRANDÃO, 2007, p. 73-74].

À primeira vista, as correntes sobre o processo de ensino e aprendizagem e a afirmação que a escola é parte do processo social e, de certa forma, um reflexo da sociedade a qual está inserida parece contraditória. Essa impressão se dá pela classificação pontual das teorias explicativas do processo e o desenvolvimento aparentemente linear da sociedade dando a nítida impressão de que o papel da escola atual está deslocado temporalmente, não condizente com a sociedade atual e

nem com sua legislação específica.

3. METODOLOGIA

Metodologia do estudo

Foram avaliadas as opiniões de 913 estudantes, 8 professores e 10 pedagogos, sobre o ensino de física. Do total, 32 questionários dos estudantes foram desconsiderados pela falta de confiabilidade das respostas. Assim sendo, os dados apresentados aqui se referem a 881 estudantes. Desse total, 726 são estudantes da rede pública da cidade de Guarapuava, PR e 157 da rede pública da cidade de São Paulo, SP.

O questionário aplicado, anexo I, é do tipo Likert de cinco níveis. Esse questionário foi escolhido por apresentar a característica de dispor aos entrevistados as seguintes possibilidades de resposta: C (concordo), CP (concordo parcialmente), NS (Não sei), DP (discordo parcialmente) e D (discordo).

Essas opções facilitam tanto a expressão de opinião por parte do entrevistado quanto a análise posterior das respostas. Na análise, as respostas foram convertidas em valores numéricos. Para as respostas de sentenças afirmativas foram atribuídos na ordem decrescente os valores de 1 a 5 na ordem citada anteriormente, assim, a opinião Concordo foi convertida no valor 5, concordo parcialmente 4, não sei/não tenho opinião 3, discordo parcialmente 2 e a resposta discordo convertida ao valor 1. O inverso ocorreu para as sentenças negativas. Essa metodologia adotada corrobora com trabalhos da literatura, como por exemplo, versões semelhantes deste questionário foram desenvolvidas e analisadas para a avaliação de cursos ou disciplinas específicas, como nos trabalhos de Silveira e Moreira (1999) e Strassburg e Moreira (2002).

Após a conversão para valores numéricos os dados foram dispostos em quadros e gráficos para serem avaliados e comparados. As médias inferiores a nota 3 foram consideradas baixas e conseqüentemente a avaliação foi considerada como inadequada, já as superiores a 3 foram classificadas como satisfatórias e as que ficaram como nota 3, foram consideradas neutras.

Cada questionário continha 44 sentenças dispostas em três categorias. A primeira das três categorias referia-se aos estudantes, seu comportamento e sua rotina de estudos, a segunda ao professor e seu procedimento em sala e a terceira categoria é a respeito do papel da equipe pedagógica na inter-relação entre os dois

primeiros grupos.

Essa divisão do instrumento possibilitou a autoavaliação de cada grupo e sua opinião sobre os demais, pois os questionários aplicados aos grupos tinham a mesma divisão e continham sentenças direcionadas conforme necessidade, de acordo com os Anexos I, II e III.

Alguns questionários foram desconsiderados baseados na resposta da seguinte sentença presente no questionário: “respondi ao questionário com atenção”. Todas as respostas que apresentaram discordância a essa sentença invalidaram o questionário.

Do total de entrevistados segue a relação de quantidade de questionários avaliados de cada colégio avaliado.

Tabela 1: Relação do número de entrevistados e suas respectivas funções no ambiente escolar.

Colégio	Número de Estudantes	Num. Professores	De	Num. Eq. Ped.
PR I	273	2		2
PR II	106	1		1
PR III	138	1		1
PR IV	239	1		4
SP I	35	2		1
SP II	122	2		1

Fonte: Próprio autor, 2015.

As análises foram feitas separadas para cada colégio e contém a avaliação geral de como cada grupo avalia o ensino, e a opinião de cada sobre seu papel e sua execução, no processo de ensino e aprendizagem. Essa avaliação indica aproximadamente o nível de satisfação em relação às funções que cada um deve exercer nesse processo.

Além da visão geral, algumas questões, de maior relevância foram analisadas separadamente, como por exemplo, na avaliação de como o processo de ensino e aprendizagem vem ocorrendo nas escolas.

As turmas pesquisadas fazem parte seis colégios distintos, quatro deles da cidade de Guarapuava, PR e dois da cidade de São Paulo, SP.

Metodologia de Elaboração do questionário

O questionário utilizado para coleta de dados foi elaborado exclusivamente para a realização desta pesquisa. É um instrumento inédito de coleta de dados para avaliação do ensino de física em colégios de nível médio. O questionário bem como o ensino de física nesse nível é regido pela Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e pautado considerando premissas presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Com base nos documentos citados foram eleitos pontos do desenvolvimento da disciplina de física que devem ser abordados em sala. A partir desses pontos foram construídas sentenças que os contemplassem. Esse processo permitiu o posicionamento do entrevistado frente a parâmetros como essenciais para um bom ensino e aprendizado da física.

A singularidade desse questionário está em sua estrutura. Em geral, os questionários para avaliação do ensino apresentam uma visão unilateral, ou seja, consideram apenas a opinião de um grupo participante no desenvolvimento do ensino. Assim sendo, a visão do grupo estudado passa a ser a única evidência sobre a situação e desenvolvimento da disciplina. Essas pesquisas são muito esclarecedoras, porém, não permitem comparação entre a opinião de grupos distintos, como estudantes e professores, por exemplo, sobre o andamento da disciplina. E é exatamente esse ponto que o instrumento aqui apresentado se estrutura. Ao questionar dois ou mais grupos sobre as dificuldades enfrentadas no dia a dia, em sala de aula pode-se obter uma análise mais completa e uma visão mais ampla que a apresentada a partir de uma análise unilateral.

A aplicação do instrumento foi feita a três grupos envolvidos no processo de ensino: estudantes, professores e equipe pedagógica. Considera-se a atuação desses grupos essencial para um bom desenvolvimento do ensino de qualquer disciplina acadêmica.

Outros grupos como a família e a comunidade podem ser acrescentados a análise do desenvolvimento do ensino. Esses grupos não foram abordados nessa aplicação do questionário por se tratar de um instrumento desenvolvido para a área de ciências naturais e as concepções familiares e da comunidade ganham mais peso ao tratar de áreas das ciências sociais.

Buscou-se a comparação entre a auto avaliação de cada grupo e a opinião dele sobre os demais. Para facilitar a análise dos dados o questionário foi subdividido em três grupos de questões, conforme Figura 1:

Grupo 01: Aborda a rotina do professor e sua postura enquanto ministra as aulas da disciplina de física.

Grupo 02: Contém sentenças sobre os estudantes, sua rotina de estudos e seu comportamento durante o decorrer das aulas de física.

Grupo 03: Busca informações sobre a equipe pedagógica da escola e sobre o ambiente escolar em que os outros grupos estão inseridos.

Figura 1: Esquema geral da apresentação dos questionários.



Fonte: próprio autor (2016).

Essa divisão torna mais fácil a comparação das respostas obtidas entre os grupos, trazendo para a discussão os principais pontos discordantes e em comum da análise.

Este instrumento consiste na versão para um teste padronizado de avaliação do ensino de física. Sua consistência foi comprovada por teste estatístico. Busca-se aprimorá-lo para que seja disponibilizado como teste padrão cientificamente estabelecido para mensuração educacional sobre a disciplina de física.

Para as sentenças afirmativas, como por exemplo: “Os estudantes reconhecem a física como ciência em evolução” essa sentença concorda com o que é esperado para um bom ensino de física, segundo os documentos regentes sobre o ensino e corrobora com os trabalhos publicados na área da física. Os estudantes devem ter consciência de que a ciência que se estuda em sala de aula é dinâmica e

está em constante desenvolvimento. Assim, para as sentenças semelhantes a essas, ou seja, todas as sentenças afirmativas, os valores tabelados para as respostas foram: 5 para a opção Concordo; 4 para Concordo Parcialmente, 3 Para não sei/não tenho opinião; 2 para Discordo Parcialmente e 1 para Discordo.

Já as sentenças negativas, como por exemplo: “Os estudantes consideram a física como aplicação de fórmulas” recebem valores de forma inversa: 1 para Concordo; 2 para Concordo Parcialmente; 3 para não sei/não tenho opinião; 4 para Discordo Parcialmente e 5 para Discordo.

Na avaliação geral, quanto mais próximo do valor 5, melhor é a avaliação do grupo em determinada sentença.

Ao aplicar o este foram disponibilizados 20 a 30 minutos por entrevistados para responder ao questionário.

Depois de coletados, os dados foram tabulados e modelados para análise estatística com auxílio de planilha eletrônica. Optou-se pela utilização de planilha eletrônica ao invés dos pacotes estatísticos profissionais disponíveis no mercado, que fazem cálculos similares, pelo motivo de acompanhamento do processo e disponibilidade de recursos.

A primeira etapa da análise foi calcular a média de cada questão por turma. Para calcular essa média basta somam-se os valores das respostas de cada estudante e divide-se pelo número de estudantes que responderam ao questionário. A média foi calculada de forma individual para cada grupo: estudantes, professores e equipe pedagógica. Após essa análise comparativa da média aritmética passou-se a verificação de validade por método estatístico.

A escala utilizada nesse trabalho (transcrever cada resposta com o respectivo valor numérico) é conhecida como escala multi-item (metodologia proposta por Likert, 1932). Essa escala possibilita avaliar diferentes capacidades e características específicas dos entrevistados (Maroco e Garcia-Marques, 2006).

A fiabilidade de uma medida é sua consistência interna. Um instrumento de medida é considerado fiável se ele dá os mesmos resultados se aplicado a alvos estruturalmente iguais. A fiabilidade pode ser apurada com maior ou menor grau de certeza, pois toda medida está sujeita a erro. A principal referencia de questões de fiabilidade de uma medida é o índice **alfa de Cronbach (α)** e é uma estimativa e não um dado proveniente do instrumento (MAROCO e GARCIA-MARQUES, 2006;

HORA et al., 2010).

O alfa de Cronbach foi eleito para ser o teste estatístico, que fundamenta a fiabilidade do questionário proposto e aplicado. Ele mede a consistência interna do instrumento e seu índice é calculado através da seguinte equação:

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \cdot \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right]$$

Onde k é o número de itens do instrumento, nesse instrumento k=44, e $S_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$, é a variância do item j (j=1, ..., k) e S_T^2 é a variância dos

totais da escala definida em: $r_{SB2} = \frac{k \times \bar{r}}{1 + (k-1) \times r}$

O α estima a verdadeira fiabilidade do instrumento principalmente se ele for definido por uma escala multifatorial (Cortina, 1993; Osbourn, 2000). Quanto mais alta for a correlação entre os itens, maior é sua consistência interna. A avaliação correspondente do alfa, adotada para este trabalho, é a que segue:

$\alpha \leq 0,30$ Muito baixa

$0,30 < \alpha \leq 0,60$ baixa

$0,60 < \alpha \leq 0,75$ moderada

$0,75 < \alpha \leq 0,90$ alta

$\alpha > 0,90$ muito alta

Fonte: Freitas e Rodrigues 2005

Os dados coletados de um questionário são considerados consistentes pelo grau em que a medida está livre de erros. O valor zero para o alfa indica que não há nenhuma relação entre as medidas dos testes. Se o alfa for negativo há, em geral, duas possibilidades: um erro no cálculo ou uma terrível inconsistência interna do instrumento.

A validação de uma escala é um processo longo e, a utilização do cálculo do alfa de Cronbach é a forma mais conhecida de medir a consistência interna do instrumento (OVIEDO e CAMPO-ARIAS, 2005).

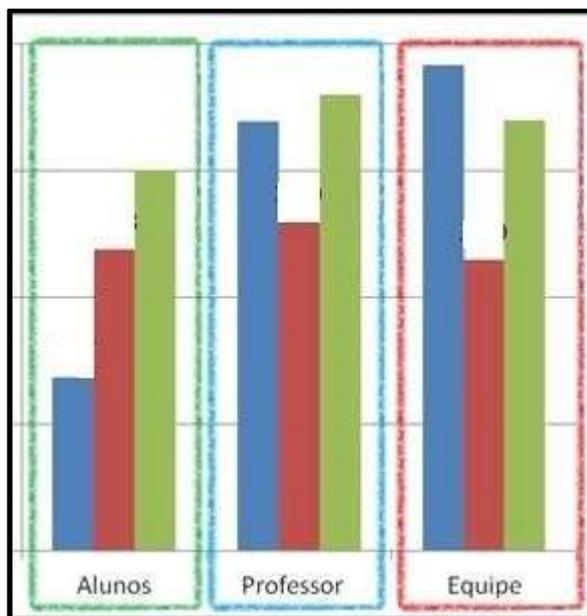
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O alfa de Chronbach calculado para essa amostra populacional e nas condições descritas na metodologia do trabalho resultou no valor de 0,84. Esse índice é considerado de alta consistência interna, isto é, muito satisfatório, razão pela qual foram dispensados demais testes estatísticos.

A pesquisa foi realizada no final do ano letivo, etapa em que estudantes, professores e equipe pedagógica tiveram tempo suficiente de interação para desenvolver suas concepções sobre a postura de cada grupo frente ao desenvolvimento das disciplinas.

Para melhor discutir e descrever as observações sobre o ensino de física, essa seção foi subdividida. O questionário foi dividido em três etapas, direcionadas a três grupos distintos: estudantes, professores e equipe pedagógica, já explanadas na metodologia. Essa divisão foi planejada estrategicamente para poder comparar as avaliações recebidas pelos três grupos, em como para poder discutir de forma mais clara e sucinta as avaliações gerais e as médias dos grupos foram organizadas em gráficos. Cada gráfico é dividido em três grupos de notas, como representado na Figura 2.

Figura 2: esquema dos grupos de resposta avaliados.



Fonte: Próprio autor (2016).

As cores das barras representam as notas recebidas por cada grupo, assim

cada barra azul representa as notas recebidas pelos professores, as barras vermelhas representam as notas recebidas pelos estudantes e as barras verdes representam as notas recebidas pelas equipes pedagógicas dos colégios pesquisados.

Na figura 2 foram destacados com contorno colorido os três grupos distintos e suas respectivas avaliações. O primeiro grupo de barras, identificado com a legenda **Estudantes** e contornado com a cor verde, representa as médias que os estudantes atribuíram para o professor (barra azul); a eles mesmos (barra vermelha), e a equipe pedagógica (barra verde).

O segundo grupo da figura 2, contornado pela cor azul e com a legenda **Professor** representa as notas atribuídas pelo professor. A nota da autoavaliação do professor (coluna azul), a nota dos estudantes (coluna vermelha) e a nota que o professor avaliou a equipe pedagógica (coluna verde).

O terceiro e último grupo do gráfico, indicado com contorno vermelho e com legenda **Equipe**, traz as notas que a equipe pedagógica atribuiu aos professores (coluna azul), aos estudantes (coluna vermelha), e a si mesma (coluna verde).

A seguir são avaliados os resultados apresentados por cada colégio.

Colégio Estadual do PR I

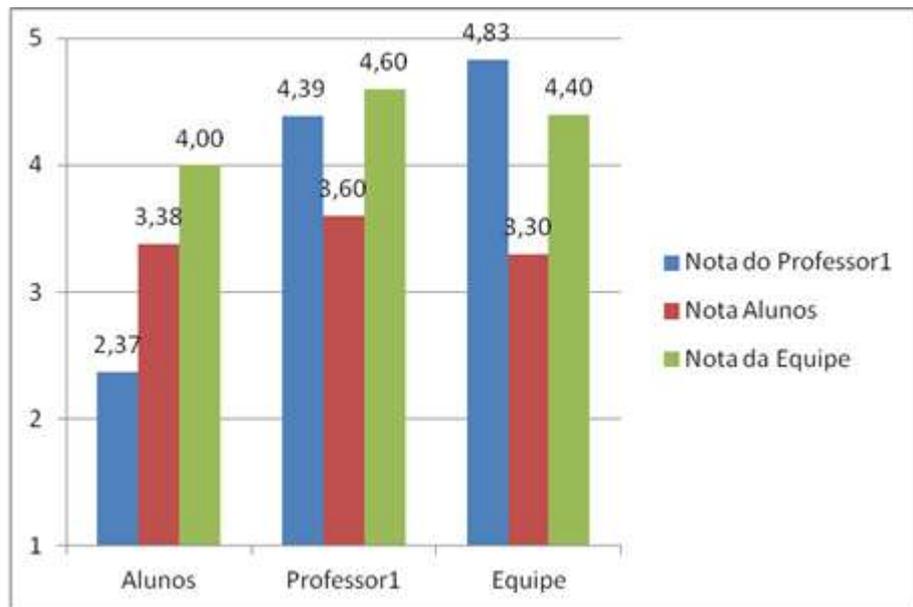
Os dados deste colégio foram dispostos em dois grupos, pois, cada um representa um dos professores do colégio e suas respectivas turmas. O primeiro refere-se ao professor 01 e o outro ao professor 02, assim identificados para preservação da identidade dos docentes sendo que, cada professor ministra aulas de física para quatro turmas do ensino médio.

A avaliação da equipe pedagógica foi efetuada sobre a postura dos dois professores de física avaliados. Em geral, a avaliação do comportamento dos estudantes pela equipe foi de neutralidade com leve inclinação positiva indicando que os avalia sem características marcantes. Já a avaliação sobre o professor obteve uma nota muito alta, 4,83, como pode ser verificada na Figura 3. Isso demonstra grande satisfação da equipe pedagógica sobre o trabalho desenvolvido pelos professores da disciplina de física.

Nota-se, entretanto, uma divergência acentuada entre a opinião dos

estudantes e da equipe pedagógica sobre o professor 01. Os estudantes avaliaram o desempenho e o papel do professor como insatisfatório, 2,37 (Figura 3). Segundo o julgamento dos estudantes o professor deixa muito a desejar em sua função no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 3: Gráfico do Colégio Estadual do PR I, dados do professor 1 e suas respectivas turmas. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas



Fonte: Próprio autor (2015).

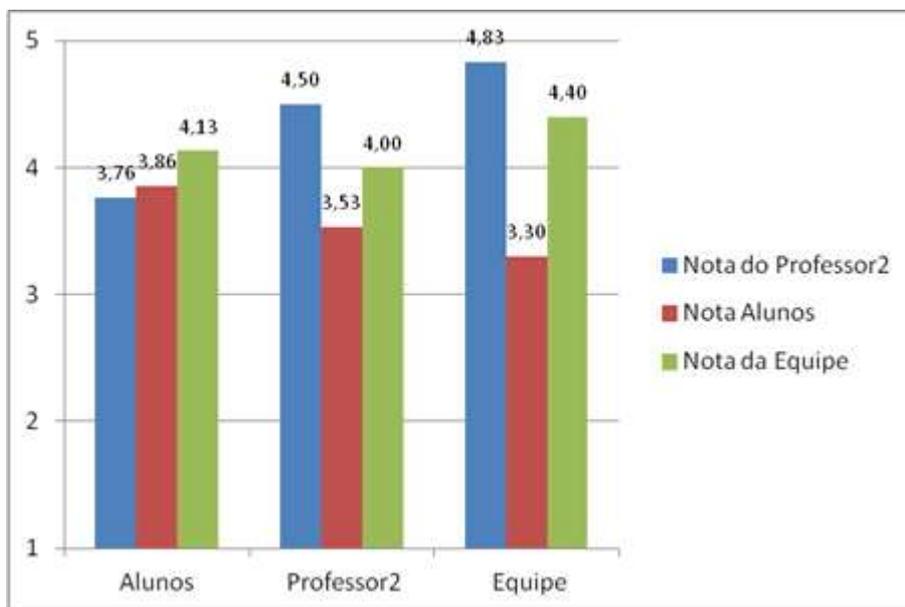
O segundo grupo deste colégio, representado pelo professor 2 e suas respectivas turmas, tiveram seus resultados dispostos na Figura 4.

Os estudantes desse grupo obtiveram avaliação levemente positiva pelos três grupos, mas, muito próximo do valor de neutralidade em sua autoavaliação e na avaliação pela equipe pedagógica. O professor foi responsável pela maior nota dos estudantes, como é possível verificar na Figura 4. Os próprios estudantes julgam seu comportamento mais insatisfatório do que o julgamento do próprio docente.

A autoavaliação dos estudantes pertencentes ao grupo 2 foi maior que a nota atribuída a eles pela equipe pedagógica e pelo professor da disciplina. Os estudantes julgam seu comportamento sendo satisfatório com valor muito próximo de 4,0. A avaliação do professor e da equipe pedagógica sobre o comportamento e rotina deles foi um pouco mais baixa, mas ainda assim positiva, 3,53 e 3,30,

respectivamente.

Figura 4: Gráfico do Colégio Estadual do PR I, turmas do professor 2. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas



Fonte: Próprio autor (2015).

A escola, seu ambiente e a realização do trabalho da equipe pedagógica são considerados satisfatórios pelos estudantes (Figuras 03 e 04). O grupo do professor 1 avaliou a escola com valor 4 e o grupo 2 com valor 4,13. Do ponto de vista docente a opinião novamente se confirma, recebendo avaliação 4,6 e 4,0 dos professores 01 e 02, respectivamente. Essa característica tem grande importância no processo de construção do conhecimento, pois se a escola representa um ambiente favorável ao desenvolvimento intelectual incentiva a melhora da ação dos membros responsáveis pelo desenvolvimento educacional.

Colégio Estadual do PR II

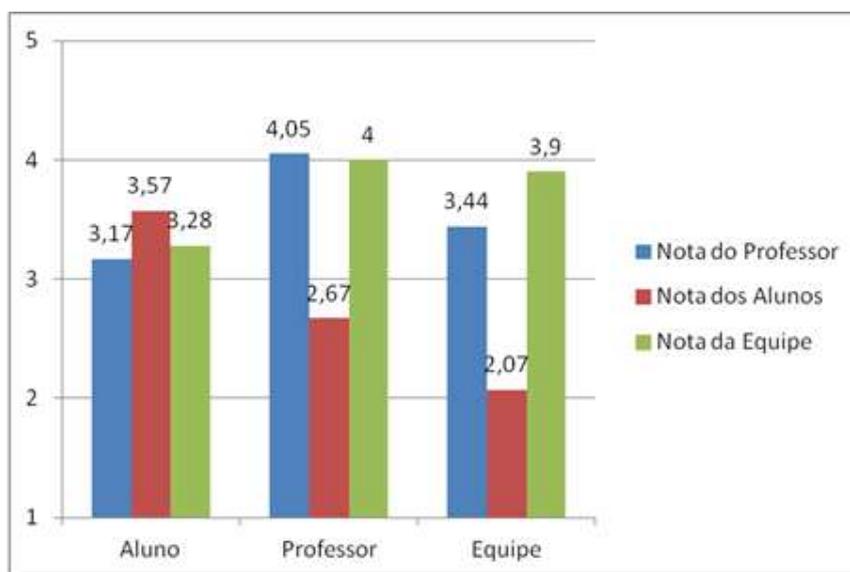
A avaliação da equipe pedagógica pelo professor e sua autoavaliação, no segundo colégio do PR, apresentaram valores positivos e muito próximos, 4,0 e 3,9, respectivamente, conforme Figura 5. Esses valores indicam satisfação do trabalho da equipe pedagogia pelo ponto de vista do professor. A avaliação dos estudantes

sobre este grupo se apresentou muito próxima da neutralidade, com leve inclinação positiva.

Ao que se refere à avaliação do professor há proximidade evidente entre a avaliação da equipe e dos estudantes, 3,44 e 3,17 conforme apresentado na Figura 5, já o professor autoavalia trabalho com maior satisfatoriedade.

O comportamento do estudante é visto como insatisfatório pela equipe pedagógica e pelo professor. Com avaliação 2,07 e 2,67 respectivamente (Figura 5). Os estudantes, porém, julgam seu comportamento adequado à rotina escolar e estudantil.

Figura 5: Gráfico do Colégio Estadual do PR II. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas



Fonte: Próprio autor (2015).

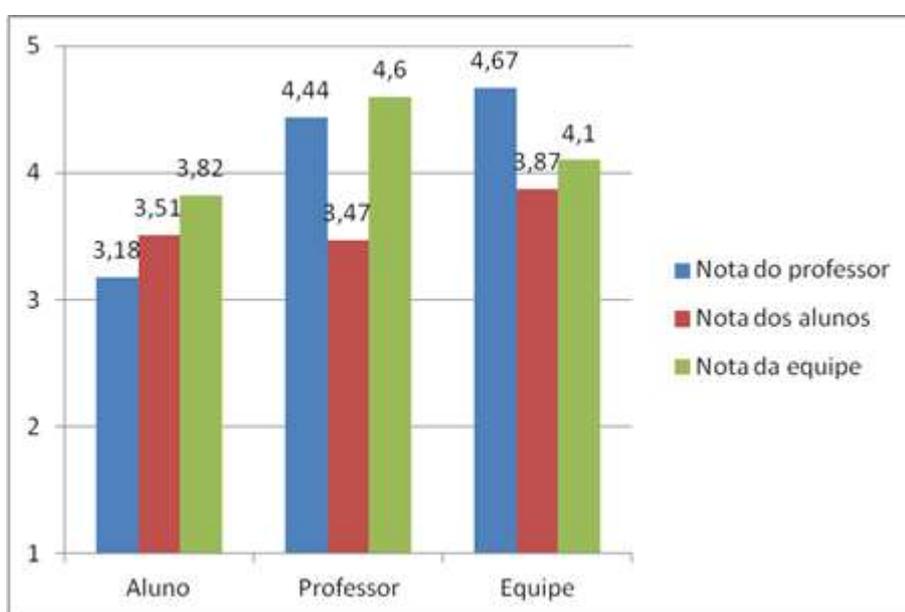
Colégio Estadual do PR III

Em geral a avaliação do professor foi positiva, no terceiro colégio do PR. A menor avaliação foi atribuída pelos estudantes sobre o trabalho do professor de física, mas ainda está próxima à neutralidade, indicando que os estudantes não têm opinião clara ou unilateral sobre a avaliação de seu professor. Já a autoavaliação e a efetuada pela equipe pedagógica avaliam o professor em direção a uma avaliação positiva de seu trabalho.

A equipe pedagógica apresenta aprovação geral sobre o desempenho de seu papel variando de 3,8 a 4,6, notas atribuídas pelos estudantes e pelo professor, respectivamente, como pode ser observado na Figura 6.

A avaliação do comportamento dos estudantes foi, em geral, positiva. Sendo a equipe pedagógica responsável pela maior nota do comportamento e da rotina de estudos dos estudantes.

Figura 6: Gráfico do Colégio Estadual PR III. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.



Fonte: próprio autor (2015).

Colégio Estadual PR IV

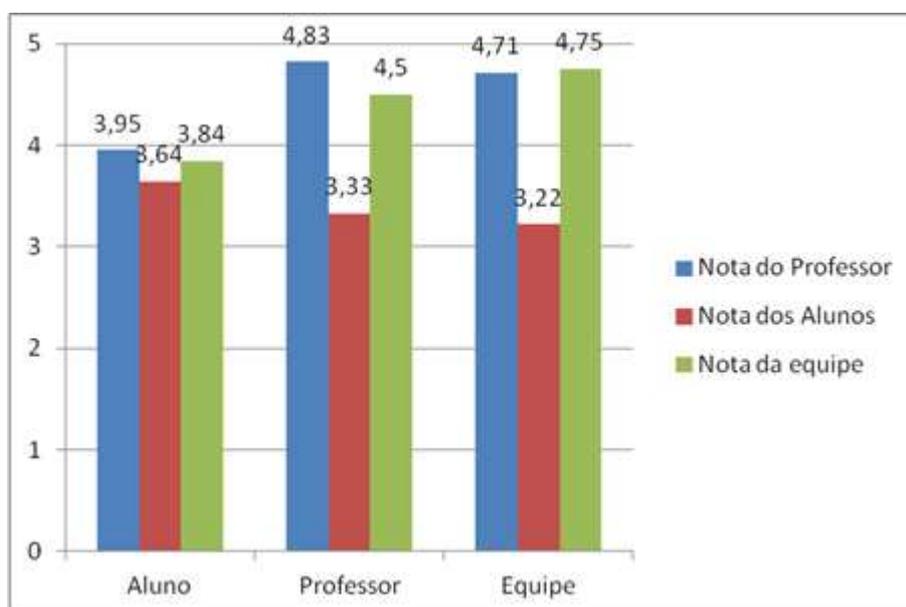
Nesta instituição observa-se grande satisfação do trabalho docente, da equipe pedagógica e do ambiente escolar, como é possível verificar nos dados da Figura 7.

Nota-se forte concordância nas opiniões do professor e da equipe pedagógica. A autoavaliação do professor foi 4,83 e a avaliação da equipe sobre o trabalho docente foi de 4,71. E a avaliação do professor sobre a equipe foi de 4,5 e a autoavaliação dela foi de 4,75. Dados evidenciados da Figura 7.

A avaliação recebida pelos estudantes foi a que apresentou a menor

pontuação, mas, sendo quase neutra por parte do professor e da equipe pedagógica. Mesmo assim foi positiva.

Figura 7: Gráfico Colégio Estadual PR IV. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas pelas cores das colunas.



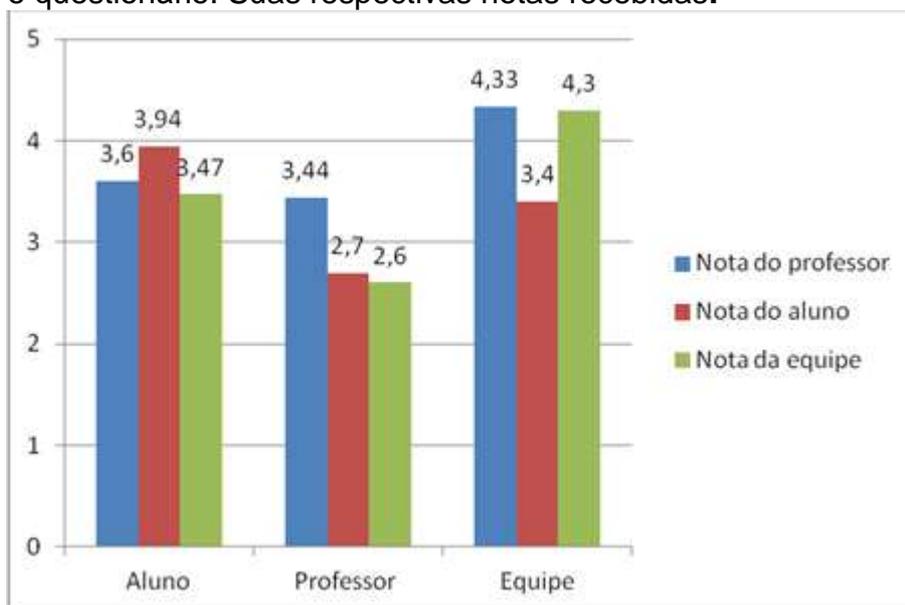
Fonte: próprio autor (2015).

Colégio Estadual de São Paulo I

Observando a avaliação, do primeiro colégio avaliado de São Paulo, sobre a equipe pedagógica e o ambiente escolar, nota-se uma discordância do professor em relação aos outros grupos, conforme Figura 8. O professor, ao avaliar a escola com nota geral 2,6, demonstra sua insatisfação ou com o ambiente ou com o trabalho da equipe pedagógica. Já a equipe pedagógica se autoavalia de forma positiva e satisfatória. Essa mesma opinião, mas com ênfase um pouco reduzida é observada na avaliação dos estudantes.

Os estudantes, por sua vez, se autoavaliaram positivamente. A equipe pedagógica comunga dessa opinião, porém com menos destaque. Já o professor avalia os estudantes de forma negativa, apesar de ser levemente negativa.

Figura 8: Gráfico Colégio Estadual de São Paulo I. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas.



Fonte: próprio autor (2015).

Vale ressaltar, ainda na Figura 8, que o professor desse colégio considera que seu trabalho ainda precisa melhorar com nota 3,44. Pois, não obteve a nota máxima para si mesmo. Por outro lado, os estudantes consideram o seu trabalho um pouco mais positivo com nota 3,60.

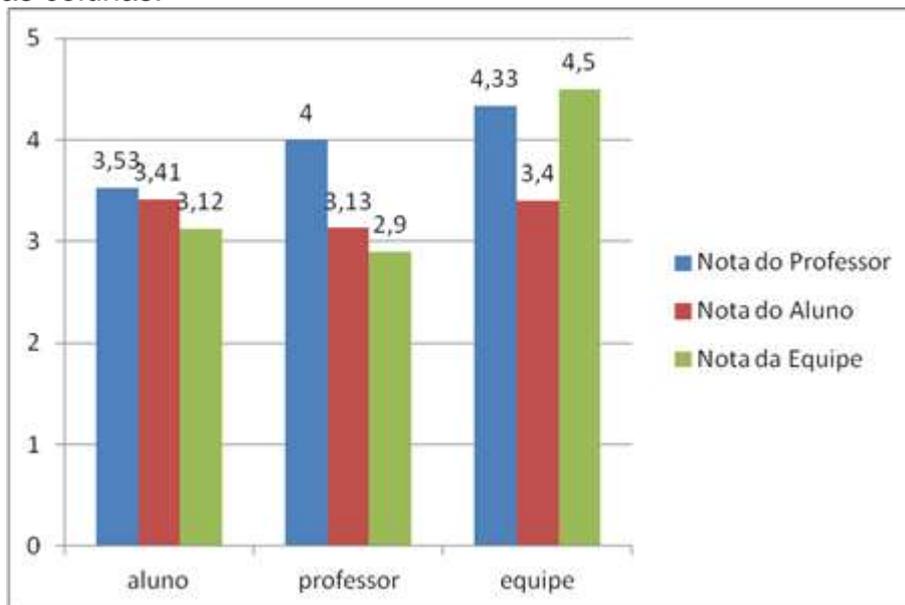
Colégio Estadual de São Paulo II

A avaliação sobre os estudantes, do segundo colégio de São Paulo, foi a mais uniforme, variando de 3,13 a 3,41, de acordo com os dados da Figura 9. A equipe avaliando sobre os estudantes e a autoavaliação dos estudantes obtiveram praticamente a mesma nota. Já o professor deu aos estudantes uma nota levemente inferior como pode ser observado nas colunas vermelhas da figura 9.

O desempenho do professor foi considerado satisfatório. Obteve avaliação 4,33 por parte da equipe e 3,53 dos estudantes. E mesmo a avaliação atribuída pelos estudantes, não estando tão distante da neutralidade, indica satisfação sobre o trabalho docente.

Figura 9: Gráfico do Colégio Estadual de São Paulo II. Comparativo entre as médias das avaliações. No eixo horizontal são indicados os grupos que responderam o questionário. Suas respectivas notas recebidas estão diferenciadas

pelas cores das colunas.



Fonte: próprio autor (2015).

O professor e os estudantes apresentaram avaliação praticamente neutra sobre o colégio e sobre o trabalho da equipe pedagógica. Esta se avaliou de forma muito positiva (conforme Figura 9).

Avaliação de cada colégio por questões

Nessa etapa serão apresentadas observações considerando as médias de avaliação e frequências de respostas obtidas a cada sentença. Essa avaliação também foi subdividida em seções para facilitar a compreensão das discussões.

A única questão que recebeu avaliação negativa por parte dos estudantes de todos os colégios é a que trata de que os professores ministrem aulas em conjunto. Essa prática não ocorre segundo a opinião da maioria dos estudantes. Essa avaliação dos estudantes discorda da avaliação dos professores ou da equipe pedagógica em cinco dos seis colégios avaliados. No caso do colégio de SP II a avaliação dos estudantes discorda com a avaliação dos outros dois grupos. Portanto, não integração das disciplinas ou aulas interdisciplinares.

Baseado na maior frequência apresentada pelas avaliações, a maioria dos estudantes afirma não saber se os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho. Quatro dos seis professores afirmam que estão satisfeitos e os professores dos outros dois colégios não estão satisfeitos com o ambiente de trabalho. Apenas a equipe pedagógica colégio SP I afirma que o professor não está satisfeito com o

ambiente de trabalho, mas avaliou de modo positivo seu trabalho como um todo. A equipe pedagógica do colégio estadual do PR III afirma não saber se o professor está ou não satisfeito com o ambiente de trabalho.

Das quarenta e quatro sentenças avaliadas em todos os colégios nenhuma delas apresentou concordância positiva (acima do valor 4,0) por parte dos três grupos. Ao baixar a média de corte para a comparação de avaliações acima da neutralidade (acima de 3,0), apenas as questões 41 e 42 apresentaram concordância positiva quando são comparadas as médias de cada questão. Elas abordam o trabalho em equipe dos membros responsáveis pela escola e pelo ensino para resolver os problemas com os estudantes e a realização de feiras de ciências. Essas duas sentenças mostram que esses itens são desenvolvidos de forma satisfatória por todas as escolas avaliadas nesse trabalho, demonstrando de forma positiva esse tipo de ação.

Ao comparar a frequência das respostas dadas pelos estudantes e compará-las com as médias das avaliações dos professores e da equipe pedagógica observa-se concordância em sete questões: 01; 02; 03; 05; 17; 18 e 42.

Algumas dessas sentenças que apresentam concordância entre os três grupos são características da abordagem behaviorista, como é o caso da sentença 01 que questiona se o professor domina a matéria. Nos resultados dessa sentença, pode-se observar que ainda temos grande influência do professor como detentor do conhecimento, como se esse conhecimento pudesse ser passado dos professores para os estudantes.

As outras duas sentenças em que os grupos apresentaram concordância e que fazem parte do behaviorismo são a abordagem excessivamente matemática (sentença 17) e a abordagem baseada somente nos conteúdos programáticos dos livros didáticos (sentença 18).

Por outro lado, existem indícios também de abordagens com contexto mais atualizado e que estão presentes no cotidiano do ensino de física nas escolas estudadas. A percepção de satisfação docente durante a realização do seu trabalho (sentença 02), faz parte de uma abordagem humanista e a concordância entre as opiniões dos três grupos evidencia que os estudantes, durante o decorrer das aulas, observam a atuação docente e podem ser influenciados por ela, em sua rotina de estudos.

As teorias com abordagem sociocultural também aparecem nas opiniões favoráveis dos grupos: na sentença 03 (O professor estimula a participação dos estudantes durante as aulas), a sentença 05 (O professor estabelece relação entre a teoria e a prática) e a sentença 42 (A escola promove feiras do conhecimento e demais eventos). A abordagem sociocultural envolve os processos de interação entre os cidadãos

A seguir, são discutidas algumas avaliações pontuais dos colégios, que são mais relevantes do ponto de vista de confronto de opiniões das partes envolvidas nesse trabalho. Verificou-se que muitos resultados estão de acordo com relatos da literatura.

Colégio Estadual do PR I:

Considerando as respostas convertidas em dados numéricos, as sentenças 27 e 28^a foram as únicas que obtiveram valores gerais abaixo de 3,0 dos três grupos avaliados. Essa pontuação indica que os três grupos avaliam de forma negativa a real posição da atuação segundo essas sentenças.

A sentença 27 questiona a preferência dos estudantes por aulas expositivas. Diante da avaliação negativa por parte dos três grupos entrevistados observa-se uma postura comum de rejeição à abordagem tradicional e um vislumbre que o trabalho da disciplina de física torna-se mais atrativo quando abandonadas as concepções demasiadamente tradicionalistas de ensino, em concordância com o trabalho de Gonçalves e colaboradores (2006) que sugere a substituição de uma aula tradicional de física, com quadro e giz por uma aula com elementos mais interativos e se possível utilizando tecnologias digitais para motivação dos estudantes.

A sentença 22^b foi avaliada de forma negativa pelos professores e pela equipe pedagógica, mas obteve avaliação positiva dos estudantes.

As duas sentenças 11^c e 15^d foram avaliadas de forma negativa na autoavaliação docente e pelos estudantes. Porém esse problema não é reconhecido

^a Questão 28: Os estudantes tem muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados

^b Questão 22: Os estudantes vêm para a escola com o principal objetivo de aprender.

^c Questão 11: O professor é inseguro ao responder as dúvidas dos estudantes.

^d Questão 15: O professor ministra aulas em conjunto com outros professores.

pela equipe pedagógica.

Os estudantes e a equipe pedagógica concordam, na sentença 19^e, que a matéria de física no ensino médio tem um grau elevado de complexidade, ou seja, consideram a matéria difícil. O professor que ministra a matéria discorda da avaliação destes dois grupos. No trabalho de Lopes (2004) ele relata que basta conversar com alguns estudantes e professores para constatar que a disciplina de física é considerada difícil e ainda afirma que muitos estudantes evitariam essa disciplina se pudessem.

Souza et al. (2009) ainda afirmam que a disciplina de física é percebida como difícil, excessivamente abstrata e aparentemente “desencarnada” das situações da vida cotidiana dos estudantes e ressalta a preocupação do desencantamento dos jovens por essa disciplina.

Questões 10^f e 16^g foram avaliadas de forma negativa somente pelos estudantes, na avaliação da frequência. As sentenças 20^h, 29ⁱ, 33^j, 35^k, 36^l, 38^m, 44ⁿ foram avaliadas de forma negativa somente pelo professor.

Os estudantes deste colégio avaliaram como confusas as explicações de física do professor. Entende-se que por se tratar de um fenômeno comunicativo, a sala de aula é um ambiente de diálogo, interação e troca. Ao relacionar o discurso do professor com a fala dos estudantes, Souza e Sasseron (2012) observaram uma relação de causa e efeito entre estes dois para os objetivos da aula e com o aparecimento de aspectos da Alfabetização Científica chamando atenção para a importância do diálogo claro entre esses dois grupos.

^e Questão 19: Os estudantes consideram a matéria fácil,

^f Questão 10: Suas explicações são confusas.

^g Questão 16: O professor divulga o planejamento da disciplina para os estudantes.

^h Questão 20: Os estudantes consideram a física uma matéria desinteressante.

ⁱ Questão 29: Os estudantes reconhecem a importância da disciplina para sua formação.

^j Questão 33: Os estudantes reconhecem que aprenderam bastante com a disciplina de física.

^k Questão 35: A escola oferece um ambiente agradável à aprendizagem.

^l Questão 36: A escola é um ambiente seguro.

^m Questão 38: A equipe pedagógica trabalha junto com os professores para melhorar cada vez mais o ambiente da escola.

ⁿ Questão 40: A escola cumpre totalmente seu papel de ensinar e educar o indivíduo para a sociedade.

Sobre o desinteresse na disciplina de física, abordado na sentença 20, Menegotto e Filho (2008) afirmam o problema da escassez de professores de física indicado no Portal do Conselho Nacional de Educação (Brasil - MEC/CNE/CEB, 2007), e indicam que eles não estão conseguindo criar em seus estudantes o interesse pela física suficiente para que optem por essa disciplina ao prosseguir seus estudos. Souza et al (2009) ainda afirmam que é possível despertar nos adolescentes o gosto pelo estudo das Ciências se seu ensino favorecer nos estudantes a capacidade de compreender os fenômenos do mundo, partindo do contexto mais próximo deles, até o mais distante. Ao adotar essa postura inovadora, o professor possivelmente obterá uma resposta mais favorável dos estudantes reduzindo a sensação de desinteresse dos estudantes por suas aulas.

O ensino de física encontra-se, segundo Menegotto e Filho (2008), atrelado a paradigmas tradicionais e, muito lentamente, vão sendo introduzidas práticas educativas compatíveis com o perfil desejado para o egresso do ensino médio. Esse fato observado pelos autores vai de encontro com a percepção do professor entrevistado:

O aprender se torna mais interessante quando o estudante se sente competente pelas atitudes e métodos de motivação em sala de aula. O prazer pelo aprender não é uma atividade que surge espontaneamente nos estudantes, pois, não é uma tarefa que cumprem com satisfação, sendo em alguns casos encarada como obrigação. Para que isto possa ser melhor cultivado, o professor deve despertar a curiosidade dos estudantes, acompanhando suas ações no desenvolver das atividades. (GADOTTI 1999, p.56)

Colégio Estadual PR II

As sentenças 16^o, 23^p e 28^q foram avaliadas de forma negativa pelos três grupos.

As sentenças 13^r, 14^s e 15^t foram avaliadas de forma negativa pelos estudantes e pela equipe pedagógica, mas foi avaliada de forma positiva pelos

^o Questão 16: O professor divulga o planejamento da disciplina para os estudantes.

^p Questão 23: Os estudantes estudam com frequência fora do horário das aulas.

^q Questão 28: Tem muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados.

^r Questão 13: O professor ministra aulas experimentais.

^s Questão 14: O professor mantém os estudantes atentos durante as aulas.

^t Questão 15: Ministra aulas em conjunto com outros professores.

professores.

Na sentença 13, que questiona aulas experimentais Pino (2001) considera que atividade experimental possa render uma resposta didática eficiente, favorecendo uma apresentação coletiva, facilitando a indução didática na direção de todos interpretarem “a mesma coisa da mesma forma” – teoria de Gestalt.

Lima et al. (2009) consideram que a experimentação tem pouco destaque entre as tarefas do cotidiano do ensino de física. Seu trabalho mostra que uma parte considerável dos jovens cursa o ensino médio sem “experenciar” os fenômenos ligados a temas tratados na disciplina. Para os autores, o professor deve oferecer condições para que os conteúdos ganhem significado e as descobertas sejam sustentadas e incentivadas pela experimentação.

O Trabalho Experimental realizado em sala de aula tem uma frequência pequena e assume, quase sempre, a forma de demonstração feita pelo docente, para toda a turma. Professores e estudantes, reconhecem as potencialidades do Trabalho Experimental, na promoção de aprendizagem. As situações em que os estudantes se limitam a seguir instruções ou a observar a experiência realizada pelo professor são as que menos contribuem para a aprendizagem. (SARAIVA-NEVES, et al 2006).

A fim de reduzir as dificuldades encontradas para implementação pedagógica Gonçalves *et al* (2006) consideram que especialmente quando as experiências não podem ser realizadas, pela falta de condições físicas, ou pela falta de tempo hábil, simulações podem ser introduzidas no sentido de ampliar as condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos das mais diversas áreas. Apesar da apostila elaborada com o intuito de apresentar formas metodológicas de implementação didática não apresentar uma seção específica para abordagem de simulações computacionais elas podem ser encontradas no sitio da web https://phet.colorado.edu/pt_BR/ de forma gratuita e incorporada à prática docente.

As questões 20^u, 21^v, 26^w e 31^x são as sentenças em que professores e equipe pedagógica concordam quanto a avaliação negativa

Os estudantes destes colégios afirmam se interessar pela disciplina de física, porém os professores e a equipe pedagógica não conseguem perceber o interesse

^u Questão 20: Os estudantes consideram a física uma matéria desinteressante.

^v Questão 21: Os estudantes não fazem os trabalhos propostos pelo professor.

^w Questão 26: Os estudantes, em geral, são bem comportados e educados.

^x Questão 31: Os estudantes prestam muita atenção durante as aulas.

deles pela disciplina.

A sentença 30^y é a única em que estudantes e professores discordam mutuamente da equipe pedagógica. Essa sentença refere-se à apresentação da física com excessiva preocupação com os cálculos matemáticos. Segundo Lopes (2004), a relação entre a física e a Matemática deve ser progressiva, assim, a exploração física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida, só após a compreensão teórica do fenômeno em questão é que gradualmente a linguagem matemática deve ser introduzida. O autor ainda reconhece que a tentação de se fazer ao contrário é grande.

A sentença 15^z foi a única avaliada negativamente somente pelos estudantes, na avaliação da frequência. As sentenças 07^{aa}, 21, 37^{bb}, 39^{cc} e 40^{dd} foram avaliadas negativamente somente pelo professor da disciplina e a sentença 22^{ee} é a única avaliada negativamente pela equipe pedagógica.

A sentença 40 aborda a satisfação docente com seu trabalho Moreira (2010) afirma que os maiores casos de insatisfação dos professores estão atrelados a fatores como a valorização da profissão, os recursos materiais para as aulas, o excesso de trabalho burocrático, ou seja, as condições de trabalho em geral. Esses fatores podem trazer frustração, desinteresse e prejuízo a aprendizagem do estudante e, nesse caso, a insatisfação docente não é reconhecida pelos outros grupos.

Colégio Estadual PR III

A questão 27^{ff} é a única sentença em que os três grupos desse colégio concordam e avaliam de forma negativa e a única questão avaliada negativamente pela equipe pedagógica. Essa sentença aborda a preferência dos estudantes por

^y Questão 30: Os estudantes consideram a física como aplicações de fórmulas.

^z Questão 15: O professor ministra aulas em conjunto com outros professores.

^{aa} Questão 07: O professor propõe atividades variadas (em grupos, pesquisas, etc...)

^{bb} Questão 37: A escola possui laboratórios didáticos em boas condições.

^{cc} Questão 39: A escola incentiva a criatividade dos estudantes.

^{dd} Questão 40: Os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho.

^{ee} Questão 22: Os estudantes vêm para a escola com o principal objetivo de aprender.

^{ff} Questão 27: Os estudantes preferem aulas expositivas (somente quadro e giz)

aulas expositivas Gonçalves, Veit e Silveira, (2006) acreditam que a substituição de uma aula tradicional de física, com quadro e giz por uma aula interativa pode servir como motivação para os estudantes.

As sentenças 04^{gg} e 15^{hh} foram avaliadas de forma negativa pelos professores e pelos estudantes, mas foram avaliadas positivamente pela equipe pedagógica.

As outras sentenças não apresentaram concordância na avaliação dos grupos.

A única sentença avaliada negativamente pelos estudantes baseada na frequência que as respostas ocorreram foi a sentença 07ⁱⁱ. Ao analisar as médias das respostas dos estudantes as sentenças 01^{jj}, 02^{kk}, 03^{ll}, 05^{mm}, 06ⁿⁿ, 09^{oo}, 14^{pp}, 17^{qq}, 18^{rr}, 20^{ss} e 24^{tt} foram avaliadas negativamente. A única sentença que foi avaliada negativamente somente pela equipe pedagógica foi a sentença 23^{uu}.

Sobre o professor dominar a matéria, sentença 01, Albuquerque (2010) cita a dominação do conhecimento específico como um dos fatores mais importantes para a boa atuação docente no ensino médio.

Apenas os estudantes acreditam que o professor não gosta de dar aula em resposta a sentença 02^{vv}. Entre os fatores que mais trazem satisfação com o

^{gg} Questão 04: O professor apresenta a física como ciência em evolução.

^{hh} Questão 15: O professor ministra aula em conjunto com outros professores

ⁱⁱ Questão 07: O professor propõe atividades variadas (grupo, pesquisa, etc)

^{jj} Questão 01: O professor domina a matéria.

^{kk} Questão 02: O professor gosta de dar aula.

^{ll} Questão 03: O professor estimula a participação dos estudantes durante as aulas.

^{mm} Questão 05: O professor estabelece relação entre a teoria e prática.

ⁿⁿ Questão 06: O professor propõe problemas do cotidiano.

^{oo} Questão 09: O professor utiliza recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos, etc...)

^{pp} Questão 14: O professor mantém os estudantes atentos durante as aulas.

^{qq} Questão 17: O professor ensina somente o que está no livro.

^{rr} Questão 18: O professor ensina somente fórmulas matemáticas e não as relaciona com a disciplina.

^{ss} Questão 20: Os estudantes consideram a física uma matéria desinteressante.

^{tt} Questão 24: Os estudantes relacionam com facilidade teoria e prática.

^{uu} Questão 23: Os estudantes estudam com frequência fora do horário das aulas

^{vv} Questão 02: O professor gosta de dar aula.

trabalho docente podem ser citados: o relacionamento com a direção da escola, o contato com outros professores, a amizade com os colegas e o ambiente escolar, segundo Moreira (2010).

Sobre o estímulo à participação dos estudantes durante as aulas, novamente eles não afirmam que isso acontece. O estímulo que professor e equipe pedagógica acreditam que esteja ocorrendo em sala de aula não está atingindo de forma significativa os estudantes. Em todos os episódios e em toda a aula, a abordagem interativa demanda perguntas e, mesmo com intenções diferentes, a pergunta se torna o elemento pelo qual o professor caminha para o desenvolvimento da aula (SOUZA E SASSERON, 2012). No entanto, os estímulos devem atingir de forma significativa os estudantes ou não surtirão os efeitos desejados.

Werneck (2002) é bem pragmático ao afirmar a importância do trabalho da física como uma ciência atual e em desenvolvimento “O mestre precisa voltar-se para a utilidade dos conteúdos que ensina e, em seguida, para a atualidade. O restante é perda de tempo ou escravidão aos paradigmas”.

Da sentença 05^{ww} as aulas de física fazem com que os estudantes possam perceber as coisas ao seu redor e buscar os porquês, isto é, uma explicação, uma justificativa para os fenômenos que eles observam. Essa sentença faz relação com a observação de Angotti et al (2001) sobre a importância da relação entre teoria e prática. Eles citam que com essa prática, os estudantes descobrem a importância do conhecimento educacional, não descartando nem desvalorizando o saber adquirido nas experiências vividas. Os autores ainda acreditam que relacionando teoria, apreendida nos bancos escolares, e prática, vivida no dia-a-dia na oficina da vida, efetiva-se da melhor forma a emancipação do estudante.

Menegotto e Filho (2008) já citam como problema o assunto abordado na sentença 06^{xx}, segundo eles uma das causas mais corriqueiras de problemas na disciplina de física pode estar relacionada à ausência de relações entre os conteúdos estudados e as situações cotidianas dos estudantes, e isso dificulta a construção de significados. Para esses autores o raciocínio do professor parece estar fora de sintonia com o do estudante. Entretanto, fazer a transposição entre o

^{ww} Questão 05: O professor estabelece relação entre teoria e prática.

^{xx} Questão 06: O professor propõe problemas do cotidiano.

conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano exige do professor um conhecimento não só da física, mas de métodos e estratégias de ensino que sejam adequadas para desenvolver tais significados e habilidades (BULEGON E TAROUCO, 2015).

Pode-se verificar que o pensamento crítico é apontado como um objetivo comum de várias áreas do conhecimento da Educação Básica. Um dos desafios do ensino é tornar o estudante uma pessoa crítica e atenta aos fenômenos e técnicas do seu cotidiano (BULEGON E TAROUCO, 2015).

Para Werner e Rosa (2005), o conhecimento cotidiano e o científico geralmente são considerados antagônicos, embora apenas pertençam a diferentes níveis de desenvolvimento. Nesse contexto, Lima e Tenório (2010) relatam em seu trabalho que o professor que exerce práticas avaliativas mais emergentes, como abordada na sentença 09^{yy}, é influenciado por uma formação continuada e por orientações das instituições em que atua. Para elaborar propostas inovadoras de avaliação, o professor precisa praticar leituras de documentos oficiais, como os PCN-EM e selecionar as competências exigidas, reconstruindo sua prática e mostrando o conhecimento científico do cotidiano. No momento em que essas reconstruções encontram um terreno fértil, elas são vivenciadas e permitem o surgimento de práticas inovadoras de avaliação.

Quando essa competência é exigida não basta destinar mais tempo para a avaliação, considerando espaços de negociações e tomadas de decisões acerca de práticas avaliativas, é preciso haver mudanças estruturais na escola, mudanças no currículo e na formação de professor, tanto na inicial, quanto na continuada (LIMA E TENÓRIO, 2010).

As avaliações, normalmente, são encaradas como uma obrigação que os estudantes e professores realizam sem compreender que elas são um instrumento de favorecimento do processo de ensinar e aprender (MENEGOTTO E FILHO, 2008).

Muitos estudantes percebem os cálculos, abordado pela sentença 18^{zz}, como

^{yy} Questão 09: O professor utiliza recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos, etc...)

^{zz} Questão 18: O professor ensina somente fórmulas matemáticas e não as relaciona com a disciplina.

um empecilho à aprendizagem, e não como uma linguagem própria que, quando compreendida, pode se transformar em um recurso poderoso para a compreensão da física (MENEGOTTO E FILHO, 2008).

A relação entre física e matemática deve ser progressiva. A exploração física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida. Logo que esse passo esteja completo, a situação estudada deve ser aperfeiçoada com a introdução progressiva da linguagem matemática. A tentação de se fazer ao contrário é grande (LOPES, 2004, p. 335).

Gonçalves e colaboradores (2006) acreditam que os estudantes, em geral, têm dificuldade em interligar as equações utilizadas com a realidade à sua volta, o que também dificulta a aprendizagem.

Da sentença 24^{aaa} sobre facilidade da relacionar teoria e prática na física, a disciplina possui, por si só, um elevado nível de abstração, tornando-a geralmente complexa. A transição do nível macroscópico ao nível microscópico, por exemplo, requer que o estudante tenha desenvolvido certos esquemas cognitivos. Atividades experimentais podem facilitar essa transição (SOUZA et al, 2009).

A relação entre a teoria e a prática, indicada na LDB (Brasil, 1996), foi dada como totalmente satisfatória na autoavaliação do professor e na avaliação da equipe pedagógica. Já os estudantes demonstraram opinião contrária. A avaliação dos estudantes se apresenta próxima à neutralidade, porém levemente negativa. Como essa mesma nota foi atribuída pelos estudantes na questão sobre a facilidade com que eles mesmos relacionam a teoria e a prática, pode-se notar que a opinião deles é bem dividida. E que a ótima relação que o professor aborda não está surtindo efeito ou atingindo seu objetivo que é de fazer com que os estudantes a reconheçam.

Sobre a interdisciplinaridade e a variedade de materiais utilizados para o ensino da disciplina, exigidos nos PCNs (Brasil, 1999), novamente há contradição acentuada entre a opinião dos estudantes e da equipe pedagógica e do professor. Os estudantes não reconhecem a relação interdisciplinar e nem a diversidade de materiais que o professor e a equipe pedagógica afirmam existir durante a rotina das aulas de física.

^{aaa} Questão 24: Relaciona com facilidade teoria e prática.

Outra parte do trabalho docente que recebe avaliação geral positiva é a relação entre teoria e prática durante as aulas de física. Essa relação é indicada na avaliação do professor pelo estudante e reforçada na autoavaliação estudantil. Sobre a relação entre teoria e prática exigida na LDB (Brasil, 1996), o professor afirma que é trabalhada em todas as suas aulas, mas acredita que parte dessa relação não seja percebida ou apreendida pelos estudantes. A equipe pedagógica, mais uma vez, avalia positivamente o professor e negativamente o estudante. O que, nesse tópico, parece contraditório. Se o trabalho do professor em relacionar teoria e prática está sendo satisfatório, e, considerando que o principal objetivo dessa abordagem seja a melhor formação dos estudantes ao indicar que estes não conseguem relacionar teoria e prática evidencia-se que o trabalho docente não está tão eficiente como indicado anteriormente

Com respeito ao professor enriquecer o estudo da disciplina com outros materiais e conteúdos, não abordados pelo livro escolhido pela escola, professor e equipe pedagógica indicam total satisfação. Na opinião destes dois grupos o trabalho do professor em diversificação está totalmente satisfatório, estando de acordo com os apontamentos do trabalho de Zuanon (2006). A avaliação dos estudantes também é positiva, mas com grande proximidade da neutralidade. Mesmo este trabalho sendo realizado pelo professor ele não está sendo identificados pelos estudantes.

Os estudantes consideram a disciplina interessante e essa opinião é conhecida pela equipe pedagógica o professor mesmo tendo maior contato com os estudantes, principalmente durante as aulas de física, desconhece a opinião de seus próprios estudantes sobre o tema. Eles também reconhecem a sua importância para sua formação, e essa opinião é reconhecida tanto pelo professor quanto pela equipe pedagógica, corroborando com os resultados de Pinent (1993).

O aprofundamento dos conteúdos da disciplina de física e a relação entre eles, os conteúdos pedagógicos e as pesquisas em ensino deve ser uma prática comum para o desenvolvimento de metodologias de ensino.

As discussões sobre os métodos de ensino são muitas vezes desvalorizadas. A importância no meio acadêmico é muitas vezes direcionada a conteúdos específicos. A prática da docência é baseada na no conhecimento científico contanto com o apoio de improvisos quando se trata dos métodos utilizados para trabalhar os

conteúdos.

Por outro lado, o professor que defende a importância das discussões sobre os métodos didáticos e das perspectivas educacionais, corre o risco de ser acusado de menosprezar o conhecimento científico em favor das metodologias.

Tendo em vista a realidade do desenvolvimento do ensino de física nas escolas e o atual rumo das pesquisas no ensino dessa disciplina defende-se aqui que o estudo dos métodos não deve ser desvinculado do estudo dos conteúdos científicos. Ambos têm extrema importância e se complementam para um bom desenvolvimento das aulas de física.

Ressalta-se a importância do conhecimento do professor sobre as correntes educacionais a fim que ele possa melhor avaliar os materiais que utiliza em sala de aula e tenha sua postura educacional condizente com sua atuação.

Para as discussões sobre os métodos de ensino, é muito importante que as teorias educacionais sejam revistas. Mesmo visões reconhecidamente ultrapassadas, tais como concepções behavioristas, precisam ser debatidas, pois, apesar de seu declínio nas pesquisas em ensino de ciências, elas ainda podem ser identificadas em práticas pedagógicas, como discutido anteriormente (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2010).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo verificar a correspondência existente entre o trabalho docente e o comportamento dos estudantes na disciplina de física. O conhecimento da relação existente entre as variáveis que descrevem o trabalho docente e a visão dos estudantes é de grande importância para a melhora do seu ensino.

Os estudantes, em geral, reconhecem sua importância para sua formação, e essa opinião é reconhecida tanto pelo professor quanto pela equipe pedagógica.

O professor, que durante as aulas, utiliza recursos diferentes de motivação, contextualização da física e relação com outras áreas do conhecimento, promove em seus estudantes maior comprometimento e dedicação. Da mesma forma, neste estudo foi possível verificar que um professor que tem sua prática baseada na pedagogia tradicional tem maior chance de promover desinteresse dos estudantes pela disciplina.

Evidencia-se, portanto, a importância dos estudos e trabalhos que buscam a melhoria do aprendizado pela transformação da postura do professor, aliando-se o conhecimento de novas técnicas de ensino, suas potencialidades e a aplicação durante as aulas.

Mesmo com o incentivo às pesquisas e incorporação de novas metodologias, os fenômenos educacionais não são solucionados por receitas. Assim, não é possível atuar numa sala de aula prevendo situações. O discurso que impera no cenário educacional é o da lamentação, tais como: este estudante não tem jeito, o governo não investe na educação, nossa escola não possui recursos financeiros, etc. Concordando com a posição de muitos autores da literatura e reafirmando essas proposições através dos dados coletados nesse trabalho, reforça-se a importância da utilização de metodologias diferenciadas como as apresentadas no objeto educacional.

É importante ter claro que o desempenho do estudante vai muito além das carteiras escolares, ultrapassa os muros da escola, e esse fenômeno não deve ser estudado de forma segmentada, ou seja, o olhar deve estar direcionado para várias dimensões dentro da sociedade, para que se possa tratar do assunto de forma articulada, buscando possíveis explicações os diagnósticos e podendo eleger intervenções mais eficientes.

Como geralmente as avaliações semelhantes a esta são efetuadas através de uma visão unilateral, a forma avaliativa apresentada é muito mais completa e permite a comparação dos dados, proporcionando maior fidedignidade dos resultados.

Pôde-se verificar a validade da avaliação dos professores por parte dos estudantes e a importância de uma avaliação que envolva vários aspectos e visões, de diferentes grupos para traçar um perfil da realidade do ensino.

O questionário utilizado para esta análise pode ser facilmente modificado para avaliar outras disciplinas. Desde que apresentada necessidade de avaliação dos colégios, este instrumento pode dar indicações de melhorias a serem desenvolvidas na escola. Ao conhecer a realidade, a instituição pode trabalhar de forma mais eficiente na busca de seus objetivos.

O conhecimento da realidade da escola, da opinião dos grupos sobre o processo ocorrente no interior da instituição, pode ser o ponto de partida de uma reestruturação escolar mais eficiente, uma vez que foram identificados os principais problemas enfrentados pela escola.

A pesquisa realizada trouxe também muitas evidências relacionadas com as opiniões dos estudantes, professores e equipe pedagógica sobre o ensino de física. Espera-se que os fatos aqui apresentados possam dar contribuições significativas para reflexões e mudanças no ensino de física.

Acredita-se que a qualidade da atual escolaridade básica depende fortemente de uma avaliação da aprendizagem diferente da tradicional, mais consistente com os novos princípios preconizados. Por isso, é urgente mudar e melhorar as práticas de avaliação das aprendizagens dos estudantes, que estão claramente defasadas das exigências curriculares e sociais, com que os sistemas educativos estão confrontados, corroborando com as pesquisas de Correia e Freire (2014).

Os resultados indicam que os professores vivem um momento de transição de suas concepções, provavelmente, decorrente da vivência do processo de reestruturação curricular, configurando um modelo didático eclético, com matizes dos diversos modelos identificados na literatura: tradicional, tecnológico, espontaneísta-ativista e de investigação na escola. Porém, mais próximo do modelo espontaneísta. A inclusão de pressupostos de outros modelos didáticos pode indicar, ainda, um momento de evolução no desenvolvimento profissional dos

professores de Ciências, podendo constituir-se em espaço significativo de reflexão sobre a finalidade da educação e sobre as práticas cotidianas de sala de aula (Guimarães, Echeverría e Moraes,2006).

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR J. G., CORREIA P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** Vol. 13, No 2, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. Processo Ensino-Aprendizagem: Características do Professor Eficaz. **Millenium**, 39: 55-71. 2010.
- ALMEIDA M. J. P. M., Ensino de Física: Para Repensar Algumas Concepções. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v.9, n.1: p.20-26, abr.1992.
- ANGOTTI, J. A. P., BASTOS, F. P., MION R. A., Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.183-197, 2001
- BRASIL - MEC/CNE/CEB – Relatório: A Escassez de Professores no Ensino Médio. Banco de dados referencial de texto completo da Câmara de Educação Básica, **Conselho Nacional de Educação**, Ministério da Educação, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/>>. Acesso em 21 de junho de 2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ciências Naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1999. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>, acesso em 26/10/2012.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB); Lei no 9.394 de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional [recurso eletrônico] - 8ª Ed. – Brasília: **Câmara dos Deputados**, Edições Câmara, 2013.
- BRANDÃO, C. R. **O que é educação** / Carlos Rodrigues Brandão. São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção primeiros passos; 20).
- BULEGON, A. M., TAROUÇO, L. M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 743-763, 2015.
- CAVALCANTE M. A. O Ensino de uma NOVA FÍSICA e o Exercício de Cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 21. N. 4, Dezembro, 1999.

CHIARO S., LEITÃO S. O Papel do Professor na Construção da Argumentação em Sala de Aula. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. 2005, 18(3), pp. 350-357.

CORREIA, P. R. M., SILVA, A. C. da, JUNIOR, J. G. R., Mapas Conceituais como Ferramenta de Avaliação na Sala de Aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 4402, 2010.

CORTINA, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and application. **Journal of Applied Psychology**, 78, 98-104.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. &PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo. Cortez, 2011.

FERRAZ G., REZENDE F. Perspectivas de professores de física sobre as políticas curriculares nacionais para o Ensino Médio. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 20, n. 2, p. 497-515, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, A. L. P., Rodrigues, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de cronbach. In **Simpósio de Engenharia de Produção**, 12. 2005, Bauru: UNESP, 2005.

GADOTTI, M. Convite à leitura de Paulo Freire. São Paulo: **Scipione**, 1999.

GASPAR A. MONTEIRO, I. C. C. Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências – V10(2)**, pp. 227-254, 2005.

GEHLEN S. T.; HALMENSCHLAGER K. R.; MACHADO A. R.; AUTH M. A. O Pensamento de Freire e Vygotsky no Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências V.7**, No. 2 2012.

GONÇALVES, L.J.; VEIT, E. A.; SILVEIRA F.L. Textos, Animações e Vídeos para o Ensino-Aprendizagem de Física Térmica no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, V1(1), pp. 33-42, 2006.

HORA H. R. M. da, MONTEIRO, G. T. R., ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach **Produto & Produção**, vol. 11, n. 2, p. 85 - 103, jun. 2010.

LABURU C. E., BARROS M. A. KAMBACH, B. G. A Relação com o Saber

Profissional do Professor de Física e o Fracasso da Implementação de Atividades Experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. V12(3), pp.305-320, 2007.

LABURU C. E. Seleção de Experimentos de Física no Ensino Médio: Uma Investigação a Partir da Fala de Professores. **Investigações em Ensino de Ciências** – V10(2), pp. 161-178, 2006.

LIMA K. S., TENÓRIO A. C., BASTOS H. F. B. Concepções de um Professor de Física Sobre Avaliação: Um Estudo De Caso. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 309-322, 2010.

LIMA V. M. R.; HARRES J. B. S.; BORGES R. M. R; FILHO J. B. R. Apresentação e Avaliação de Material de Sustentação e Experimentação em Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências** – V4(1), pp.7-22, 2009.

MAROCO, J., GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, 4(1): 65-90, 2006, I.S.P.A.

MARTINS R. L. C., LINHARES M. P., REIS E. M. Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre mecânica do voo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 9 No 1, 2009.

MENEGOTTO, J. C.; FILHO, J. B. R.; Atitudes de Estudantes do Ensino Médio em Relação à Disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de lasCiencias**. Vol. 7 no: 2 (2008).

MOREIRA M. A. Mapas Conceituais. **O Ensino, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N°23 1988.

MOREIRA, M. A., **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999. 129p.

MOREIRA, M. A., **Aprendizaje Significativo: teoria e práctica**. Madrid: **Visor**, 2000. 100p.

MOREIRA, M.A., Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas, **Revista**

Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 1, 2000.

MOREIRA, M.A., Aprendizagem Significativa Crítica. In: **III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa, Portugal, 2000.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UnB, 2006.

MOREIRA H. As dimensões da satisfação e da insatisfação de professores do ensino médio. **Revista Brasileira .Ciência .e Tecnologia**. ISSN – 1982-873x. vol 3, num 2, mai./ago. 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. -2.ed.ampl.-[reimpr.]. –São Paulo: E.P.U., 2014.

MOREIRA M. A., MASINI, E. A. S. Aprendizagem Sigificativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Editora **Moraes**, 1982. 11

MOREIRA M.A. ROSA, P. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis**, 3(1): 17-25, abr. 1986.

MOZENA E. R., OSTERMANN F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: Uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, 1403 (2014).

OLIVEIRA, F.F., VIANNA, D. M., e GERBASSI, R. S. Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n. 3, p. 447-454, (2007).

OSBOURN, H. G. Coefficient alpha and related internal consistency reliability coefficients. **Psychological Methods**, 5, 343-355, 2000.

OSTERMANN F., CAVALCANTI, C. J. H. Teorias de Aprendizagem - Texto introdutório. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul – **Instituto De Física**, 2010. (referência das teorias de Aprendizagem)

OVIEDO H. C., CAMPO-ARIAS A. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Aproximación uso del coeficiente alfa de Cronbach **Revista Colombiana de Psiquiatria**, vol. XXXIV / No. 4 / 2005.

PARANÁ – SEED: Secretaria de Estado da Educação do Paraná – Superintendência

da Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Médio (DCE)**. Curitiba, 2008. Disponível em: http://www.professores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf, acesso em 26/10/2015.

PINO ALVES, J. Atividade Experimental: Uma Alternativa na Concepção Construtivista. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Departamento de Física. 2001.

REZENDE F., OSTERMANN F., A Prática do Professor e a Pesquisa em Ensino de Física: Novos Elementos para Repensar essa Relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V. 22, n.3: p. 316-337, dezembro, 2005.

RIBEIRO R. J., SILVA S. C. R. da, KOSCIANSKI A. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte v.14. n. 03 p. 167-183 set-dez 2012.

ROEHRIG S. A. G., CAMARGO S. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 20, n. 4, p. 871-887, 2014.

SANTOS, R. V.; Abordagens do Processo de Ensino e Aprendizagem. **Integração**, ano XI, n. 40, pág. 19-31, 2005.

SARAIVA-NEVES M., CABALLERO C., MOREIRA M. A., Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em sala de aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências** V11(3), pp.383-401, 2006.

SARAIVA-NEVES M., CABALLERO C., MOREIRA M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências** – V11(3), pp.383-401, 2006.

SILVA, L.F., CARVALHO L. M., Professores de Física em Formação Inicial: O ensino de Física, a abordagem CTS e os Temas Controversos. **Investigação em Ensino de Ciências**. V.14(1), pp 135-148, 2009.

SILVA L. L.; TERRAZZAN E. A. As Analogias no Ensino de Conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais em Aulas de Física do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências** – V6(1), pp. 133-154, 2011.

- SILVEIRA, F.L., MOREIRA, M.A., Estudo da Validade de um Questionário de Avaliação do Desempenho do Professor de Física Geral pelo Estudante. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, vol.1, n.1, 1999.
- SOLINO A. P., GEHLEN S. T. Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências Por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas e Pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências – V19(1)**, pp. 141-162, 2014.
- SOUZA N. A., BORUCHOVITCH, E. Mapas Conceituais: Estratégia De Ensino/Aprendizagem e Ferramenta Avaliativa Educação. **Revista Belo Horizonte**, v.26, n.03, p.195-218, dez. 2010.
- SOUZA, N. A., BORUCHOVITCH E., Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. **Pro-Posições**, Campinas, v. 21, n. 3 (63), p. 173-192, set./dez. 2010.
- SOUZA M. V. J. de, DANTAS V. A., FILHO, J. R. F., ALMEIDA M. A. V. de. Utilização de Situação de Estudo como Forma Alternativa para o Ensino de Física. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 11 nº1 junho 2009.
- SOUZA, V. F. M., SASSERON, L. H. As Interações Discursivas no Ensino de Física: A Promoção da Discussão Pelo Professor e a Alfabetização Científica dos Estudantes. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012.
- STRASSBURG, U., MOREIRA, D.A., Avaliação de Desempenho de Professores pelo Estudante: Uma Experiência Desenvolvida Junto a um Curso Superior de Contabilidade. **Ciências Sociais em Perspectiva**, Vol. 01, n. 01, 2002.
- VESTENA J. F., PRETTO V., O Teatro no Ensino de Ciências: uma Alternativa Metodológica na Formação Docente Para os Anos Iniciais. **Vidya**, v. 32. N. 2, p. 9-20. Jul./dez., 2012 – Santa Maria, 2012.
- WERNECK, H. Se a boa escola é que reprova, o bom hospital é o que mata. Rio de Janeiro: **DP&A**, 2002.
- WERNER C., ROSA A. B., Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino Médio **Revista Electrónica de Enseñanza de lasCiencias** Vol. 4 Nº 1 (2005).
- ZANETIC J., Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr. 2006.

7.ANEXOS

Anexo I: Questionários

Questionário Pedagogo:

Você conhece a rotina do professor de física da escola?

() Sim () Não.

Se respondeu sim para a questão anterior marque para cada afirmativa marque a sentença que mais se aproxima de sua opinião. C (para concordo) CP (para concordo parcialmente) NS (não Sei ou Não tenho opinião) DP (para discordo parcialmente) ou D (para discordo).

Sobre o professor de física durante as aulas:

1. O professor domina a matéria.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

2. O Professor gosta de dar aula.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

3. Estimula a participação dos estudantes durante as aulas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

4. Apresenta a física como uma ciência em evolução.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

5. Estabelece relação entre a teoria e a prática.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

6. Propõe problemas do cotidiano.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

7. Propõe atividades variadas (grupo, pesquisas etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

8. Utiliza recursos variados nas aulas (vídeos, simuladores etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

9. Utiliza recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

10. Suas explicações são confusas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

11. É inseguro ao responder as dúvidas dos estudantes.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

12. Relaciona a física com outras disciplinas (português, biologia, geografia etc.).
()C ()CP ()NS ()DP ()D
13. Ministra aulas experimentais.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
14. Mantém os estudantes atentos durante as aulas.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
15. Ministra aulas em conjunto com outros professores.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
16. Divulga o planejamento das disciplinas aos estudantes.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
17. Ensina apenas o que está no livro.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
18. Ensina somente fórmulas matemáticas e não as relaciona com a disciplina.
()C ()CP ()NS ()DP ()D

Em relação aos estudantes, e seus comportamentos durante as aulas de física:

19. Consideram a matéria fácil.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
20. Consideram a física uma matéria desinteressante.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
21. Não fazem os trabalhos propostos pelo professor.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
22. Eles vêm para a escola com o principal objetivo de aprender.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
23. Estudo com frequência fora do horário das aulas.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
24. Estudam com frequência fora do horário das aulas.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
25. Relacionam com facilidade teoria e prática.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
26. Reconhecem a física como uma ciência em evolução.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
27. Em geral são bem comportados e bem educados.

C CP NS DP D

28. Preferem aulas expositivas (somente quadro e giz).

C CP NS DP D

29. Têm muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados.

C CP NS DP D

30. Reconhecem a importância da disciplina para sua formação.

C CP NS DP D

31. Consideram a física como aplicações de fórmulas.

C CP NS DP D

32. Prestam muita atenção durante as aulas.

C CP NS DP D

33. Gostariam de ter aulas mais dinâmicas.

C CP NS DP D

34. Aprendem bastante nesta disciplina.

C CP NS DP D

Em relação à escola (estrutura, recursos e a equipe pedagógica):

35. A escola oferece um ambiente agradável a aprendizagem.

C CP NS DP D

36. A escola é um ambiente seguro.

C CP NS DP D

37. Possui laboratórios didáticos em boas condições.

C CP NS DP D

38. A equipe pedagógica trabalha junto aos professores para melhorar cada vez mais o ambiente da escola.

C CP NS DP D

39. A escola incentiva a criatividade dos estudantes.

C CP NS DP D

40. Os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho.

C CP NS DP D

41. A escola trabalha em equipe para resolver eventuais problemas com estudantes

C CP NS DP D

C CP NS DP D

42. A escola promove feiras do conhecimento e demais eventos que envolvem os estudantes além das atividades rotineiras de sala de aula.

C CP NS DP D

43. A escola adota uma postura de ensino inovador e de qualidade para seus estudantes.

C CP NS DP D

44. A escola cumpre totalmente seu papel de ensinar e educar o indivíduo para a sociedade.

C CP NS DP D

Questionário Professor

Para cada afirmativa marque a sentença que mais se aproxima de sua opinião. C (para concordo) CP (para concordo parcialmente) NS (não Sei ou Não tenho opinião) DP (para discordo parcialmente) ou D (para discordo):

Sobre você como professor de física durante as aulas:

1. Domino bem a matéria.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

2. Gosto de dar aula.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

3. Estimulo a participação dos estudantes durante as aulas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

4. Apresento a física como uma ciência em evolução.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

5. Estabeleço relação entre a teoria e a prática.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

6. Proponho problemas do cotidiano.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

7. Proponho atividades variadas (grupo, pesquisas etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

8. Utilizo recursos variados nas aulas (vídeos, simuladores etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

9. Utilizo recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

10. Minhas explicações são confusas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

11. Sou inseguro ao responder as dúvidas dos estudantes.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

12. Relaciono a física com outras disciplinas (português, biologia, geografia etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

13. Ministro aulas experimentais.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

14. Mantenho os estudantes atentos durante as aulas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

15. Ministro aulas em conjunto com outros professores.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
16. Divulgo o planejamento das disciplinas aos estudantes.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
17. Ensino apenas o que está no livro.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
18. Ensino somente fórmulas matemáticas e não as relaciono com a disciplina.
()C ()CP ()NS ()DP ()D

Sobre os estudantes e seus comportamentos durante as aulas de física:

19. Consideram a matéria fácil.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
20. Consideram a física uma matéria desinteressante.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
21. Não fazem os trabalhos propostos pelo professor.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
22. Eles vêm para a escola com o principal objetivo de aprender.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
23. Estudo com frequência fora do horário das aulas.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
24. Estudam com frequência fora do horário das aulas.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
25. Relacionam com facilidade teoria e prática.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
26. Reconhecem a física como uma ciência em evolução.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
27. Em geral são bem comportados e bem educados.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
28. Preferem aulas expositivas (somente quadro e giz).
()C ()CP ()NS ()DP ()D
29. Têm muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados.
()C ()CP ()NS ()DP ()D
30. Reconhecem a importância da disciplina para sua formação.
()C ()CP ()NS ()DP ()D

31. Consideram a física como aplicações de fórmulas.

C CP NS DP D

32. Prestam muita atenção durante as aulas.

C CP NS DP D

33. Gostariam de ter aulas mais dinâmicas.

C CP NS DP D

34. Aprendem bastante nesta disciplina.

C CP NS DP D

Em relação à escola (estrutura, recursos e a equipe pedagógica):

35. A escola oferece um ambiente agradável a aprendizagem.

C CP NS DP D

36. A escola é um ambiente seguro.

C CP NS DP D

37. Possui laboratórios didáticos em boas condições.

C CP NS DP D

38. A equipe pedagógica trabalha junto aos professores para melhorar cada vez mais o ambiente da escola.

C CP NS DP D

39. A escola incentiva a criatividade dos estudantes.

C CP NS DP D

40. Os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho.

C CP NS DP D

41. A escola trabalha em equipe para resolver eventuais problemas com estudantes

C CP NS DP D

42. A escola promove feiras do conhecimento e demais eventos que envolvem os estudantes além das atividades rotineiras de sala de aula.

C CP NS DP D

43. A escola adota uma postura de ensino inovador e de qualidade para seus estudantes.

C CP NS DP D

44. A escola cumpre totalmente seu papel de ensinar e educar o indivíduo para a sociedade.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

Questionário Estudante

Série:.....

Para cada afirmativa marque a sentença que mais se aproxima de sua opinião. C (para concordo) CP (para concordo parcialmente) NS (não Sei ou Não tenho opinião) DP (para discordo parcialmente) ou D (para discordo):

Sobre o professor de física durante as aulas:

1. O professor domina a matéria.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

2. O Professor gosta de dar aula.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

3. Estimula a participação dos estudantes durante as aulas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

4. Apresenta a física como uma ciência em evolução.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

5. Estabelece relação entre a teoria e a prática.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

6. Propõe problemas do cotidiano.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

7. Propõe atividades variadas (grupo, pesquisas etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

8. Utiliza recursos variados nas aulas (vídeos, simuladores etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

9. Utiliza recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

10. Suas explicações são confusas.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

11. É inseguro ao responder as dúvidas dos estudantes.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

12. Relaciona a física com outras disciplinas (português, biologia, geografia etc.).

()C ()CP ()NS ()DP ()D

13. Ministra aulas experimentais.

()C ()CP ()NS ()DP ()D

14. Mantém os estudantes atentos durante as aulas.

C CP NS DP D

15. Ministra aulas em conjunto com outros professores.

C CP NS DP D

16. Divulga o planejamento das disciplinas aos estudantes.

C CP NS DP D

17. Ensina apenas o que está no livro.

C CP NS DP D

18. Ensina somente fórmulas matemáticas e não as relaciona com a disciplina.

C CP NS DP D

Sobre você, como estudante, e seu comportamento durante as aulas de física:

19. Considero a matéria fácil.

C CP NS DP D

20. Considero a física uma matéria desinteressante.

C CP NS DP D

21. Não faço os trabalhos propostos pelo professor.

C CP NS DP D

22. Venho para a escola com o principal objetivo de aprender.

C CP NS DP D

23. Estudo com frequência fora do horário das aulas.

C CP NS DP D

24. Relaciono com facilidade teoria e prática.

C CP NS DP D

25. Reconheço a física como uma ciência em evolução.

C CP NS DP D

26. Em geral sou bem comportado e bem educado.

C CP NS DP D

27. Prefiro aulas expositivas (somente quadro e giz).

C CP NS DP D

28. Tenho muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados.

C CP NS DP D

29. Reconheço a importância da disciplina para minha formação.

C CP NS DP D

30. Considero a física como aplicações de fórmulas.

C CP NS DP D

31. Presto muita atenção durante as aulas.

C CP NS DP D

32. Gostaria de ter aulas mais dinâmicas.

C CP NS DP D

33. Aprendi bastante nesta disciplina.

C CP NS DP D

34. Respondi este questionário com atenção.

C CP NS DP D

Em relação à escola (estrutura, recursos e a equipe pedagógica):

35. A escola oferece um ambiente agradável a aprendizagem.

C CP NS DP D

36. A escola é um ambiente seguro.

C CP NS DP D

37. Possui laboratórios didáticos em boas condições.

C CP NS DP D

38. A equipe pedagógica trabalha junto aos professores para melhorar cada vez mais o ambiente da escola.

C CP NS DP D

39. A escola incentiva a criatividade dos estudantes.

C CP NS DP D

40. Os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho.

C CP NS DP D

41. A escola trabalha em equipe para resolver eventuais problemas com estudantes

C CP NS DP D

42. A escola promove feiras do conhecimento e demais eventos que envolvem os estudantes além das atividades rotineiras de sala de aula.

C CP NS DP D

43. A escola adota uma postura de ensino inovador e de qualidade para seus estudantes.

C CP NS DP D

44. A escola cumpre totalmente seu papel de ensinar e educar o indivíduo para a sociedade.

C CP NS DP D

Anexo II: Tabelas das sentenças avaliadas de forma negativa por cada grupo.

Tabela 01: Dados das sentenças que foram avaliadas de forma negativa pelos colégios PR I, PR II e PR III.

Grupos	PR I	PR II	PR III
Estudantes	07, 08, 10, 12, 13,	08, 13, 15, 23,	07, 08, 10, 11,
Frequência	15, 16, 30, 37	27, 30, 37	12, 13, 15, 16, 19, 27, 28, 30
Estudantes	07, 08, 12, 13, 15, 23, 30, 37, 40	08, 13, 19, 23, 27, 30, 37, 38	01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 27, 28, 30
Professores	08, 13, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 44	07, 08, 13, 19, 21, 23, 24, 27, 30, 37, 38, 39, 40	11, 15, 22, 27, 28
Equipe pedagógica	08, 13, 19, 22, 23, 24, 28, 30, 37, 40	08, 13, 19, 22, 23, 24, 27, 30	19, 22, 23, 27, 28

Tabela 02: Dados das sentenças que foram avaliadas de forma negativa pelos colégios PR IV, SP I e SP II.

Grupos	PR IV	SP I	SP II
Estudantes	10, 11, 12,	07, 08, 10, 12,	08, 13, 15, 23, 27,
frequência	15, 27, 30	13, 15, 16, 30, 37	30, 37
Estudantes	12, 15, 19, 23, 27, 30	07, 08, 12, 13, 15, 23, 30, 37, 40	08, 13, 19, 23, 27, 30, 37, 38

Professores	21, 23, 24, 27	08, 13, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 44	07, 08, 13, 19, 21, 23, 24, 27, 30, 37, 38, 39, 40
Equipe pedagógica	15, 19, 23, 27, 30	08, 13, 19, 22, 23, 24, 28, 30, 37, 40	08, 13, 19, 22, 23, 24, 27, 30

Anexo III: Dados individuais das questões

Dados das questões

Questão 01: O professor domina a matéria

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al.	Prof.	Ped.
Colégio PR I	53,1% Concordo Totalmente	2,93	5	5
Colégio PR II	39,6% Concordo Totalmente	3,73	4	5
Colégio PR III	45,1% Concordo Totalmente	3,77	5	5
Colégio PR IV	76,6% Concordo Totalmente	4,59	4	4,83
Colégio SP I	94,3% Concordo Totalmente	4,89	5	5
Colégio SP II	80,0% Concordo Totalmente	3,97	5	5

Questão 02: O Professor gosta de dar aula.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al.	Prof.	Ped.
Colégio PR I	42,1% Concordo Totalmente	2,86	5	5
Colégio PR II	27,4% Concordo Totalmente	3,38	5	5
Colégio PR III	37,6% Concordo Totalmente	3,72	5	5
Colégio PR IV	61,0% Concordo Totalmente	4,34	5	4,60
Colégio SP I	48,6% Concordo Totalmente	4,11	4	5
Colégio SP II	79,2% Concordo Totalmente	4,00	5	5

Questão 03: Estimula a participação dos estudantes durante as aulas.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al.	Prof.	Ped.
Colégio PR I	38,8% Concordo Totalmente	2,08	5	5
Colégio PR II	28,3% Concordo Parcialmente	3,06	4	4
Colégio PR III	30,1% Concordo Totalmente	2,96	5	4
Colégio PR IV	50,2% Concordo Totalmente	4,06	5	4,42
Colégio SP I	77,1% Concordo Totalmente	4,69	4	5
Colégio SP II	45,0% Concordo Totalmente	3,69	4	5

Questão 04: Apresenta a física como uma ciência em evolução.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	27,5% Concordo Totalmente	2,52	5	5
Colégio PR II	31,1% Não Sei ou não tenho opinião	2,96	2	3
Colégio PR III	24,1% Concordo Totalmente	3,13	5	5
Colégio PR IV	50,6% Concordo Totalmente	4,23	5	4,39
Colégio SP I	40,0% Concordo Parcialmente	3,97	4	5
Colégio SP II	42,5% Concordo Totalmente	3,53	4	5

Questão 05: Estabelece relação entre a teoria e a prática.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	35,2% Concordo Totalmente	2,92	5	5
Colégio PR II	31,1% Concordo Totalmente	3,55	5	4
Colégio PR III	28,6% Concordo Parcialmente	3,35	5	5
Colégio PR IV	57,1% Concordo Totalmente	4,26	5	4,49
Colégio SP I	31,4% Concordo Totalmente	3,49	4	5
Colégio SP II	41,7% Concordo Totalmente	3,84	4	5

Questão 06: Propõe problemas do cotidiano.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	39,9% Concordo Totalmente	2,64	5	5
Colégio PR II	32,1% Concordo Totalmente	3,46	4	4
Colégio PR III	36,8% Concordo Totalmente	3,44	5	4
Colégio PR IV	57,1% Concordo Totalmente	3,95	5	4,22
Colégio SP I	46,3% Concordo Totalmente	4,09	3	5
Colégio SP II	45,7% Concordo Totalmente	3,52	4	5

Questão 07: Propõe atividades variadas (grupo, pesquisas etc.)

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
--	-------------------------------------	--------	-------	------

Colégio PR I	39,2% Discordo Totalmente	3,01	5	5
Colégio PR II	38,7% Concordo Parcialmente	3,78	5	2
Colégio PR III	39,1% Discordo Totalmente	2,95	5	5
Colégio PR IV	71,0% Concordo Totalmente	4,55	5	4,74
Colégio SP I	42,9% Discordo Totalmente	2,4	3	5
Colégio SP II	46,7% Concordo Totalmente	3,53	2	5

Questão 08: Utiliza recursos variados nas aulas (vídeos, simuladores etc.)

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	35,9% Discordo Totalmente	2,14	4	5
Colégio PR II	29,2% Concordo Parcialmente	2,91	4	2
Colégio PR III	30,1% Concordo Parcialmente	3,28	4	5
Colégio PR IV	87,9% Concordo Totalmente	4,83	5	4,86
Colégio SP I	42,9% Discordo Totalmente	2,5	1	1
Colégio SP II	42,5% Discordo Totalmente	2,96	2	1

Questão 09: Utiliza recursos variados para a avaliação (Prova, seminários, trabalhos etc.)

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	33,7% Concordo Totalmente	2,74	4	5
Colégio PR II	37,7% Concordo Totalmente	4,31	5	4
Colégio PR III	33,8% Discordo Totalmente	3,04	4	4
Colégio PR IV	64,5% Concordo Totalmente	4,35	5	4,56
Colégio SP I	42,9% Concordo Totalmente	3,66	4,5	5
Colégio SP II	39,2% Concordo Totalmente	3,46	4	5

Questão10: Suas explicações são confusas.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	37,7% Concordo Totalmente	1,50	5	5
Colégio PR II	40,6% Concordo Totalmente	2,57	5	3
Colégio PR III	48,9% Discordo Totalmente	3,72	5	5

Colégio PR IV	37,2% Discordo Totalmente	3,26	5	3,63
Colégio SP I	57,1% Discordo Totalmente	3,86	3	3
Colégio SP II	34,2% Concordo Parcialmente	3,27	5	3

Questão 11 É inseguro ao responder as dúvidas dos estudantes.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	48,7% Discordo Totalmente	2,46	1	5
Colégio PR II	29,2% Concordo Parcialmente	3,23	1	5
Colégio PR III	49,6% Discordo Totalmente	3,78	2	5
Colégio PR IV	63,2% Discordo Totalmente	4,17	5	4,46
Colégio SP I	80,0% Discordo Totalmente	4,4	4	5
Colégio SP II	72,5% Discordo Totalmente	4,41	5	5

Questão 12: Relaciona a física com outras disciplinas (português, biologia, geografia etc.)

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	50,5% Discordo Totalmente	1,84	5	4,5
Colégio PR II	39,6% Discordo Totalmente	2,60	4	4
Colégio PR III	49,6% Discordo Totalmente	2,28	5	4
Colégio PR IV	26,8% Discordo Totalmente	2,94	5	3,03
Colégio SP I	42,9% Discordo Totalmente	2,6	3	5
Colégio SP II	33,3% Concordo Parcialmente	3,05	4	5

Questão 13: Ministra aulas experimentais.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	45,8% Discordo Totalmente	2,61	4	4,5
Colégio PR II	22,6% Discordo Parcialmente	2,87	4	2
Colégio PR III	39,1% Discordo Totalmente	2,70	4	4
Colégio PR IV	32,9% Concordo Totalmente	3,54	5	3,81
Colégio SP I	54,3% Discordo Totalmente	2,11	1,5	2
Colégio SP II	49,2% Discordo Totalmente	2,72	1	2

Questão 14: Mantém os estudantes atentos durante as aulas.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	40,3% Concordo Totalmente	2,04	5	5
Colégio PR II	48,1% Discordo Totalmente	2,25	4	2
Colégio PR III	30,8% Discordo Totalmente	2,94	5	5
Colégio PR IV	43,3% Concordo Totalmente	3,90	4	4,16
Colégio SP I	54,3% Concordo Totalmente	4,4	3	4
Colégio SP II	36,7% Concordo Parcialmente	3,50	4	4

Questão 15 Ministra aulas em conjunto com outros professores.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	67,0% Discordo Totalmente	1,42	1	3,5
Colégio PR II	44,3% Discordo Totalmente	2,26	5	1
Colégio PR III	56,4% Discordo Totalmente	2,14	1	5
Colégio PR IV	42,0% Discordo Totalmente	2,49	4	2,44
Colégio SP I	60,0% Discordo Totalmente	1,94	2,5	5
Colégio SP II	57,5% Discordo Totalmente	2,54	4	5

16. Divulga o planejamento das disciplinas aos estudantes.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	36,6% Discordo Totalmente	1,95	5	4,5
Colégio PR II	28,3% Discordo Totalmente	2,82	2	2
Colégio PR III	42,1% Discordo Totalmente	2,48	5	4
Colégio PR IV	29,4% Concordo Totalmente	3,34	5	3,61
Colégio SP I	28,6% Discordo Totalmente	3,03	3,5	5
Colégio SP II	28,3% Concordo Totalmente	3,27	5	5

17. Ensina apenas o que está no livro.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	34,1% Discordo Totalmente	2,07	5	5
Colégio PR II	49,1% Discordo Totalmente	4,01	5	5
Colégio PR III	43,6% Discordo Totalmente	3,33	5	5
Colégio PR IV	59,7% Discordo Totalmente	4,11	5	4,19
Colégio SP I	71,4% Discordo Totalmente	4,31	5	4
Colégio SP II	60,0% Discordo Totalmente	4,16	5	4

18 Ensina somente fórmulas matemáticas e não as relaciona com a disciplina.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	49,5% Discordo Totalmente	2,87	5	5
Colégio PR II	46,2% Discordo Totalmente	3,82	5	5
Colégio PR III	42,9% Discordo Totalmente	3,64	5	5
Colégio PR IV	63,6% Discordo Totalmente	4,18	5	4,46
Colégio SP I	68,6% Discordo Totalmente	4,26	4	4
Colégio SP II	55,0% Discordo Totalmente	4,12	5	4

Estudante

19 Considera a matéria fácil

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	35,5% Discordo Totalmente	2,11	4	2,5
Colégio PR II	34,9% Concordo Parcialmente	3,32	4	1
Colégio PR III	39,8% Discordo Totalmente	2,87	4	3
Colégio PR IV	36,8% Concordo Parcialmente	2,77	4	2,94
Colégio SP I	51,4% Concordo Parcialmente	3,74	1,5	2
Colégio SP II	30,0% Concordo Parcialmente	2,71	1	2

20 Considera a física uma matéria desinteressante

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	39,6% Discordo Totalmente	2,80	5	4,5
Colégio PR II	46,2% Discordo Totalmente	3,75	2	2

Colégio PR III	42,9% Discordo Totalmente	3,58	5	5
Colégio PR IV	46,8% Discordo Totalmente	3,81	3	4,00
Colégio SP I	65,7% Discordo Totalmente	4,17	2	4
Colégio SP II	44,2% Discordo Totalmente	3,74	5	4

21 Não faz os trabalhos propostos pelo professor

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	75,8% Discordo Totalmente	3,65	5	5
Colégio PR II	65,1% Discordo Totalmente	4,29	2	2
Colégio PR III	70,7% Discordo Totalmente	3,98	5	5
Colégio PR IV	71,0% Discordo Totalmente	4,40	2	4,48
Colégio SP I	88,6% Discordo Totalmente	4,8	4	4
Colégio SP II	67,5% Discordo Totalmente	4,27	2	4

22 Vem para a escola com o principal objetivo de aprender

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	62,6% Concordo Totalmente	4,31	1	2,5
Colégio PR II	40,6% Concordo Totalmente	3,95	4	1
Colégio PR III	55,6% Concordo Totalmente	4,17	1	4
Colégio PR IV	53,7% Concordo Totalmente	4,27	4	4,22
Colégio SP I	48,6% Concordo Totalmente	4,26	2,5	2
Colégio SP II	62,5% Concordo Totalmente	3,88	4	2

23 Estuda com frequência fora do horário das aulas

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	37,0% Concordo Parcialmente	3,16	4	2,5
Colégio PR II	40,6% Discordo Totalmente	2,24	1	1
Colégio PR III	35,3% Concordo Parcialmente	2,96	4	4
Colégio PR IV	31,2% Concordo Parcialmente	2,67	2	2,55
Colégio SP I	28,6% Concordo Parcialmente	2,94	1	2
Colégio SP II	33,3% Discordo Totalmente	2,69	1	2

24 Relaciona com facilidade teoria e prática

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	31,1% Concordo Parcialmente	2,90	4	3
Colégio PR II	29,2% C. Parcialmente C. Totalmente	3,50	4	1
Colégio PR III	31,6% Concordo Parcialmente	3,25	4	3
Colégio PR IV	35,5% Concordo Parcialmente	3,22	2	3,21
Colégio SP I	51,4% Concordo Parcialmente	3,8	1,5	2
Colégio SP II	31,7% Concordo Parcialmente	3,19	1	2

25 Reconhece a física como ciência em evolução

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	42,1% Concordo Totalmente	3,59	4	4
Colégio PR II	34,0% Concordo Totalmente	3,69	1	3
Colégio PR III	38,3% Concordo Totalmente	3,70	4	4
Colégio PR IV	52,8% Concordo Totalmente	4,11	4	4,34
Colégio SP I	60,0% Concordo Totalmente	4,11	3	5
Colégio SP II	31,7% C.TotalmenteC.Parcialmente	3,48	4	5

26 Em geral é bem comportado e educado

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	60,1% Concordo Totalmente	4,14	4	3
Colégio PR II	41,5% Concordo Totalmente	4,07	2	1
Colégio PR III	51,1% Concordo Totalmente	4,00	4	4
Colégio PR IV	53,7% Concordo Totalmente	4,14	4	4,20
Colégio SP I	54,3% Concordo Totalmente	4,34	3,5	5
Colégio SP II	59,2% Concordo Totalmente	3,74	4	5

27 Prefere aulas expositivas (somente quadro e giz)

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	44,7% Discordo Totalmente	2,95	1	1
Colégio PR II	56,6% Concordo Totalmente	4,07	5	3
Colégio PR III	41,4% Discordo Totalmente	2,69	1	1

Colégio PR IV	59,7% Discordo Totalmente	1,81	2	1,78
Colégio SP I	42,9% Concordo Totalmente	3,71	4	4
Colégio SP II	55% Discordo Totalmente	2,79	1	2

28 Tem muitas dúvidas sobre os conteúdos trabalhados

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	41,0% Discordo Totalmente	2,47	1	2,5
Colégio PR II	33,0% Discordo Parcialmente	2,79	1	2
Colégio PR III	41,4% Discordo Totalmente	2,59	1	5
Colégio PR IV	28,6% Concordo Totalmente	3,33	4	3,01
Colégio SP I	37,1% Concordo Totalmente	3,34	3	2
Colégio SP II	37,5% Concordo Parcialmente	3,38	5	4

29 Reconhece a importância da disciplina para sua formação

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	55,7% Concordo Totalmente	4,08	4	4
Colégio PR II	52,8% Concordo Totalmente	4,21	4	2
Colégio PR III	50,4% Concordo Totalmente	4,19	4	5
Colégio PR IV	65,4% Concordo Totalmente	4,36	4	4,48
Colégio SP I	60,0% Concordo Totalmente	4,37	2	4
Colégio SP II	51,7% Concordo Totalmente	3,54	5	4

30 Considera a Física como aplicações de fórmulas

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	28,9% Concordo Totalmente	2,02	5	4
Colégio PR II	32,1% Concordo Parcialmente	2,70	1	3
Colégio PR III	28,6% Concordo Parcialmente	2,72	5	4
Colégio PR IV	38,1% Concordo Parcialmente	2,55	5	2,63
Colégio SP I	34,3% Concordo Parcialmente	2,29	2,5	2
Colégio SP II	40,8% Concordo Parcialmente	2,19	2	2

31 Presta muita atenção durante as aulas

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	44,0% Concordo Parcialmente	3,90	4	3
Colégio PR II	45,3% Concordo Parcialmente	3,71	2	2
Colégio PR III	54,1% Concordo Parcialmente	3,94	2	4
Colégio PR IV	46,8% Concordo Parcialmente	3,97	4	4,03
Colégio SP I	54,3% Concordo Totalmente	4,43	3	4
Colégio SP II	49,2% Concordo Parcialmente	3,64	4	4

32 Gostaria de ter aulas mais dinâmicas

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	67,0% Concordo Totalmente	4,59	4	4
Colégio PR II	53,8% Concordo Totalmente	4,02	5	2
Colégio PR III	65,4% Concordo Totalmente	4,23	4	3
Colégio PR IV	54,1% Concordo Totalmente	4,18	2	4,09
Colégio SP I	71,4% Concordo Totalmente	4,57	4,5	5
Colégio SP II	55,8% Concordo Totalmente	3,98	4	4

33 Aprendi bastante com essa disciplina

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	33,3% Concordo Totalmente	2,53	4	4
Colégio PR II	29,2% Discordo Parcialmente	3,12	2	5
Colégio PR III	30,8% Concordo Parcialmente	3,03	4	4
Colégio PR IV	39,0% Concordo Totalmente	3,76	4	0
Colégio SP I	48,6% Concordo Totalmente	4,17	2,5	5
Colégio SP II	39,2% Concordo Parcialmente	3,28	4	5

34 Respondi esse questionário com atenção

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	83,9% Concordo Totalmente	4,84		
Colégio PR II	84,9% Concordo Totalmente	4,81		
Colégio PR III	83,5% Concordo Totalmente	4,70		
Colégio PR IV	88,7% Concordo Totalmente	4,87		

Colégio SP I	82,9% Concordo Totalmente	4,71
Colégio SP II	90,8% Concordo Totalmente	4,02

35 A escola oferece um ambiente agradável à aprendizagem

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	60,4% Concordo Totalmente	4,50	4	4,5
Colégio PR II	40,6% Concordo Parcialmente	3,61	4	4
Colégio PR III	49,6% Concordo Totalmente	4,13	2	5
Colégio PR IV	39,8% Concordo Parcialmente	3,84	4	3,96
Colégio SP I	42,9% Concordo Parcialmente	3,71	2	4
Colégio SP II	42,5% Concordo Parcialmente	3,12	4	4

36 A escola é um ambiente seguro

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	44,7% Concordo Totalmente	4,06	5	4,5
Colégio PR II	36,8% Concordo Parcialmente	3,70	4	5
Colégio PR III	42,1% Concordo Totalmente	3,73	5	3
Colégio PR IV	36,4% Concordo Totalmente	3,74	4	3,93
Colégio SP I	42,9% Concordo Totalmente	3,94	1,5	4
Colégio SP II	32,5% Concordo Parcialmente	3,20	4	4

37 Possui laboratórios didáticos em boas condições

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	57,5% Concordo Totalmente	4,27	4	4
Colégio PR II	36,8% Concordo Totalmente	3,72	4	5
Colégio PR III	47,4% Concordo Totalmente	3,92	5	4
Colégio PR IV	35,1% Concordo Parcialmente	3,67	4	3,67
Colégio SP I	28,6% Discordo Totalmente	2,77	2,5	4
Colégio SP II	33,3% Discordo Totalmente	2,94	1	4

38 A equipe pedagógica trabalha junto aos professores para melhorar cada vez mais

o ambiente da escola

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	57,1% Concordo Totalmente	4,18	5	4
Colégio PR II	25,5% Concordo Parcialmente	3,11	4	4
Colégio PR III	49,6% Concordo Totalmente	4,08	5	4
Colégio PR IV	44,6% Concordo Totalmente	4,06	4	4,25
Colégio SP I	31,4% Concordo Parcialmente	3,29	2,5	5
Colégio SP II	34,2% Não sei/ não tenho opinião	2,93	1	5

39 A escola incentiva a criatividade dos estudantes

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	38,8% Concordo Totalmente	3,62	4	4,5
Colégio PR II	29,2% Discordo Parcialmente	2,87	4	4
Colégio PR III	38,3% Concordo Totalmente	3,83	4	5
Colégio PR IV	35,5% Concordo Totalmente	3,77	4	3,94
Colégio SP I	48,6% Concordo Parcialmente	3,49	4,5	5
Colégio SP II	29,2% Concordo Parcialmente	3,08	2	5

40 Os professores estão satisfeitos com o ambiente de trabalho

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	41,8% Não sei/não tenho opinião	3,45	4	4,5
Colégio PR II	32,1% Não sei/não tenho opinião	2,70	4	4
Colégio PR III	36,8% Não sei/não tenho opinião	3,59	5	3
Colégio PR IV	43,3% Não sei/não tenho opinião	3,18	5	3,34
Colégio SP I	42,9% Não sei/não tenho opinião	2,91	2,5	2
Colégio SP II	42,5% Não sei/não tenho opinião	3,11	1,5	4

41 A escola trabalha em equipe para resolver eventuais problemas com estudantes

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	41,8% Concordo Totalmente	3,93	5	5
Colégio PR II	22,6% Discordo Totalmente	3,00	4	4
Colégio PR III	40,6% Concordo Totalmente	3,96	5	5

Colégio PR IV	39,4% Concordo Totalmente	3,88	5	4,08
Colégio SP I	31,4% não sei/não tenho opinião	3,43	3,5	5
Colégio SP II	31,7% não sei/não tenho opinião	3,12	3	5

42 A escola promove feiras do conhecimento e demais eventos.

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	51,6% Concordo Totalmente	3,93	5	5
Colégio PR II	48,1% Concordo Totalmente	3,95	4	4
Colégio PR III	51,9% Concordo Totalmente	3,97	5	5
Colégio PR IV	61,5% Concordo Totalmente	4,33	5	4,57
Colégio SP I	31,4% Concordo Totalmente	3,46	4	5
Colégio SP II	44,2% Concordo Totalmente	3,33	4,5	5

43 A escola adota uma postura de ensino inovador e de qualidade para seus estudantes

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	39,6% Concordo Parcialmente	3,76	5	4
Colégio PR II	26,4% Discordo Parcialmente	2,93	4	3
Colégio PR III	39,8% Concordo Parcialmente	3,66	5	4
Colégio PR IV	39,8% Concordo Parcialmente	3,74	5	3,91
Colégio SP I	65,7% Concordo Parcialmente	3,66	5,5	5
Colégio SP II	33,3% Concordo Parcialmente	3,17	4	5

44 A escola cumpre totalmente seu papel de ensinar e educar o indivíduo para a sociedade

	Frequência respostas dos estudantes	Méd.al	Prof.	Ped.
Colégio PR I	55,3 Concordo Totalmente	4,28	5	4
Colégio PR II	32,1 Concordo Parcialmente	3,23	4	2
Colégio PR III	41,4 Concordo Totalmente	3,91	5	3
Colégio PR IV	50,6 Concordo Totalmente	4,23	5	4,38
Colégio SP I	42,9 Concordo Parcialmente	4,06	2	4

Colégio SP II	42,5	Concordo Totalmente	3,23	4	4
---------------	------	---------------------	------	---	---

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**UNIDADE DIDÁTICA E METODOLÓGICA PARA
ATIVIDADES COMPLEMENTARES EM FÍSICA**

JACIELI FATIMA LYRA REBELLO

GUARAPUAVA - PR

MARÇO-2016



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da divisão dos itens do questionário	15
Figura 2: Massa de modelar	30
Figura 3: Experimento montado com régua e massa de modelar	30
Figura 4: Foto da deformação da massa de modelar.	30
Figura 5: Esquema representativo da fonte de Heron	33
Figura 6: Tampas das garrafas furadas e garrafa cortada	35
Figura 7: Lata sem fundos e balão cortado	37
Figura 8: lata envolvida com o balão	37
Figura 9: lata com o espelho	37
Figura 10: cano pvc cortado	38
Figura 11: laser fixo no cano pvc	38
Figura 12: experimento pronto	39
Figura 13: Figuras formadas da vibração da voz.	39
Figura 14: Garrafas cheias e tampas grudadas e perfuradas.	41
Figura 15: Experimento pronto.	42
Figura 16: Canudo preso no suporte.	44
Figura 17: Suporte do alumínio pronto	44
Figura 18: Canudo Cortado.	45
Figura 19: Suporte da cartolina pronto	45
Figura 20: Experimento pronto	45
Figura 21: Esquema da trajetória de um raio de luz em refração	50
Figura 22: seta desenhada na folha.	52
Figura 23: Seta com o copo cheio d'água posicionado em frente.	52
Figura 24: Posicionamento dos elementos do experimento.	53
Figura 25: Raio de luz refratado no experimento	53
Figura 26: raio de luz curvado na água	54
Figura 27: reflexão no interior de uma fibra óptica.	54
Figura 28: Giroscópio	56
Figura 29: Movimento de precessão	57
Figura 30: Representação de fibras atingidas por um projétil.	61
Figura 31: Representação dos vórtices de ar em carros de corrida.	62
Figura 32: Junior Johnson, vencedor de Daytona usando o vácuo.	63

Figura 33: Ponte de Tacoma.	67
Figura 34: Formação da areia movediça.	68
Figura 35: Areia movediça.	69
Figura 36: Raios numa tempestade de verão.	72
Figura 37: Caminhando sobre as brasas.	75
Figura 38: Torneira aberta para evitar congelamento na tubulação.	78
Figura 39: Representação da difração em um prisma.	79
Figura 40: Ladeira da Grameleira.	82
Figura 41: Ilustração gráfica do raio de calor de Arquimedes.	83
Figura 42: Representação de uma onda eletromagnética.	86
Figura 43: Esquema do funcionamento de polarizador.	86
Figura 44: Imagem com lente comum e com lente polarizada.	87
Figura 45: Raio em uma tempestade.	90
Figura 46: Aferindo a pressão.	92
Figura 47: Dunas de areia cantante.	93
Figura 48: Corrente elétrica.	96
Figura 49: órgãos reprodutores de angiospermas.	99
Figura 50: Cargas elétricas na polinização.	99
Figura 51: Aurora polar.	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Informações relevantes sobre o instrumento proposto..... 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medida da resistência elétrica dos resistores.....	48
Tabela 2: Comparação entre a resistência calculada e a resistência medida nas associações.	49

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE QUADROS	3
LISTA DE TABELAS	4
SUMÁRIO	5
1.0 APRESENTAÇÃO	7
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.0 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES	10
4.0 SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	11
5.0 MATERIAIS	12
5.1 Questionário	12
Introdução:.....	12
Do que se trata o questionário?.....	13
Quais as vantagens e desvantagens em utilizar este teste?	17
Como o teste deve ser aplicado?	18
Como fazer a coleta de dados?	19
Como fazer a análise estatística dos dados?	19
Como Interpretar os dados obtidos?.....	20
Cuidados ao reorganizar este teste para outra disciplina	21
Como este teste foi validado?	22
5.2 Mapas Conceituais	25
5.3 Experimentação	27
Energia e Movimento.....	28
Fonte de Heron – Pressão hidrostática – Equação de Bernoulli	33
Como enxergar o som	35
Inversão térmica	40
Tipos de Eletrização	42
Resistores de Grafite	46
Kit óptica - Propagação Retilínea da luz e Refração	49
5.4 Curiosidades – Física do dia-a-dia	56
5.4.1 Mecânica	56
5.4.2 Fluidos	61

5.4.3. Termologia.....	69
5.4.4. Óptica	78
5.5.5 Som	87
5.5.6 Eletricidade.....	94

1.0 APRESENTAÇÃO

As atividades aqui apresentadas foram produzidas para que, ao serem aplicadas com os estudantes sejam integradoras e de adaptação curricular. Elas incorporam curiosidades e efeitos com relevância científica e que podem facilmente serem aplicadas no cotidiano das escolas.

Buscou-se a aplicação das teorias e referências utilizadas no trabalho e, pretende-se com essa proposta reduzir possíveis problemas enfrentados na disciplina de física.

Objetivos:

Oferecer oportunidades para que os estudantes consigam integrar alguns conceitos importantes de física com situações práticas e curiosidades presentes no dia-a-dia.

Proporcionar, no caso das curiosidades, a formação dos subsunçores adequados para incorporação dos conceitos estudados em sequência.

Conscientizar os professores de física, ou de outras áreas, dos benefícios de renovação da técnica didática para o aprendizado de conceitos, por parte dos estudantes, para que estes alcancem a aprendizagem de forma sólida.

Considerou-se duas premissas iniciais básicas: a escola, seu desenvolvimento e seus objetivos de formação são integrados às perspectivas socioculturais de espaço e tempo em que ela está inserida e, os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam os pilares teóricos e metodológicos nos quais a educação atual deve ser sustentada. Busca-se, a partir disso, a identificação das correntes teorias de ensino e aprendizagem que apresentam mais força no interior das escolas e sua concordância com a proposta da atual legislação educacional. Essa comparação permitirá avaliar o quão a realidade das escolas está condizente com a proposta legal. Em sequência, pode-se definir algumas características metodológicas que ajudem na adequação da realidade escolar com a proposta nacional.

Caracterizar as instituições segundo elementos comuns às correntes educacionais pode facilitar o desenvolvimento e tornar mais eficaz o processo de ensino e aprendizagem. Mesmo que os agentes diretamente envolvidos no processo educacional, não tenham conhecimento claro e estruturado sobre como o fenômeno

educativo, suas atuações e as respectivas consequências possam ser identificadas, definidas e compreendidas através do confronto entre a realidade com as correntes pedagógicas de explicação sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Para possibilitar a melhora no processo educacional que vem ocorrendo em uma determinada instituição escolar deve-se primeiro entender como a educação está sendo desenvolvida, suas características e dificuldades para que se possam sugerir medidas para diminuir os problemas enfrentados pela escola.

A caracterização será feita com observação, principalmente, a classificação de Maria da Graça Nicoletti Mizukami referente às abordagens educacionais: tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. Serão, entretanto, consultadas outras bibliografias de caracterização das correntes educacionais como, por exemplo, Demerval Saviani e José Carlos Libâneo.

A forma escolhida para identificar e buscar a classificação dos parâmetros que possam dar as indicações sobre a situação da unidade escolar será utilizar questionários de confronto de opinião aplicados em colégios da cidade de Guarapuava, PR, e já utilizados em trabalhos anteriores de Lyra, J. F (2012), selecionando dentro dos questionários itens que correspondam ao objetivo descrito e contextualizá-los teoricamente.

Os questionários são baseados em itens dos PCNs e apresentam opiniões dos principais grupos responsáveis pelo desenvolvimento do processo de aprendizagem, estudantes, professores e equipe pedagógica, sobre algumas das características da instituição: forma como a física é abordada, metodologias utilizadas, visão dos grupos sobre a disciplina e o ambiente escolar, fatores da relação interpessoal entre os grupos, entre outros.

Após essa investigação e caracterização, será feita uma busca de medidas didáticas e metodológicas com potencial para minimizar as dificuldades enfrentadas pelas escolas para se enquadrarem na proposta educacional nacional e para aumentar a eficiência no ensino e na aprendizagem da disciplina de física.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Professores, Estudantes e outros aspectos relevantes para o Ensino

O professor é o principal responsável pela efetivação de qualquer mudança no método de ensino. É o responsável por possibilitar mecanismos de eficácia desse sistema, mas não cabe a ele a decisão e organização do saber ensinado na escola. Assim, como não pode alterar o curso da esfera que organiza e seleciona os conhecimentos ele pode contribuir com o direcionamento do conhecimento (WERNER e ROSA, 2005). Ao professor ainda cabe à tarefa de organizar e aplicar atividades e situações problema que incentivem a criatividade e a participação ativa dos estudantes (CORREIA e FREIRE, 2014).

Por ser um membro extremamente importante no processo de transposição didática, o professor deve ter consciência da importância de seu papel, pois lhe permitirá uma melhor adequação entre o saber acadêmico e o saber que deve ser ensinado nas escolas. Nesse processo a atualização constante e a retomada reflexiva de suas ações contribuem para atingir mais rapidamente seu objetivo no processo ensino e aprendizagem (WERNER e ROSA, 2005).

Qualquer mudança pretendida no âmbito educacional passa pelo desenvolvimento dos professores e pela transição através de novas práticas escolares. É necessária a formação continuada e o uso de diferentes modalidades de ensino (LATSKIU, et al, 2014).

Os questionamentos de estudantes, professores e pesquisadores na área educacional merecem ser discutidos, pois o ensino e a aprendizagem têm como personagens principais professores e estudantes. A relação entre esses grupos deve ser de respeito, afeto e companheirismo, visto que a falta dessas características pode resultar em uma negatividade para o desenvolvimento do ensino.

No que compete à avaliação, segundo o trabalho de Duque et al (2015) as avaliações tradicionais não refletem o estado de evolução cognitiva dos estudantes, as lacunas conceituais não podem ser observadas. Para modificar a

maneira de avaliá-los deve-se modificar antes a forma com que os conceitos são absorvidos, como a prática em sala de aula atua no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

As práticas avaliativas passam a ter sua forma alterada quando os professores começam a perceber o ensino de forma diferenciada, descentralizando sua figura e redirecionando o foco para o desenvolvimento cognitivo ao invés da aquisição de conhecimentos. Os estudantes devem ser encorajados a construir o próprio conhecimento, resolvendo de forma prática situações, assim é possível contribuir para a formação cidadã (CORREIA e FREIRE, 2014).

Com base nesses pressupostos, acredita-se que o ensino de física deve atender os estudantes de uma forma diferente. Assim, surgiu o interesse em investigar como essa disciplina vem sendo desenvolvida no ensino médio.

Já se passaram mais de cem anos desde que o ensino de física foi introduzido nas escolas brasileiras. Apesar de todo esse tempo, a abordagem continua muito parecida com aquela praticada. O ensino ainda é baseado na transmissão de informações por meio de aulas expositivas e prática de exercícios algébricos (WERNER e ROSA, 2005).

3.0 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

Dentre as atividades apresentadas a mais significativa desse material é o questionário (apresentado na seção 5.1). Esse questionário é inédito e oriundo do desenvolvimento dessa pesquisa. Foi desenvolvido para avaliação do ensino de física e as estratégias metodológicas propostas foram baseadas em dados coletados. Na seção sobre o questionário, as instruções foram apresentadas de forma detalhada para aplicação do instrumento em aulas de física com possibilidades e passos para sua adequação para uso em outras disciplinas.

O questionário baseia-se nos principais requisitos para um bom desenvolvimento da disciplina de física segundo as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs) do estado do Paraná e dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Uma seção destinada à explicação de como aplicá-lo e como avaliar os dados coletados através desse objeto.

Uma vez identificados os principais problemas no ensino da disciplina de física, orienta-se o desenvolvimento de estratégias didáticas e metodológicas,

diferenciadas nas outras seções do material. O desenvolvimento dessas estratégias podem reduzir algumas das dificuldades encontradas no ensino e na aprendizagem em física. As seções seguintes do material abordam essas sugestões. Todos os materiais aplicados são descritos passo a passo a fim de poderem ser reproduzidos da melhor forma possível.

4.0 SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS

As atividades descritas nesse material foram eleitas com base nos conteúdos programáticos para a disciplina de física no ensino médio. Estas devem seguir o desenvolvimento sequencial da disciplina, sendo observados os objetivos previstos para cada ano. As atividades possibilitam aos estudantes constatar vários aspectos que a disciplina pode contemplar. Essas propostas, aliadas aos conhecimentos e práticas do professor regente da disciplina, poderão auxiliar em um desenvolvimento mais efetivo do ensino e aprendizagem em física.

A sequência que as atividades devem ser desenvolvidas deve seguir a distribuição dos assuntos na sequência programada da instituição. Procurou-se atender as sugestões de propostas de trabalho por séries, considerando a sequência natural do trabalho da disciplina.

Primeiro ano: Movimento

Segundo ano: Termodinâmica

Terceiro ano: Eletromagnetismo

Os conteúdos de óptica e ondulatória são intercalados nos segundos e terceiros anos do ensino médio, conforme possibilidade e carga horária da instituição. Seguem os dados abordados sobre esses conteúdos: óptica e ondulatória.

5.0 MATERIAIS

O material educacional apresentado nesta seção pretende ampliar a possibilidade de desenvolvimento dos conteúdos de forma mais atual e dinâmica, mostrando algumas possibilidades de aprofundar e dinamizar os conteúdos trabalhados na sala de aula convencional, a fim de despertar uma maior motivação dos estudantes pela disciplina de física. As subseções seguintes são alternativas de metodologias de trabalho e podem ser utilizadas para complementar aulas expositivas de física.

Esta seção representa o objeto educacional exigido para a conclusão do trabalho desenvolvido durante o mestrado profissional. As estratégias apresentadas não têm o intuito de material único e absoluto para o desenvolvimento ou aplicação nas aulas de física. Sendo necessário, possivelmente, o aprofundamento teórico por parte do professor que as pretenda utilizar.

5.1 Questionário

Introdução:

O questionário (presente nos anexos I, II e III) é um instrumento de coleta de dados para avaliação do ensino de física em colégios de nível médio. O ensino de física nesse nível é regido pela Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), deve ser pautado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e, no caso de escolas paranaenses, desenvolvido observando as Diretrizes Curriculares Estaduais do Estado do Paraná (DCEs).

O material aqui apresentado foi desenvolvido para a avaliação do ensino de física, mas pode ser reestruturado para avaliar outras disciplinas. Desde que o professor que se propuser a fazê-lo, siga as normas e etapas necessárias para que o instrumento alcance a precisão e descrição desejada. Neste capítulo serão apresentadas algumas orientações básicas para o professor que pretenda aplicar o instrumento ou, que deseje reescrevê-lo para ser utilizado em outras áreas do conhecimento. Vale ressaltar que, esse material não é suficiente para que o professor seja capaz de compreender todas as etapas envolvidas na elaboração de

um instrumento de coleta de dados, mas trará uma base sólida para iniciar os estudos e compreender a aplicação desse instrumento de coleta de dados.

Para que a aplicação do questionário seja efetivada com sucesso alguns cuidados devem ser tomados e, esse capítulo esclarecerá a maior parte das dúvidas para que a aplicação seja feita de forma correta. Assim, o professor que optar pela aplicação desse material na disciplina de física, terá aqui seu manual de aplicação e análise de dados e, o professor de outra disciplina que opte por adaptá-lo, encontrará orientações e dicas importantes para proceder de forma mais tranquila.

Do que se trata o questionário?

Questionários de pesquisas, em geral, são mais utilizados por pesquisadores na área de ciências sociais. Essa pesquisa, porém, foi realizada com foco direcionado para ciências naturais e aplicadas, que é o caso da física, e, como os profissionais dessa área não estão muito habituados a utilizar esses instrumentos, se faz necessária à discussão da importância da etapa da elaboração das perguntas. Essa etapa é crucial para que o questionário cumpra seu papel de revelar, da melhor forma possível, a realidade do ensino de física na escola estudada.

O profissional que pretenda aplicar qualquer questionário deve ter consciência de que ele é apenas uma ferramenta para a coleta de dados e não é, portanto, a metodologia de sua pesquisa.

Com base nos documentos citados anteriormente, LDB, PCNs e DCEs, foram eleitos pontos importantes do ensino de física que devem ser abordados em uma aula. A partir desses pontos foram construídas sentenças que contemplassem esses pontos. Esse processo permite que o instrumento dê a possibilidade de posicionamento do entrevistado frente aos pontos julgados, como essenciais para um bom ensino e aprendizado da física.

A singularidade desse questionário está em sua forma de aplicação. Em geral, os questionários para avaliação do ensino são unilaterais, ou seja, consideram apenas a visão de um grupo participante no desenvolvimento do ensino. Assim sendo, a visão do grupo estudado passa a ser a única evidência sobre a situação e desenvolvimento da disciplina. Por exemplo, encontra-se com certa

facilidade artigos abordando o ensino da disciplina X, na visão dos estudantes, ou ainda, o ensino da disciplina Y na visão dos professores. Essas pesquisas são muito esclarecedoras sobre a visão do grupo de como a realidade está e/ou como ela deveria estar. Porém, nas visões unilaterais citadas não há viés de comparação entre a opinião de dois grupos distintos, como estudantes e professores, sobre o andamento da disciplina. E é exatamente esse ponto que o instrumento aqui apresentado pretende se estruturar. Ao questionar dois ou mais grupos sobre as dificuldades enfrentadas no dia a dia, em sala de aula, pode-se obter uma análise mais completa e uma visão mais ampla que a apresentada a partir de uma análise unilateral.

A proposta do instrumento é que ele seja aplicado (como foi, para fins de análise de aplicação) para três grupos envolvidos no processo de ensino: estudantes, professores e equipe pedagógica. Considera-se a atuação desses grupos essencial para um bom desenvolvimento do ensino de qualquer disciplina acadêmica.

Não foram abordados nesse trabalho, mas podem ser acrescentados outros grupos à coleta de dados, como é o caso da família e da comunidade onde a escola está inserida. Esses dois grupos não foram abordados nessa primeira aplicação do questionário por se tratar de um instrumento desenvolvido para a área de ciências naturais, as concepções familiares e da comunidade ganham mais peso ao tratar de áreas das ciências sociais.

Assim, o questionário é um material de coleta de dados sobre o ensino de física, que leva em conta a opinião dos estudantes, professores e da equipe pedagógica sobre suas funções e as funções dos demais grupos. Para facilitar a análise dos dados o questionário foi subdividido em três grupos de questões:

Grupo 01: Aborda a rotina do professor e sua postura enquanto ministra as aulas da disciplina de física.

Grupo 02: Contém sentenças sobre os estudantes, sua rotina de estudos e seu comportamento durante o decorrer das aulas de física.

Grupo 03: Busca informações sobre a equipe pedagógica da escola e sobre o ambiente escolar em que os outros grupos estão inseridos.

Figura 1: Esquema da divisão dos itens do questionário



Fonte: próprio autor (2016)

Essa divisão possibilita a cada grupo se auto avaliar e avaliar os demais e torna mais fácil a comparação das respostas obtidas entre os grupos, trazendo para a discussão os principais pontos discordantes e em comum na análise do ensino.

Este teste é a primeira versão para um teste padronizado para avaliação do ensino de física, foi testado e sua consistência foi comprovada a partir de teste estatístico. Visa-se fortalecê-lo para que seja disponibilizado como teste padrão para e cientificamente estabelecido para mensuração educacional sobre a disciplina de física.

Cada sentença possui cinco opções de avaliação: C (Concordo) CP (Concordo Parcialmente) NS (Não sei ou não tenho opinião) DP (Discordo Parcialmente) D (Discordo). Essas sentenças receberam durante a construção do questionário valores numéricos esperados para uma avaliação positiva do ensino de física. A transição das respostas descritivas para dados numéricos facilita a avaliação e possibilita a aplicação de testes estatísticos de confiabilidade e validação da escala.

As sentenças afirmativas, como por exemplo: “Os estudantes reconhecem a física como ciência em evolução.” são consideradas afirmativas, pois sua construção concorda com o que é esperado para um bom ensino de física, segundo os documentos regentes sobre o ensino e corrobora com os trabalhos publicados na área da física. Os estudantes devem ter consciência de que a ciência que se estuda em sala de aula é dinâmica e está em constante desenvolvimento.

Assim, para as sentenças semelhantes a essas, ou seja, sentenças afirmativas, os valores esperados para as respostas foram: 5 para a opção Concordo; 4 para Concordo Parcialmente, 3 para Não Sei/Não Tenho Opinião; 2 para Discordo Parcialmente e 1 para Discordo.

Já as sentenças negativas, como por exemplo: “Os estudantes consideram a física como aplicação de fórmulas” recebem valores de forma inversa: 1 para Concordo; 2 para Concordo Parcialmente; 3 para Não Sei/Não Tenho Opinião; 4 para Discordo Parcialmente e 5 para Discordo.

Na avaliação geral, quanto mais próximo do valor 5, melhor é a avaliação do grupo em determinada sentença.

Quadro 1: Informações relevantes sobre o instrumento proposto.

Título	Avaliação do ensino de física através do confronto de opinião de estudantes, professores e equipe pedagógica
Autores	Jacieli Fatima Lyra Rebello e Ricardo Yoshimitsu Miyahara
Editor	
Nível ou grupo para o qual o teste foi planejado	Ensino Médio
Forma do teste	Likert de cinco níveis
Dimensões ou áreas	Ensino, Ensino de Física
Correção	Sandro Aparecido dos Santos, Eduardo Vicentini, Carlos Stange, Reinaldo, Ana Lucia Crisostimo e Wanda T. P. Santos.
Fonte dos itens	Próprio autor
Descrição dos itens	Três grupos de questões sobre as funções dos estudantes, professores e equipe pedagógica em relação ao ensino de física

Método de avaliação	Estatística básica descritiva
Validade determinada pelo autor	Alfa de Cronbach 0,84

Fonte: Próprio autor (2016).

Quais as vantagens e desvantagens em utilizar este teste?

Por esse trabalho ser uma proposta de teste padronizado, e como é condição para esse tipo de testes, os itens apresentados já tiveram suas características estatísticas testadas. A avaliação estatística completa está disponível na secretaria do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste. A análise crítica dos índices foi considerada plenamente satisfatória pelos professores que o desenvolveram e pelos professores convidados a avaliá-lo.

Um teste padronizado traz ainda, como uma das principais vantagens, a uniformidade das instruções para aplicação e a possibilidade de comparar dados obtidos em sua aplicação com dados de aplicações anteriores.

Apesar dos documentos correspondentes às diretrizes paranaenses serem utilizados de base na escolha das sentenças, as condições abordadas nas sentenças são comuns a um bom desenvolvimento do ensino, e sua formulação não apresenta nenhuma condição temporal ou espacial a ser seguida.

Entre as desvantagens dos testes elaborados pode-se citar que um teste elaborado pelo professor pode se apresentar mais adequado e mais próximo da realidade do seu curso. Entretanto, se o professor não tiver experiência na elaboração de questionários, os testes padronizados são mais aconselháveis.

Ao optar pela utilização do modelo aqui proposto, o aplicador já terá em mãos as qualidades métricas do instrumento. Isso permite-o comparar seus resultados de sua aplicação (devidamente observados os critérios de população e membros) com os dados já obtidos no âmbito deste trabalho. O cronograma do projeto do pesquisador será reduzido já que não precisará passar pela fase de elaboração do instrumento (vantagem válida para aplicação na área da física).

Em contrapartida, a aplicação desse instrumento pode não representar com integral correspondência a perspectiva do avaliador em relação a suas concepções sobre o desenvolvimento do ensino de física. É comum a necessidade de readequação do material e isso complica a apreciação de qualidade do instrumento.

As qualidades métricas aqui estabelecidas foram baseadas em uma população relativamente grande e homogênea, mas pode ocorrer que ela seja muito distinta da população que se pretende avaliar.

Como o teste deve ser aplicado?

O teste segue o padrão anunciado e descrito anteriormente. Para facilitar a interpretação e as coletas das opiniões dos entrevistados foram formuladas três versões do mesmo teste: uma para os professores, uma para os estudantes e uma para a equipe pedagógica. A única diferença entre elas é o direcionamento pessoal e verbal das sentenças, específico para cada grupo respondente.

O usuário de um teste padronizado deve verificar com antecedência o tempo necessário para a aplicação do teste, que na experiência feita foi de 20 a 30 minutos. É necessário para a aplicação do teste, no mínimo uma turma, seu respectivo professor de física e pelo menos um pedagogo que acompanhe o trabalho realizado na escola.

Ao aplicar o teste o avaliador deve explicar claramente como os entrevistados devem proceder durante o tempo de resposta do questionário. Segue um breve texto que pode servir de modelo para essa abordagem:

“Cada sentença presente no questionário tem cinco possibilidades de resposta: C (Concordo), CP (Concordo Parcialmente), NS (Não Sei ou Não Tem Opinião), DP (Discordo Parcialmente), D (Discordo). Para cada sentença o entrevistado deve escolher apenas uma opção de resposta. Se houver mais de uma opção assinalada para a mesma sentença isso resultará na anulação desta. Em toda a extensão do questionário existem sentenças afirmativas e negativas. Os entrevistados devem, portanto, estar atentos à leitura para observar as diferenças entre as sentenças e também para que suas respostas descrevam da forma mais fidedigna a realidade que eles vivem e suas opiniões sobre o tema abordado.”

A aplicação do teste exige a presença de um aplicador, para distribuir e recolher os questionários durante o tempo destinado para a resposta e, posteriormente separar os questionários por turma, caso seja realizado em mais de uma classe. O aplicador não deve, em hipótese alguma interferir na opinião dos entrevistados, nem demonstrar suas próprias concepções sobre os temas abordados. Caso isso ocorra, os dados da turma que sofreu interferência devem ser

descartados e não podem ser utilizados para fundamentar qualquer observação sobre a avaliação pretendida.

Como fazer a coleta de dados?

O primeiro cuidado a ser tomado pelo avaliador é ter em mãos questionários suficientes para todos os entrevistados. Uma pessoa, de preferência um profissional da educação, será o responsável por aplicar o questionário. Ao entregá-lo o aplicador deve explicar sucintamente como os entrevistados deverão proceder ao responder as sentenças.

Deve-se disponibilizar de 20 a 30 minutos para os entrevistados responderem o questionário. Depois desse período, eles devem ser recolhidos e separados por turma. Essa organização é de grande importância para facilitar a análise dos dados. As turmas entrevistadas devem ser separadas pelos nomes do professor que ministra a disciplina. Como o objetivo é comparar as respostas dos grupos, as respostas do professor devem ser comparadas com as respostas de seus respectivos estudantes.

Uma vez coletados os dados deve-se prepará-los para a análise estatística. Esse é o período de conversão das respostas em dados numéricos e pode ser feita de duas formas. Com a ajuda de um programa estatístico deve-se transcrever as respostas dos entrevistados para o programa. Se preferir, o avaliador pode fazer a conversão numérica manualmente e transcrever somente os valores numéricos para o programa. Ou ainda, pode transcrever as respostas diretamente para o programa e fazer a correspondência numérica através de recursos do próprio programa. Para cada sentença afirmativa, as respostas serão convertidas em valores crescentes de 1 a 5 sendo, 1 o valor correspondente a opção Discordo e 5 o valor correspondente à opção Concordo. Nas sentenças negativas os valores se invertem, 1 torna-se o valor para a opção Concordo e 5 o valor para a opção Discordo.

Como fazer a análise estatística dos dados?

Aplica-se o questionário, coletam-se os dados, separam-se os grupos de estudantes em suas respectivas turmas e inicia-se a análise dos dados. Após a conversão das respostas em dados numéricos, a aplicação estatística torna-se mais fácil. Pode-se aplicar primeiramente a estatística básica, média, moda, etc. Essa

estatística ajudará a descrever uma forma geral, abordando características comuns a todos os grupos.

Os dados coletados são tabulados em planilha eletrônica e as fórmulas modeladas para análise estatística modeladas da mesma forma. Optou-se pela utilização de planilha eletrônica ao invés dos pacotes estatísticos profissionais disponíveis no mercado, que fazem cálculos similares, pelo motivo de acompanhamento do processo e disponibilidade de recursos.

Aconselha-se, primeiramente, calcular a média de cada questão. Para calcular a média por questão basta somar os valores das respostas de cada estudante e dividir pelo número de estudantes que responderam ao questionário. A média deve ser calculada de forma individual para cada grupo, estudantes, professores e equipe pedagógica.

Ao final do cálculo das médias o aplicador poderá comparar as opiniões de cada grupo sobre qualquer sentença. Como o questionário é longo (44 sentenças), a discussão de todas elas em um único trabalho se tornará maçante e cansativo ao leitor. Então, para disponibilizar os resultados é melhor separar apenas algumas questões para serem discutidas de cada vez. Assim, as avaliações e discussões tornam-se mais claras e objetivas. Ao conhecer as opiniões individuais sobre cada tema, possibilita a comparação entre indivíduos e grupos, pode-se também identificar mudanças, que porventura ocorram nestes e possíveis extremos de atitudes, e assim, propor estratégias didáticas e metodológicas, que atendam determinada situação.

A média individual das sentenças abre a possibilidade de uma avaliação e discussão geral. Ela pode ser feita através das médias das sentenças dos grupos. Ou seja, o grupo das sentenças que avaliam o professor é composto de 18 questões. Para calcular a média geral que o professor recebeu dos estudantes basta somar as médias das respostas dos estudantes para essas sentenças e depois dividir pelo número de questões, nesse caso, 18.

Como Interpretar os dados obtidos?

No que compete à interpretação das médias aritméticas a interpretação é razoavelmente simples. Os conceitos acima de 3,5 são considerados positivos, os conceitos abaixo de 2,5 são considerados negativos. As sentenças que foram

avaliadas entre 2,6 e 3,4 representam a neutralidade do entrevistado, frente ao assunto abordado na sentença.

Esta interpretação dos valores vale também para as sentenças negativas, pois a conversão numérica é inversa nesses casos.

Essa comparação vale também para as médias calculadas para os grupos.

Cuidados ao reorganizar este teste para outra disciplina

O primeiro passo, para readequação ou transposição da escala apresentada para avaliação de outra disciplina é a pesquisa bibliográfica. O autor deve fazer a leitura de documentos vigentes sobre a disciplina que deseja avaliar e separar as referências que servirão de base para a formulação das sentenças.

As sentenças devem expressar ideias de comportamento esperadas pelo avaliador, ou seja, com base na literatura adotada são classificados e eleitos itens que devem fazer parte do ideal de ensino por parte do avaliador.

Uma vez eleitos os temas a serem abordados, passa-se para a fase de elaboração do questionário, através da formulação das sentenças para serem avaliadas em multinível.

Um dos principais cuidados ao elaborar um questionário multinível é que cada sentença deve abordar uma ideia de cada vez, ou seja, as sentenças elaboradas devem ser independentes. Se a resposta de um item reforça a resposta de outro item, conclui-se que um explica o outro.

A elaboração da escala é um processo que se inicia pela elaboração dos itens e é concluída com os testes de validade e de precisão. Os itens são sentenças, questões ou geralmente afirmativas, que representam o fenômeno a ser avaliado, devendo expressar o comportamento das pessoas frente ao assunto de interesse. Seguem uma série de observações indicadas sobre a elaboração das sentenças.

O item deve expressar um comportamento e não uma abstração.

A escala consiste na concordância ou discordância do respondente sobre se o comportamento citado convém ou não para ele.

Cada item deve expressar uma única ideia.

O item deve ser claro e simples para que todos os indivíduos da população alvo possam interpretá-lo facilmente.

O item não deve insinuar atributo diferente do definido.

O uso de mesmos termos em vários itens deve ser evitado, pois provoca monotonia, cansaço e aborrecimento.

Não utilizar expressões extremadas na formulação dos itens.

As expressões utilizadas devem ser condizentes com o atributo.

O conjunto de todos os itens deve cobrir toda extensão de magnitude do conteúdo visado para a seção.

Deve haver maior parte dos itens de dificuldade mediana e, em menor número, itens fáceis ou difíceis. Assim é garantida a homogeneidade entre o grau de comportamento, considerando a premissa de que a maioria das pessoas situa-se na faixa mediana de comportamento.

Após a observação e aplicação dessas condições na reelaboração do questionário ele deve ser avaliado e testado por outros profissionais da área, a fim de reduzir possíveis erros de formulação da sentença. É recomendada também a aplicação piloto do teste. Essa aplicação é feita com uma pequena amostra populacional, escolhida ao acaso e serve para reduzir os erros de formulação das sentenças.

O uso de sentenças negativas não é recomendado em excesso. Tais sentenças exigem maior nível de abstração e interpretação por parte do entrevistado e isso pode gerar maiores erros de confiabilidade no instrumento.

Como este teste foi validado?

A escala utilizada nesse trabalho é conhecida como escala multi-item. Essa escala possibilita avaliar diferentes capacidades e características específicas dos entrevistados.

A fiabilidade de uma medida é sua consistência interna das medidas. Um instrumento de medida é considerado fiável se ele dá os mesmos resultados se aplicado a alvos estruturalmente iguais. A fiabilidade pode ser apurada com maior ou menor grau de certeza, pois toda medida está sujeita a erro. A principal referência (não entendi se é referência ou referênci) questões de fiabilidade de uma medida é o índice alfa de Cronbach e é uma estimativa e não um dado proveniente do instrumento.

O alfa de Cronbach, que mede a consistência interna de um questionário é calculado através da seguinte equação:

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \cdot \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right]$$

Onde k é o número de itens do instrumento, nesse instrumento k=44, e

$S_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$, é a variância do item j (j=1, ..., k) e S_T^2 é a variância dos

totais da escala definida em: $r_{SB2} = \frac{k \times \bar{r}}{1 + (k-1) \times r}$

O α estima a verdadeira fiabilidade do instrumento principalmente se ele for definido por uma escala multifatorial. Quanto mais alta for a correlação entre os itens, maior é sua consistência interna. A avaliação correspondente do alfa, adotada para este trabalho, é a que segue:

$\alpha \leq 0,30$ muito baixa

$0,30 < \alpha \leq 0,60$ baixa

$0,60 < \alpha \leq 0,75$ moderada

$0,75 < \alpha \leq 0,90$ alta

$\alpha > 0,90$ muito alta

Os dados coletados de um questionário são considerados consistentes pelo grau em que a medida está livre de erros. O valor zero para o alfa indica que não há nenhuma relação entre as medidas dos testes. Se o alfa for negativo há duas possibilidades: um erro no cálculo ou uma terrível consistência interna do instrumento.

A validação de uma escala é um processo longo e, a utilização do cálculo do alfa de Cronbach é a forma mais conhecida de medir a consistência interna do instrumento.

Para poder aplicar o alfa de Cronbach e validar uma escala, alguns pressupostos devem ser seguidos.

O questionário deve estar dividido em seções e agrupado em dimensões, no instrumento aqui apresentado foram construídos três grupos distintos de questões, abordando a rotina e a postura de três grupos importantes para o desenvolvimento do ensino, estudantes, professores e equipe pedagógica.

Para poder ser validado, o questionário deve ser aplicado a uma amostra significativa e heterogênea, nesse caso a validação foi com base na opinião de 913 estudantes, 9 professores e 8 pedagogos de escolas estaduais e particulares dos estados de Paraná e São Paulo.

Outra condição importante é que a validade do instrumento só é considerada válida se os entrevistados não são especialistas em elaboração de questionários e nem no assunto abordado, pois ao questionar especialistas as concepções e posturas frente aos temas pode diminuir o valor calculado do alfa.

5.2 Mapas Conceituais

Mapas conceituais (MCs) podem ser definidos como diagramas hierárquicos que têm como objetivo refletir a organização de um corpo de conceitos. São representados, em sua maioria, por diagramas bidimensionais que mostram essas relações de hierarquia entre conceitos. Nessa representação, os conceitos mais gerais aparecem no topo do mapa, seguidos por conceitos em ordem decrescente de generalidade, sendo dispostos de cima para baixo no eixo vertical. O sucesso dos MCs em sala de aula depende do entendimento dos fundamentos teóricos relacionados à técnica. Segue nesta seção algumas características e conceitos que podem ajudar na escolha e implementação desta técnica.

Pela prioridade imposta ao eixo vertical, nem sempre são mostradas relações horizontais, assim sendo, o eixo vertical é responsável por representar o grau de inclusividade dos conceitos.

A aplicação dos mapas conceituais como instrumento de ensino e aprendizagem é bem ampla. Podem servir de base de organização de uma aula ou conjunto de conteúdos, trabalhados desde seu planejamento até a avaliação. Além de poder ser utilizado como ferramenta de análise e planejamento de currículo:

No ensino, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações hierárquicas entre concepções que estão sendo ensinadas em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em toda a matéria. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e procuram facilitar a aprendizagem significativa (em contraposição às aprendizagens mecânica, automática, memorística) dessas estruturas. Eles mostram a relação hierárquica de conceitos que serão abordados em sala de aula e por explicitarem as relações de super ordenação entre os conceitos, podem certamente influenciar a aprendizagem.

Cada mapa conceitual é único e representa uma das possíveis formas de organizar os conceitos, específica de seu autor, assim sendo, o uso de mapas conceituais não dispensa a explicação por parte do professor. São ainda indicados para serem utilizados quando os estudantes já possuem certa noção dos conteúdos estudados, assim podem promover a diferenciação conceitual e se tornarem instrumentos de reconciliação e integração das relações conceituais.

Como ferramenta avaliativa, os mapas conceituais, possibilitam ao professor e aos estudantes a percepção quanto à identificação e à apropriação da hierarquia dos conceitos trabalhados, facilitando uma visão geral capaz de identificar os mais relevantes dentro do contexto. Além disso, o mapa conceitual não tem dependência com a produção de notas, escores de determinação de apropriação de conhecimento, mas tem bases de compromisso formativo de acordo com o que se espera segundo a Legislação Educacional de 1996 e os documentos de regularização do ensino (PCNs e DCEs).

No entanto, deve-se ter consciência da importância e de como utilizar essa ferramenta. Moreira define em sua apostila sobre mapas conceituais que:

“Os conceitos e as linhas que ligam conceitos em um mapa conceitual não terão significado para os estudantes a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham pelo menos alguma familiaridade com a matéria de ensino” (MOREIRA, 1988, p.15).

Os mapas conceituais apresentam uma facilidade aparente de elaboração. Essa característica contribui para sua popularização, porém sua utilização sem planejamento e embasamento teórico reduz suas potencialidades.

A revisão aqui apresentada aponta apenas direcionamentos para o início da pesquisa de utilização dos mapas conceituais, não suficiente, portanto, para fomentar a aplicação prática efetiva desse instrumento.

Ao utilizá-lo como ferramenta de avaliação, pode-se obter informações sobre as relações e estruturas, que o estudante vê no conjunto de conceitos estudado. Essa utilização dá aporte para duas formas de avaliação a partir do mapa conceitual. A primeira construir um mapa conceitual a partir das respostas dadas pelos estudantes durante o processo avaliativo e a outra é a de incentivá-los para que construam seus próprios mapas conceituais.

A avaliação por meio do mapa conceitual objetiva a verificação do que os estudantes sabem em termos conceituais, se opondo ao determinismo das questões dissertativas ou nos testes de múltipla escolha, pois possibilitam abertura para a incerteza, ou seja, permitem a explicação das idiosincrasias presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

A utilização desse instrumento não é unidimensional. A ordem com que os conceitos são apresentados e dispostos permite partir das situações particulares para as gerais e vice-versa.

Tem como principal vantagem mostrar a diferença dos graus de inclusividade dos conceitos e facilitar a aprendizagem e retenção, pois proporciona visão integral do assunto.

Porém, um mapa conceitual complexo ou confuso demais pode dificultar a aprendizagem e inibir a criatividade dos estudantes, de estabelecer suas próprias relações de hierarquia conceitual, uma vez que foram apresentados a um mapa já previamente pensado pelo professor.

O estudo sobre mapas conceituais deve ser utilizado com objetivo de capacitar os estudantes, a relacionar hierarquicamente os conceitos físicos estudados, promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, a fim de demonstrar sua aprendizagem do conteúdo estudado.

Apesar de apresentar-se extremamente produtiva, a utilização de mapas conceituais como instrumento avaliativo não é uma tarefa tão fácil.

5.3 Experimentação

Em geral, muitos professores que ministram a disciplina de física concordam que a experimentação é indispensável para o processo de desenvolvimento das competências esperadas em física. As atividades experimentais oportunizam o agir em diferentes níveis e de diferentes formas, o estudante pode fazer, manusear. Acredita-se que, a ênfase nessa oportunidade de interação direta com os conceitos pode auxiliar no processo de construção do conhecimento pelo próprio estudante. Aumentam as chances do desenvolvimento da curiosidade e do hábito de questionar.

Essa estratégia metodológica quando bem empregada propicia o diálogo entre estudante e professor e o conhecimento, e na maioria das vezes, esse diálogo se apresenta de forma questionadora. Uma vez estabelecido o diálogo questionador é muito provável que o conhecimento desenvolvido dessa forma se apresente com forte significado. Além disso, a manipulação dos materiais, seja para construir o aparato ou para manuseá-lo durante as observações, confronta o

estudante com aspectos que dificilmente podem ser compreendidos, ou até mesmo, abordados na explanação teórica.

Uma vez reconhecida a importância da experimentação, deve-se observar algumas características importantes para eleger experimentos, que sejam eficientes e possíveis de aplicar no tempo de uma hora aula.

Experimentos fáceis de obter e de montar e a fidedignidade com os conceitos que se busca observar foram as principais características para eleger as atividades aqui apresentadas. Todos os experimentos abordados nesta seção apresentam as seguintes características: a coleta de dados condizente com o tempo de aula, são experimentos demonstrativos, são baratos; apresentam riscos mínimos para os experimentadores.

Energia e Movimento

01. INTRODUÇÃO

O principal conceito abordado nesse experimento é “energia”. É importante lembrar que esse conceito é interdisciplinar. A energia é amplamente abordada em diversas disciplinas, como química, biologia e física. A principal consideração sobre esse conceito, antes dele ser abordado em qualquer aula é que ele é um conceito universal. A energia abordada de diferentes formas por diferentes disciplinas trata-se do mesmo conceito. Em física, as formas mais comuns de se abordar energia é através das classificações de potencial, cinética, eólica, térmica, elétrica, entre outras, além de fazer parte de um dos principais conceitos de mecânica e objetivo desse experimento: o Princípio da Conservação da Energia Mecânica.

Segundo o Princípio da Conservação da Energia Mecânica “a energia pode ser transformada de uma forma para outra ou transferida de um objeto para outro, mas a quantidade total é sempre a mesma”.

A energia cinética é a energia associada à quantidade de movimento de um objeto, pode ser definida também como a capacidade que os corpos apresentam de realizar trabalho por causa do movimento. Essa energia, portanto, só existe quando o objeto possui velocidade em relação a um ponto de referência. A massa do objeto também influencia na quantidade de sua energia cinética, de tal forma que, quanto mais massa, para uma velocidade fixa, maior a quantidade de

energia cinética. Isso pode ser facilmente percebido através da relação matemática que define a energia cinética de um corpo:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Onde

m = massa do corpo – SI: kg

V= velocidade do corpo em relação ao referencial –
SI: m/s.

Outra forma bastante comum de manifestação da energia é através da energia potencial. Existem dois tipos básicos de energia potencial, a elástica e a gravitacional. A energia potencial elástica é a energia associada a uma mola. E a energia potencial gravitacional é associada a um corpo e a superfície terrestre e depende da posição vertical (altura) do corpo em relação a terra.

A representação matemática da energia potencial gravitacional é:

$$E_{pg} = mgh$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{pg} = \text{energia potencial gravitacional} \\ M = \text{massa do corpo} \\ G = \text{aceleração gravitacional (10m/s}^2\text{)} \\ H = \text{altura do objeto em relação a terra} \end{array} \right.$$

O Princípio da Conservação da Energia, como já definido descreve que a energia total pode variar entre as formas de energia cinética e energia potencial e ainda em outras formas de energia (sonora ou energia de deformação), mas jamais se perde. A energia total de um sistema permanece constante.

O objetivo do experimento é ilustrar a quantidade de energia cinética necessária para a deformação de um objeto.

Considerando a energia total como sendo a energia mecânica e sabendo que sua definição matemática é:

$$E_{mec} = E_c + E_{pg}$$

Temos que a energia potencial pode se transformar em energia cinética e vice versa.

A partir da deformação causada em uma massa de modelar, podemos demonstrar qualitativamente como as grandezas físicas, massa e velocidade, influenciam a energia cinética de um objeto e como a diferença de altura confere maior energia cinética para o objeto.

02. MATERIAIS UTILIZADOS

- Massa de modelar;
- Régua;
- Bolinhas de vidro de tamanhos diferentes (bolinhas de gude).

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Molda-se a massa de modelar como se fosse um "bolo". Com a palma da mão amasse a massa de modelar e deixe uma pequena borda.

Figura 2: Massa de modelar



Fonte: próprio autor

Figura 3: Experimento montado com régua e massa de modelar



Fonte: próprio autor

Figura 4: Foto da deformação da massa de modelar.



Fonte: próprio autor

Use os dois lados da régua para fazer comparações das deformações sofridas pela massa, quando temos diferentes quantidades de energia cinética, quer pela variação da velocidade, quer pela variação da massa.

Observação: A massa de modelar pode ser caseira, pois é mais mole.

Receita: Ingredientes para a massa de modelar: 2 xícaras (250ml) de farinha de trigo; 1 xícara (125ml) de sal; água para dar consistência de pão à massa (pouco mais do que 1 xícara); 2 colheres de sopa de óleo comestível ou óleo de amêndoas. Modo de fazer: aos poucos, misture a água na composição farinha-sal, de modo que fique homogênea. Após, misture o óleo na composição farinha-sal e amasse para obter a consistência de pão. Esta massa é mais mole e permite uma melhor visualização dos efeitos.

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicia-se o procedimento com o equipamento montado conforme a figura 02.

Será atribuída à bolinha uma quantidade de energia potencial, elevando-se a bolinha a uma altura de 15 cm em relação à massa de modelar.

Nesse momento é importante segurar a bolinha na altura indicada e explicar aos estudantes, que a bolinha ganhou energia potencial gravitacional pela elevação da altura e que enquanto a bolinha permanece parada ela não possui energia cinética, assim toda a energia do sistema é potencial.

Ao soltar a bolinha, o experimentador permite que a energia potencial se transforme em energia cinética, ao longo do trajeto percorrido pela bolinha.

Quanto mais perde altura, mais a bolinha ganha velocidade. Ao entrar em contato com a massa de modelar, no final da régua, a energia cinética da bolinha é transformada em energia de deformação e a bolinha faz um buraco na massa de modelar. Quanto maior for a altura da bolinha no início do procedimento, maior será a deformação na massa de modelar. Portanto, se a massa de modelar se deforma mais, isto implica um recebimento maior de energia cinética, considerando que a deformação causada é proporcional à energia transferida.

O procedimento pode ser repetido com a bolinha sendo solta de uma altura de 30 cm do outro lado da régua. Essa comparação de alturas diferentes ajudará os estudantes a compreender a relação de transferência de energia. Pois ao impulsionarmos a bolinha de alturas diferentes a maior altura resultará em um maior ganho de velocidade e a massa de modelar sofrerá uma deformação maior. Isso implica que a massa de modelar se deforma mais à medida que a bolinha possui mais velocidade. Deformação maior significa que a massa recebeu mais energia.

Outra comparação interessante é entre bolinhas com massas diferentes. Para isso repete-se o procedimento, agora na mesma altura (indicado 30 cm), mas entre duas bolinhas com massas distintas. Assim assegura-se que ambas possuirão aproximadamente a mesma velocidade, e pode-se observar que haverá diferença entre as deformações na massa de modelar devido à diferença entre as massas. Isso implica que a massa de modelar se deforma mais quanto maior é a massa da bolinha. Novamente, deformação maior significa que a massa de modelar recebeu mais energia e conclui-se que com mais massa, a bolinha tem mais energia cinética.

05. QUESTÕES SUGERIDAS

a) Relacione a equação matemática da energia cinética com o procedimento experimental realizado nesse experimento. Quais são as observações que podem ser retiradas dessa comparação?

b) Indique a transformação de energia mecânica através das manifestações em energia cinética e potencial em pelo menos três pontos da descida da bolinha. 1. Antes dela ser solta; 2. Na metade do percurso; 3. Ao atingir a massa.

c) Com base no princípio da conservação da energia mecânica e na definição da energia potencial gravitacional, discuta as diferentes deformações na massa de modelar, a partir das diferentes alturas em que a bolinha foi solta.

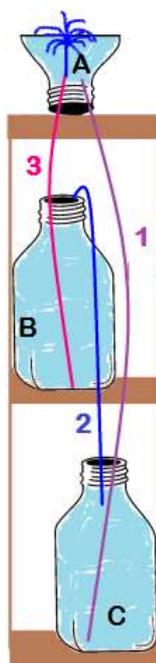
Fonte de Heron – Pressão hidrostática – Equação de Bernoulli

01. INTRODUÇÃO

Acredita-se que Heron de Alexandria, matemático e inventor tenha vivido durante o século I DC. Ele é mais conhecido por uma fórmula que permite o cálculo da área do triângulo (fórmula de Heron), além da fórmula, o experimento aqui apresentado também leva seu nome: Fonte de Heron.

A fonte de Heron é formada por três recipientes, um deles aberto e os outros dois fechados, observe a figura 5. Dispostos de tal forma que a diferença de altura entre eles possibilite o mecanismo da fonte funcionar por um longo período de tempo.

Figura 5: Esquema representativo da fonte de Heron



Fonte: próprio autor

A explicação conceitual mais comum utiliza os conceitos de fluidos. Em física entende-se por fluido uma substância capaz de escoar e se moldar a um recipiente. Ele se comporta dessa forma porque não resiste às forças paralelas à superfície, conhecidas como tensões de cisalhamento. Outro conceito essencial ao

falar de fluidos é o princípio de Pascal, que diz que uma variação de pressão aplicada em um fluido incompressível é transmitida integralmente, a todas as partes desse fluido e às paredes do recipiente onde ele se encontra.

Observe atentamente o esquema do experimento na figura 5. O recipiente de baixo (que será chamado de recipiente C) está vedado e preenchido com o ar atmosférico, o recipiente do meio (que chamaremos de recipiente B) está cheio de água.

Ao jogar um pouco de água no cone de plástico (recipiente A), ela escorre através da mangueira 01 para o recipiente C. A água comprime o ar desse recipiente e o conduz através da mangueira 02 para o recipiente B. Devido ao princípio de Pascal (a pressão exercida em um ponto de um fluido é transmitida integralmente para todos os pontos desse fluido), o ar a pressão do ar conduzido para o recipiente vai aumentando até que seja suficiente para empurrar a água do recipiente B até o recipiente A, através da mangueira 3. A fonte funcionará até que acabe toda a água do recipiente B.

Outra abordagem possível de ser trabalhada com este experimento é a conservação da energia. A energia inicial para o funcionamento do sistema é dada pelas alturas diferentes em que garrafas são dispostas. Com a diferença na altura, a garrafa do meio ganha energia potencial gravitacional em relação à garrafa de baixo. Essa energia potencial inicial mais a pressão atmosférica mantém o funcionamento da fonte até que se esgote a água da garrafa do meio.

Para repetir o experimento, é só afrouxar as tampas e trocar as garrafas de posição - cheia em cima e vazia em baixo.

02. MATERIAIS UTILIZADOS

Três garrafas de plástico 5 l (ou garrafas pet 2 l);

Mangueira de plástico aproximadamente 2m;

Silicone ou cola quente;

Ferro de solda para perfurar as tampas das garrafas;

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Em cada tampa faça dois orifícios de forma que a mangueira encaixe sem folga;

Corte a parte do gargalo de uma das garrafas;

Figura 6: Tampas das garrafas furadas e garrafa cortada



Fonte: Próprio autor

Monte as seguindo o esquema discutido na figura 05.

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após se certificar de que a montagem foi realizada corretamente e de que não há nenhum vazamento nas junções entre as mangueiras e as garrafas de plástico. Deve-se jogar uma pequena porção de água no recipiente aberto, e a partir disso observar a fonte funcionando.

05. QUESTÕES

- a) Quais os conceitos físicos envolvidos nesse processo?
- b) Como esses conceitos explicam o funcionamento da fonte, passo a passo?

Como enxergar o som

01. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Ondas sonoras são definidas genericamente como qualquer onda longitudinal. As ondas sonoras audíveis são as que possuem frequência entre 20 e 20.000 Hz. São originadas a partir de vibrações do ar que são captadas pelos ouvidos e processadas em nosso aparelho auditivo.

Todos os tipos de ondas possuem uma propriedade muito conhecida, ao se propagarem elas transportam energia sem transportar matéria.

As ondas sonoras são originadas por vibrações no meio material em que elas se propagam. Ela se propaga em vários meios, sólidos, líquidos e gasosos, mas na maioria dos casos, esse meio é o ar. Ao produzirmos um som, as vibrações são transmitidas para as moléculas do ar que por sua vez passam a vibrar. A vibração dessas moléculas é transmitida para as moléculas vizinhas, que por sua vez também passam a se propagar para outras moléculas vizinhas, e assim sucessivamente. Essa propagação ocorre em todas as direções e por esse motivo a onda sonora é classificada como onda esférica.

As ondas sonoras são longitudinais, ou seja, as moléculas vibram na mesma direção de propagação da onda, produzindo regiões de compressões e rarefações sobre o ar.

A voz é produzida na laringe, onde se localizam as pregas vocais (cordas vocais). Ao respirarmos as pregas vocais se abrem e o ar entra e sai dos pulmões. Ao falarmos, elas se aproximam e o ar que sai dos pulmões, passando pelas pregas vocais, produzindo uma vibração que é a voz.

O som produzido passa pelas cavidades de ressonância (faringe, boca e nariz), alto-falantes naturais. Os sons da fala são articulados na boca, dentes, língua, lábios, mandíbula e palato. Estas estruturas modificam o som produzindo a fala.

As vibrações sonoras chegam ao canal auditivo e são captadas no tímpano. O tímpano vibra conforme a vibração das ondas sonoras que chegam e transmite essa vibração para os ossículos do ouvido (martelo, bigorna e estribo) essa vibração é amplificada e chega até a cóclea. A cóclea possui um líquido em seu interior e a vibração é captada por cílios existentes nesse órgão. A cóclea transmite essa vibração ao nervo auditivo que leva a informação para ser processada no cérebro.

02. MATERIAIS UTILIZADOS

Caneta laser

Lata pequena

Pequeno espelho ou pedaço de CD, (quadrado com 2 cm de lado)

Balão

Fita adesiva

Cano pvc;

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO:

Tire o fundo da lata;

Corte o balão na metade;

Figura 7: Lata sem fundos e balão cortado



Fonte: Próprio autor

Envolva o fundo da lata com o balão e prenda utilizando a fita adesiva;

Figura 8: lata envolvida com o balão



Fonte: Próprio autor

Prenda o espelho no centro do balão.

Figura 9: lata com o espelho



Fonte: Próprio autor

Em uma das extremidades do cano de pvc deve-se fazer um corte em formato de V. Esse corte servirá de suporte para o laser e deverá fazer com que o laser fique sempre apontado para o espelho e também garantirá que o laser atinja o espelho sempre a um ângulo de 45° .

Figura 10: cano pvc cortado



Fonte: Próprio autor

Com a fita adesiva deve-se fixar o laser no cano pvc, utilizando o corte em V como apoio para o laser. Nesse momento para facilitar o ajuste da incidência do laser pode-se prender o botão do laser para que ele sempre fique ligado.

Figura 11: laser fixo no cano pvc



Fonte: Próprio autor

Depois do conjunto pronto, é hora de prendê-lo na lateral da lata;

Figura 12: experimento pronto



Fonte: Próprio autor

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

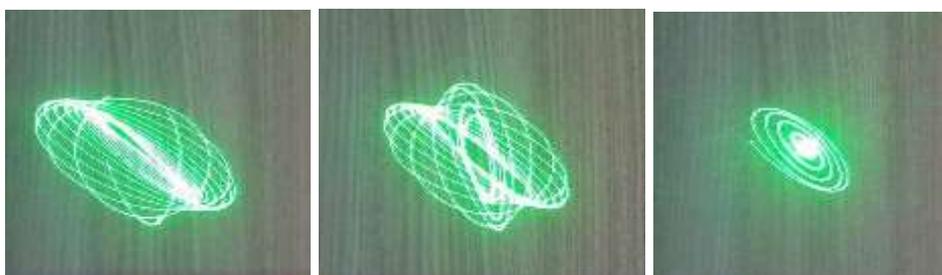
Basta segurar o aparato experimental e falar no lado oposto ao lado onde foi preso o balão. A lata deve ser posicionada também de forma que o laser seja refletido na parede. Ao falar dentro da lata as vibrações produzidas pela voz são transmitidas para o balão e o laser possibilita a projeção das vibrações na parede;

Cada som emitido fará o ar vibrar de maneira diferente e projetar uma figura específica;

Algumas figuras que foram projetadas durante a realização de experimento.

Ao falar criamos ondas na bexiga e quanto mais grave o som, maiores serão as ondas formadas.

Figura 13: Figuras formadas da vibração da voz.



Fonte: próprio autor.

05. QUESTÕES

- a) O que são ondas sonoras e como elas se propagam?
- b) Qual a característica que permite que as ondas sonoras sejam projetadas com esse experimento?
- c) Além dos conceitos de ondas, quais os outros conceitos que estão presentes nesse experimento?

Inversão térmica

01. INTRODUÇÃO TEÓRICA

A emissão excessiva de poluentes tem provocado sérios danos à saúde como problemas respiratórios (bronquite crônica e asma), alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso ou em órgãos vitais e até câncer. Esses distúrbios agravam-se pela ausência de ventos e no inverno com o fenômeno da inversão térmica (quando uma camada de ar frio forma uma parede na atmosfera que impede a passagem do ar quente e a dispersão dos poluentes).

A inversão térmica é um fenômeno atmosférico muito comum nos centros urbanos industrializados, especialmente aos localizados entre serras e montanhas. Os poluentes retidos nas camadas da atmosfera próximas à superfície provocam doenças respiratórias e irritações nos olhos. Esse processo ocorre quando o ar frio (mais denso) é impedido de circular por uma camada de ar quente (menos denso), provocando uma alteração na temperatura.

Esse fenômeno meteorológico é caracterizado pela presença de ar frio nas regiões mais próximas à superfície terrestre, diferentemente do que ocorre em dias normais. Como as camadas de ar mais elevadas também são frias, forma-se uma faixa de ar quente intermediária. O ar quente, por ser menos denso, se posiciona a uma altitude mais elevada e impede a dispersão dos poluentes. A ausência de ventos e de chuvas agrava esse efeito, pois dificulta ainda mais a dispersão.

02. MATERIAIS UTILIZADOS

Quatro garrafas pet com tampa;

Água morna para encher duas garrafas;

Água fria para encher duas garrafas;

Corante de duas cores diferentes para água quente e para água fria;
Prego ou outro objeto para perfurar as tampas;
Cola quente ou fita adesiva;

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Fure as quatro tampas e grude duas a duas.

Encha duas garrafas com água quente e as tinja de uma cor;

Encha as outras de água fria e tinja com o outro corante.

Figura 14: Garrafas cheias e tampas grudadas e perfuradas.



Fonte: Próprio autor.

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Junte as garrafas com as tampas que você colou.

No primeiro modelo deixe a garrafa com água quente em baixo e a garrafa com água fria em cima;

No segundo modelo prenda as outras duas garrafas deixando a garrafa com água fria em baixo;

Figura 15: Experimento pronto.



Fonte: Próprio autor

Depois de 2 minutos descreva o que aconteceu com as águas das garrafas.

05. QUESTÕES

- a) Por que isso ocorre?
- b) Relacione esse experimento com o fenômeno da inversão térmica.

Tipos de Eletrização

01. INTRODUÇÃO

A história dos processos elétricos iniciou na Grécia, com Thales de Mileto. Após descobrir uma resina vegetal conhecida como âmbar (do grego *élektron*). O filósofo esfregou a resina petrificada com pele e lã de carneiro e observou que ela atraía objetos leves como palhas, pequenos pedaços de madeira e penas.

Essa propriedade de objetos carregados poderem atrair outros objetos advém das propriedades das cargas elétricas. Nesse experimento serão explanadas algumas características de corpos carregados e os processos de eletrização (atrito, contato e indução).

Atrito: Quando dois corpos de materiais diferentes são atritados, elétrons de um dos corpos passam para o outro. Se os dois corpos estiverem neutros antes do atrito depois do procedimento ficarão com cargas de mesmo

módulo, mas sinais opostos. O corpo que cedeu elétrons fica com carga positiva e o corpo que ganha elétrons fica com carga negativa.

Quando a eletrização por atrito é feita em isolantes seus efeitos são mais facilmente percebíveis, pois os elétrons permanecem nas regiões atritadas por mais tempo.

Contato: O simples contato entre corpos também pode ser capaz de eletrizá-los. A eletrização por contato ocorre quando um corpo já eletrizado entra em contato com um corpo neutro. Parte das cargas é transferida e, no final do processo, ambos ficam carregados com cargas de mesmo sinal. Os efeitos da eletrização por contato são mais evidentes em condutores.

Indução: A eletrização por indução é um processo mais extenso que os outros dois. Ela depende da presença de um corpo carregado, chamado de indutor (pode ser condutor ou isolante de eletricidade); de um corpo inicialmente neutro chamado de induzido (corpo neutro e condutor de eletricidade) e de uma ligação com a terra em uma parte específica do processo. Na eletrização por indução os dois principais corpos envolvidos não são postos em contato.

A primeira etapa é aproximar o induzido do indutor sem permitir o contato entre eles. Essa aproximação separa parte das cargas do induzido, pois as cargas opostas às cargas do indutor tendem a neutralizá-lo. Como não há contato direto entre os corpos, as cargas não podem passar de um corpo para o outro. Enquanto o indutor ainda permanece próximo e separando as cargas do induzido, este segundo é ligado a terra ou a outro corpo maior que pode fornecer cargas a ele. Ao efetuar essa ligação as cargas são conduzidas para o induzido para neutralizar as cargas que foram separadas. Em seguida a ligação terra é desfeita, e o indutor é afastado.

No final do processo os corpos (induzido e indutor) ficam carregados com cargas de sinal oposto.

02. MATERIAIS UTILIZADOS

- 4 canudos de refrigerante flexíveis;
- Fio de seda;
- Papel alumínio;
- Fita durex;

- 2 copos de cafezinho;
- Cartolina;
- Cola quente;
- 2 folhas de papel toalha ou uma flanela.

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Cole o canudo de refrigerante no fundo do copinho com a cola quente:

Figura 16: Canudo preso no suporte.



Fonte: Próprio autor

Depois corte um retângulo 1,5x0,5cm do papel alumínio e cole-o numa ponta do fio de lã com o durex, então amarre o fio de lã na parte superior do canudo:

Figura 17: Suporte do alumínio pronto



Fonte: Próprio autor

Agora pegue outro canudo e corte sua base flexível:

Figura 18: Canudo Cortado.



Fonte: Próprio autor

Corte um retângulo da cartolina 5x8cm e cole no canudo com o durex, cole este canudo com a cartolina no fundo de outro copo:

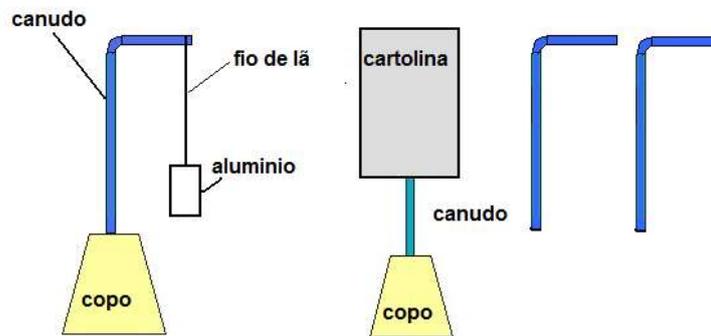
Figura 19: Suporte da cartolina pronto



Fonte: próprio autor.

O conjunto eletrostático fica assim:

Figura 20: Experimento pronto



Fonte: Próprio autor

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Segure o canudo com uma das mãos com a outra, atrite o papel toalha (ou a flanela) no canudo, sempre na mesma direção (eletrização por atrito). Em seguida encoste o canudo no papel alumínio (contato). Afaste o canudo e aproxime novamente do papel alumínio (aqui serão observados os efeitos da eletrização, pois o alumínio será repellido pelo canudo).

Agora eletrize novamente o canudo (ele será o indutor) com o papel toalha. Aproxime o canudo da cartolina sem, no entanto encostá-lo (a cartolina será o induzido) encoste seu dedo na cartolina (essa será a ligação terra). Então aproxime a cartolina e o papel alumínio e observe o efeito.

05. QUESTÕES

- a) O que aconteceu quando o canudo foi aproximado do papel alumínio? Por quê?
- b) Que processos de eletrização foram utilizados nesta etapa? As cargas envolvidas são de mesmo sinal? Explique.
- c) O que aconteceu ao aproximar a cartolina do pêndulo? Por quê?
- d) Que processos de eletrização foram utilizados nessa última etapa, as cargas envolvidas nessa etapa são de mesmo sinal ou de sinais opostos? Explique.

Resistores de Grafite

01. INTRODUÇÃO

Este experimento deve ser utilizado para complementar o ensino do conteúdo, referente à resistência elétrica, com a possibilidade de uma abordagem e discussão mais descritiva e qualitativa.

A resistência elétrica pode ser caracterizada como a "dificuldade" da passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade adotada para esta grandeza é o ohm (Ω), em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm.

O cálculo da resistência elétrica é efetuado pela primeira lei de ohm:

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \text{resistência elétrica} - \text{SI: ohm } (\Omega) \\ U = \text{diferença de potencial} - \text{SI: volt (v)} \\ i = \text{corrente elétrica} - \text{SI: ampère (A)} \end{array} \right.$$

Ao associar resistores em série a resistência elétrica total é:

$$R_{\text{série}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

A resistência total em uma associação em paralelo é:

$$\frac{1}{R_{\text{paralelo}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Para um procedimento experimental de baixo custo podem ser utilizados resistores de grafite desenhado no caderno dos estudantes:

“A grafita é um material condutor, embora sua resistividade seja relativamente elevada quando comparada com a dos metais em geral. Como o grafite do lápis é constituído de grafita processada, um risco feito sobre uma superfície isolante, como o papel, por exemplo, se tiver continuidade elétrica suficiente para que se consiga medir a resistência entre dois pontos, pode ser usado como um resistor experimental, útil para uso em laboratórios didáticos de física.”

02. MATERIAIS UTILIZADOS

- Folha de caderno comum;
- Lápis tipo 6B;

- Multímetro.

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Desenhos com lápis 6B podem ser utilizados como resistores experimentais, desde que sejam tomados certos cuidados na construção dos resistores. Os estudantes devem desenhar traços que representam os resistores. Esses traços podem ser de diferentes formatos, pois qualquer trecho desenhado com grafite pode ser utilizado como resistor experimental.

Para garantir a maior eficiência do experimento as figuras devem ter, pelo menos, 2mm de largura e suas extremidades devem ser mais espessas. Esse aumento na largura das figuras pode ser atingido desenhando algumas figuras geométricas como círculos, quadrados, losangos (ou qualquer outra), com dimensões maiores que o traço inicial e devem ser posicionadas nas extremidades ou nas ligações entre os resistores. Esse cuidado no desenho dos resistores tem objetivo de ampliação da área de contato entre o filme de grafite criado e as ponteiros do multímetro.

“Nas associações em série, paralelas e mistas, é necessário que os elos entre os resistores desenhados sejam mais largos que os próprios resistores, de modo a influírem minimamente na resistência equivalente”.

04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os estudantes deverão desenhar três resistores com diferentes formatos seguindo as orientações do professor. Cada traço que representa um resistor, deve ter largura de 2mm e comprimento de 12cm. As resistências serão medidas e seus valores anotados em uma tabela.

Tabela 1: Medida da resistência elétrica dos resistores.

	R1	R2	R3
Resistência medida			

Fonte: próprio autor

Em seguida pode-se fazer algumas associações em série e em paralelo e comparar os resultados da medida experimental e da medida calculada. A tabela abaixo mostra algumas sugestões de associações que podem ser feitas para a comparação entre os valores da resistência calculada e medida.

Tabela 2: Comparação entre a resistência calculada e a resistência medida nas associações.

Tipo de Associação	Resistência Calculada	Resistência Medida
Paralelo R1 R2		
Paralelo R2 R3		
Paralelo R1 R3		
Série R1 R2		
Série R2 R3		
Série R1 R2 R3.		

Fonte: próprio autor

Dependência da resistência elétrica e o comprimento dos resistores: Desenha-se alguns resistores com larguras de 0,5mm até 2,5mm com 12cm de comprimento. Mantém-se uma das pontas do multímetro fixa e move-se a outra ponta anotando os valores da resistência a cada 2 cm. Faz-se o gráfico, distância X comprimento e compara-se os resultados para encontrar a melhor correspondência de valores.

05. QUESTÕES

a) Medir as resistências elétricas dos resistores desenhados separadamente e nas associações e comparar com os cálculos.

Kit óptica - Propagação Retilínea da luz e Refração

01 INTRODUÇÃO

Este experimento aborda alguns dos principais conceitos de óptica. Esse é o ramo da física que aborda os fenômenos da luz. Existem alguns princípios fundamentais envolvidos no estudo da óptica, tais como: propagação retilínea da luz, a independência dos raios luminosos e a reversibilidade dos raios luminosos. Estes três princípios básicos são a base de explicação de diversos fenômenos ópticos e por isso serão abordados nesse experimento.

O princípio da propagação retilínea da luz afirma que, em um meio transparente e homogêneo a luz se propaga em linha reta. A independência dos

raios luminosos explica que a propagação de cada raio independe dos demais, ou seja, em um feixe luminoso cada raio comporta-se como se os outros não existissem. O último princípio citado, o da reversibilidade dos raios luminosos explica que o caminho percorrido por um raio de luz não se modifica quando se inverte as posições da fonte e do observador.

Quando os raios de luz incidem em uma superfície, podem se comportar de duas formas distintas: ser refletida ou refratada. A reflexão é o retorno da luz para o meio em que ela incidiu e a refração é a passagem da luz por esse meio e isso só ocorre se o meio for transparente.

Se tratando da refração existem duas leis que regem esse processo. A primeira delas é que o raio incidente, o raio refletido e a normal da superfície incidente são coplanares. A segunda lei é conhecida como Lei de Snell-Descartes. Que afirma que existe uma razão constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de reflexão para cada luz monocromática e meios refringentes. Essa relação é dada pela equação:

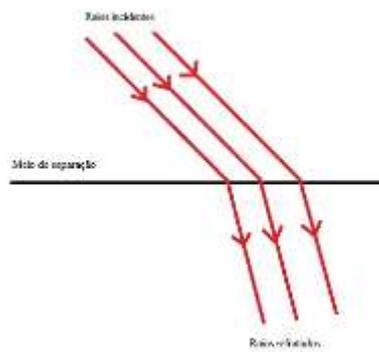
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n_{B,A}$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sen } i = \text{seno do ângulo de incidência} \\ \text{Sen } r = \text{seno do ângulo de reflexão} \\ n = \text{razão característica do comprimento de onda e} \\ \text{do meio em que ela está inserida.} \end{array} \right.$$

A refração muda a velocidade de propagação da luz e, ao menos que ela esteja incidindo perpendicularmente ao dióptro, a direção de propagação também muda de um meio para outro. Quando o índice de refração do meio do qual a luz incide é menor do que a do meio em que ela vai penetrar, o raio se aproxima da reta normal à superfície de separação dos meios.

Figura 21: Esquema da trajetória de um raio de luz em refração



Fonte: <http://estudantesonline.uol.com.br/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.html>

02. MATERIAIS UTILIZADOS

Folha sulfite;

Canetão;

Copo de vidro transparente e liso;

Água;

Régua;

Caixa de papelão (tipo caixa de sapato);

Lanterna;

Tesoura;

Apontador de laser de qualquer cor;

Garrafa de plástico (PET);

Canudo de refresco;

Cola quente e pistola para aplicar a cola;

Prego para aquecer ou algo semelhante para perfurar a garrafa pet;

03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Esse experimento é um kit, que conta com três montagens distintas. Cada uma delas servirá para representar um conceito específico de óptica.

A primeira montagem é para representar a propagação retilínea da luz, ela utilizará o copo, a caixa, a tesoura, uma porção da folha de sulfite e a lanterna ou o laser;

Montagem 01: Propagação Retilínea da luz.

Com o canetão desenhe uma pequena seta na folha sulfite;

Figura 22: seta desenhada na folha.



Fonte: próprio autor

Posicione o copo cheio de água em frente ao papel e observe o que acontece.

Figura 23: Seta com o copo cheio d'água posicionado em frente.



Fonte: próprio autor

Montagem 02: Propagação Retilínea da luz.

Para essa montagem serão utilizados o copo, a caixa, outro pedaço da folha sulfite, a tesoura, a régua e o laser ou a lanterna.

Em uma das laterais da caixa, trace duas linhas, com aproximadamente 2,0 cm de distância entre elas;

Corte nas linhas traçadas, produzindo duas fendas;

Corte um papel no formato da extremidade oposta a lateral onde as fendas foram produzidas e prenda o papel nesse fundo da caixa;

Com cuidado, posicione o copo cheio de água dentro da caixa. O copo deve estar alinhado com os dois cortes feitos na caixa;

Para o efeito ser mais bem visualizado faça o experimento em um quarto escuro, ilumine as fendas com a lanterna ou com o laser;

Observe como o pote de água desvia os raios de luz. Pode ser que você precise mover o copo até que os raios fiquem convergentes. Observe com atenção o fenômeno da refração da luz que atravessa o vidro e anote suas observações num caderno de experimentos.

Figura 24: Posicionamento dos elementos do experimento.



Fonte: Próprio autor

Figura 25: Raio de luz refratado no experimento



Fonte: Próprio autor

Montagem 03:

Para essa montagem serão utilizados o canudo, a garrafa, o prego para perfurar a garrafa e a cola quente para vedar o furo em volta do furo onde o canudo será posicionado.

Faça um furo da largura do canudo na garrafa, o mais baixo possível (para o líquido demorar mais tempo para escoar). Corte cerca de 4 cm do canudo e encaixe no buraco vedando com cola quente.

Encha a garrafa com água;

Na extremidade oposta da garrafa, aponte o laser para o fio de água que está escorrendo (ver figura).

Figura 26: raio de luz curvado na água



Fonte: Próprio autor

Observe o que acontece. Se for necessário, diminua a luminosidade da sala, apagando as luzes.

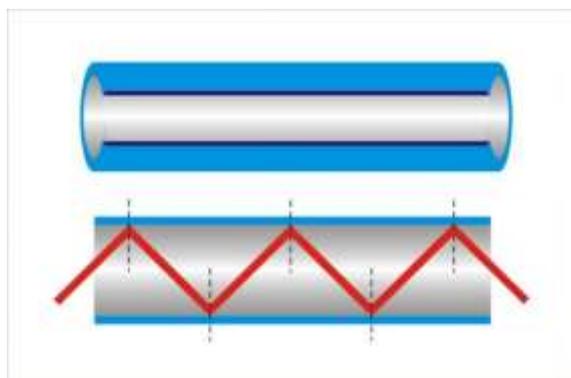
04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Faça esta experiência e mostre como os raios de luz alteram seu curso ao atravessar vidro e água. Você vai ver como eles têm de atingir o vidro num certo ângulo para serem desviados.

A luz quando percorre o interior do fio de água, vai sofrendo várias reflexões sucessivas, sempre que se aproxima da superfície que separa a água do ar. Comporta-se exatamente da mesma forma que a luz quando viaja no interior da fibra ótica.

A figura em baixo mostra-te um pouco melhor como se dão as reflexões da luz no interior da fibra ótica. Se for dentro do fio de água, o processo é semelhante.

Figura 27: reflexão no interior de uma fibra ótica.



Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/artigo/redes/o-que-e-fibra-otica-e-como-funciona>

05. QUESTÕES

- a) Relate cada efeito óptico observado nesse kit e seu conceito relacionado, explicando passo a passo como o efeito observado ocorre.

5.4 Curiosidades – Física do dia-a-dia

Nesta seção serão abordados alguns assuntos curiosos e suas explicações físicas. Mostrar aos estudantes relações entre os conceitos abordados em sala de aula e fenômenos cotidianos curiosos.

5.4.1 Mecânica

A mecânica é a divisão da física que é responsável pelo estudo dos movimentos. Ela pode considerar movimentos com e sem as relações de forças entre os corpos. E engloba desde sistemas simples até sistemas mais complexos dependendo do grau de profundidade que se pretende ao abordar o assunto.

Mala Empacada:

Jean Perrin, físico francês que ganhou o Nobel de física em 1926 pelo seu trabalho sobre a estrutura contínua da matéria. Perrin pôs um giroscópio de avião em uma mala e a “esqueceu” (com o giroscópio girando) em uma estação de trens.

Quando o segurança da estação tentou carregar a mala para outra sala do aeroporto ela não fez as curvas pelo caminho e torceu o pulso dele que saiu gritando que a mala “estava possuída pelo demônio”.

Um giroscópio é composto uma roda livre (ou várias rodas) que giram em qualquer direção, mas permanecem apontando sempre para a mesma direção em que são colocadas no momento que começam a rodopiar, ou seja, opõe-se a qualquer tentativa de mudar sua direção original.

Figura 28: Giroscópio



Fonte: www.insania.es

Essa característica é explicada pela primeira lei de Newton (Lei da Inércia), que nessa aplicação recebe o nome de Inércia Giroscópica, que é a resistência que o corpo girante oferece em mudar sua posição no espaço quando gira.

Primeira Lei de Newton: Se nenhuma força resultante atua sobre o corpo ($F=0$) sua velocidade não muda, ou ainda, um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nas mesmas condições a não ser que uma força externa atue sobre ele.

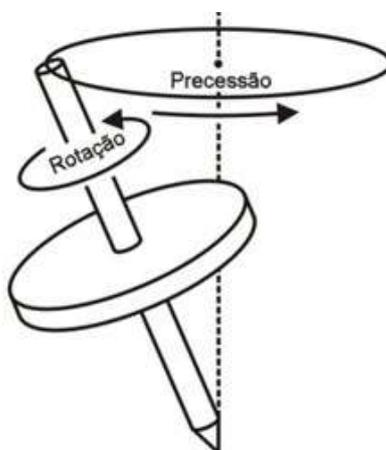
Ao aplicar uma força a fim de mudar o plano de rotação do giroscópio ele responderá com uma reação. Esta força de reação produz um movimento de rotação cônico chamado de precessão*. A 2ª lei de Newton satisfaz a precessão.

A força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela sua aceleração. $F=m.a$

Na aviação, serve de girocompasso e piloto automático, permitindo o voo em condições de visibilidade zero. Nos voos espaciais o dispositivo é fundamental para a orientação das espaçonaves.

Um exemplo do movimento de precessão é um pião, quando reduz sua velocidade de rotação, ele começa descrever um giro de trajetória cônica com o vértice do cone coincidindo com a agulha do pião e o eixo vertical do pião afastado cada vez mais da vertical do local.

Figura 29: Movimento de precessão



Fonte: <http://naturezadafisica.com/2010/12/23/fisica-do-piao/>

Quando um corpo exerce uma força sobre o outro o segundo reage e exerce uma força sobre o primeiro, de mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido que a força de ação.

Velocidade da Corrente elétrica

Quanto tempo uma lâmpada leva, após ligarmos o interruptor do circuito, para emitir luz? Mas, por acaso, você já parou para pensar qual é a velocidade que os elétrons se movem para que a lâmpada se acenda praticamente na mesma hora em que o interruptor é acionado?

Para surpresa de muitos, a velocidade dos elétrons é muito baixa. Esse valor é próximo a 1 cm/s, variando de acordo com o material do condutor e as características do local onde se encontra.

Se a velocidade dos elétrons é baixa como a lâmpada acende tão rápido?

Quando um interruptor é ligado, fecha-se um circuito. No momento em que o circuito é fechado, os elétrons livres presentes na fiação sofrem a influência de um campo elétrico, que é estabelecido quase que instantaneamente em todo o fio, pois a velocidade de propagação do campo é muito próxima à velocidade da luz, e os elétrons começam a se movimentar.

Então, é por isso que em um tempo muito curto, todos os elétrons livres do fio estarão em movimento, é importante lembrar que os elétrons que começaram a se mover nas proximidades do interruptor só alcançam o filamento da lâmpada depois de um longo tempo. Portanto, os elétrons que provocam o aquecimento imediato da lâmpada são aqueles presentes em no próprio filamento e nas proximidades dele.

A compreensão desse fenômeno é facilitada ao se pensar que o fio condutor é formado por infinitos átomos, de uma extremidade a outra. Quando o circuito é fechado, no momento em que o interruptor é acionado, os elétrons livres se movimentem.

Em lâmpadas incandescentes, o filamento responsável pela emissão de luz é feito de tungstênio, um metal que atinge temperaturas de até 2500° C. O tempo necessário para que essa temperatura seja atingida, ocorre entre 0,01s e 0,1

s após a corrente elétrica ser estabelecida. O fenômeno do aquecimento do filamento causado pela passagem de corrente elétrica é conhecido como efeito Joule.

Efeito Joule: é um dos possíveis efeitos observados quando a corrente elétrica passa por um condutor. As colisões entre os elétrons livres e os íons presentes no interior do condutor transformam parte da energia cinética dos elétrons em energia térmica, essa transformação gera aumento de temperatura no condutor.

É importante lembrar também que as redes elétricas no Brasil são de corrente alternada com frequência de 60 Hz. Isso significa que o sentido de movimentação das cargas muda 120 vezes a cada segundo. Considerando esse pequeno detalhe é coerente chegar à conclusão de que possivelmente os elétrons livres próximos ao interruptor podem nunca chegar a atravessar todo o seguimento do fio, e atingir lâmpada a qual está conectado.

Colete a prova de balas

Por que o tecido de um colete à prova de balas resiste a projéteis de pequeno calibre (balas de revólver e fragmentos de bombas e granadas)? Por que não resiste a uma facada?

Os coletes a prova de balas são artefatos que protegem os utilizadores contra projéteis ou destroços militares (figura 29). Geralmente são confeccionados de Kevlar, uma fibra de aramida, parecida com o náilon. Em um colete à prova de balas, várias camadas dessa trama são costuradas em única placa. Ao ser entrelaçado em uma rede densa, este material pode absorver grande quantidade de energia.

Entre as principais características do Kevlar, as principais responsáveis por esse material ser utilizado na fabricação dos coletes são leveza, flexibilidade, ser imune a ataque químico, resistente ao fogo e é mais resistente que o aço. Longos fios dessa fibra são entrelaçados para formar uma rede densa.

Quando um projétil é disparado atinge um colete à prova de balas, a trama de fibras redistribui a força de impacto a todas as direções impedindo a

passagem do projétil e distribuindo rapidamente a energia do disparo a uma área extensa.

Em geral, para trabalhar conceitos físicos utilizamos sistemas simplificados. Para avaliar as transformações de energia podemos aproximar as condições reais de um sistema isolado. Nesse tipo de sistema a energia total do sistema não pode mudar. Essa característica é enunciada no princípio da conservação da energia: A energia não se cria e não se destrói apenas se transforma de um tipo em outro, nas mesmas quantidades.

A energia de um sistema só pode mudar através da transferência de energia para o sistema ou do sistema. Assim, a função do colete a prova de balas é diminuir a energia do sistema através da transferência dessa energia para o meio. Um colete eficiente deve ser capaz de dissipar ou absorver a maior parte da energia do disparo em uma fração de segundos. Se essa energia não for transferida rapidamente o projétil atravessa o colete e pode ferir gravemente o indivíduo.

Outra abordagem teórica que pode ser feita a partir desse tema é a comparação do mecanismo de disparo da arma de fogo com a máquina térmica.

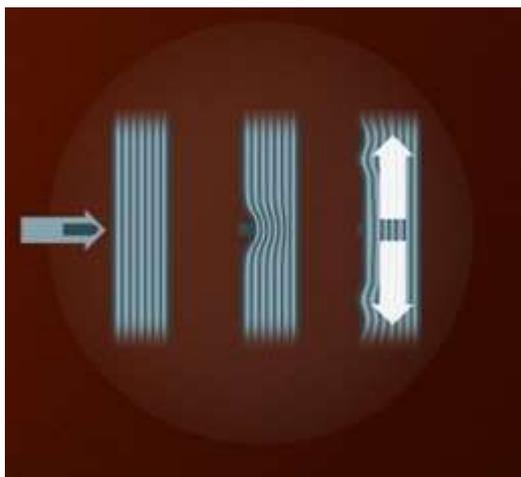
Nesse contexto, a energia proveniente da combustão da pólvora no interior do estojo da munição provoca aumento na temperatura e na pressão interna no estojo. Esse aumento de pressão é que propulsiona o projétil para fora do cano da arma.

Essa distribuição ocorre através de pulsos transversais e longitudinais a partir do ponto de impacto, onde o projétil produz uma depressão em forma de cone no tecido. O pulso longitudinal propaga-se ao longo das fibras do tecido à frente da depressão, faz as fibras afinarem e esticarem, uma dessas fibras radiais é ilustrada na figura 28. Parte da energia do projétil é consumida nessa deformação. O pulso transversal se move a uma velocidade mais baixa, é produzida pelo alargamento da depressão. Quando o projétil penetra na depressão ela aumenta de raio, o material nas fibras se move na mesma direção do projétil. Parte da energia do projétil é transferida nesse movimento. Outra parte é dissipada pelo atrito entre as fibras nos locais em que elas se cruzam na trama do tecido.

Além de impedir que a bala atinja o seu corpo o colete de segurança também precisa protegê-lo de um trauma de impacto causado pela força da bala.

O colete a prova de balas, feito de tecido, não resiste a uma facada. A ponta da faca consegue penetrar com facilidade no espaço entre as fibras e a ponta pode cortar as fibras ao mesmo tempo em que a faca continua a penetrar no material.

Figura 30: Representação de fibras atingidas por um projétil.



Fonte: http://www.asprasergipe.com/2012_07_01_archive.html

5.4.2 Fluidos

Em geral, consideram-se fluidos as substâncias com capacidade de escoar. Essa característica se dá, pois o fluido não consegue resistir a uma força paralela a sua superfície, ou seja, o fluido não resiste à tensão de cisalhamento. Essa área de estudos aborda todos os conceitos envolventes em líquidos e gases.

Pegando o Vácuo

Os pilotos de carros de corrida de várias categorias se beneficiam mutuamente *pegando o vácuo*, procedimento no qual o carro de trás se posiciona quase colado ao carro da frente. Essa manobra é, obviamente, perigosa. Que vantagens ela oferece?

Todos os carros de corrida encontram muita resistência do ar durante seus percursos. Uma das causas é a diferença de pressão entre a frente e a traseira do carro. Na frente do carro o impacto do ar cria alta pressão. Na traseira o escoamento do ar se divide em vórtices que têm uma pressão atmosférica menor.

Essa diferença de pressão tende a frear o carro, exigindo maior consumo de combustível para manter a velocidade. Se dois carros se mantêm quase colados um ao outro durante uma corrida os dois pilotos se beneficiam. O carro de trás desfaz a formação dos vórtices e o carro da frente tem uma diferença de pressão menor da frente para a traseira. O carro de trás, por sua vez, tem menos impacto do ar na frente e, portanto, também tem uma diferença de pressão menor da frente para a traseira. A Figura 30 tem a representação dos vórtices de ar responsáveis pela diferença de pressão entre a frente e a traseira de um carro durante uma corrida.

Figura 31: Representação dos vórtices de ar em carros de corrida.



Fonte: <http://bestcars.uol.com.br/bc/mais/cons-tecnico/andar-no-vacuo-de-outro-carro-os-ganhos-e-os-riscos/>

O piloto de trás pode usar uma ultrapassagem conhecida como estilingue (slingshot pass) surpreendendo o piloto da frente. Para isso ele se afasta um pouco do carro da frente, o suficiente para permitir a formação de vórtices atrás do carro do adversário. Os vórtices freiam o carro da frente e aceleram o carro de trás. Se for capaz de executar a manobra adequadamente, o piloto de trás pode acelerar, entrar na região dos vórtices e ultrapassar o carro da frente.

A força de atrito é uma força dissipativa. No caso de relação entre sólidos, ela é exercida por uma superfície sobre um corpo e tende a se opor ao movimento desse corpo. Ela se deve às ligações entre os átomos do corpo e os átomos da superfície, e por isso é conhecida como força de contato.

Ao considerar o movimento relativo entre um fluido, como o ar, e um corpo, o corpo sofre a ação de uma força proveniente do atrito dele com as moléculas do fluido. Essa força é conhecida como força de arrasto. Ela se opõe ao movimento relativo e aponta na direção em que o fluido se desloca em relação ao corpo.

Junior Johnson é conhecido por ser o primeiro piloto a empregar essas técnicas aerodinâmicas em 1960, quando venceu a prova das 500 milhas (804,672km) de Daytona, apesar de estar competindo com outros carros considerados mais rápidos. Segundo a lenda, o carro de Junior andava aproximadamente 35 km/h a menos que os outros pilotos, ou seja, a cada hora Junior ficaria 35 km atrás do restante dos competidores. Durante os treinos, quando um carro ultrapassou Johnson ele percebeu que por alguns segundos seu carro ganhou velocidade. Ele compreendeu a característica da força de arrasto.

Figura 32: Junior Johnson, vencedor de Daytona usando o vácuo.



Fonte: <http://altaoetanagem.blogspot.com.br/2014/01/junior-johnson-o-cara-do-vacu.html>

É importante ressaltar que o condutor que acredita que vai economizar gasolina ao colar atrás dos outros (caminhão inclusive) está enganado. O que é ganho pela diminuição do arrasto, é perdido nas freadas e retomadas para administrar a distância. Sem falar, é claro, no grande perigo dessa manobra.

O vácuo também é utilizado em provas de ciclismo de estrada e por bandos de pássaros que voam em bando já que, com a menor resistência do ar gerado pelo vácuo, quem se posiciona atrás, tem um desgaste menor, nesse caso os pássaros revezam quem lidera o bando.

Voltando aos carros, o piloto que está pegando o vácuo caso não consiga fazer a ultrapassagem, deve tomar cuidado nas curvas, já que ele perde parte da eficiência aerodinâmica. Outro cuidado que deve ser tomado é com o superaquecimento do motor (essa também vale para o trânsito), pois no vácuo a incidência de ar limpo no sistema de arrefecimento é menor, e os gases quentes emitidos pelo carro da frente ajudam a aumentar a temperatura do ar que resta no vácuo.

Nas curvas de baixa velocidade, o vácuo tira apenas a aderência da parte dianteira do carro, o que não representa um grande problema. Nas de alta, o vácuo se transforma em turbulência e os pilotos perdem o controle sobre o carro.

A queda da Velha Ponte de Tacoma Narrows

Durante a construção da ponte de Tacoma, operários a apelidaram de “Gertrudes galopante” devido à sua tendência de oscilar longitudinalmente, parecia uma montanha-russa. Depois da inauguração da ponte, acredita-se que muitos motoristas usavam a ponte somente por causa das oscilações. Dizem que, algumas vezes, elas faziam os carros da frente desaparecerem. Muitas pessoas atribuíram a queda da ponte a essas oscilações longitudinais, porém tudo indica que elas tiveram pouco a ver com a queda. Então, o que causou a queda?

Em sete de novembro de 1941, a Ponte de Tacoma ruiu. Nesta data, o vento atingiu a velocidade de aproximadamente 68 km/h, a ponte sempre balançava, mas nesse dia a velocidade gerou na ponte movimentos de torção, fazendo a estrutura colapsar.

O projeto da ponte tinha uma falha. Ela não era capaz de resistir à presença simultânea de oscilações longitudinais e de torção, mas essa falha só foi descoberta depois.

Ondas são perturbações que se propagam no espaço ou em meios materiais transportando energia e oscilando periodicamente no tempo.

A oscilação é caracterizada por seu comprimento de onda e o tempo necessário para o pulso completar uma oscilação é chamado de período da onda. O número de oscilações completas por unidade de tempo é chamado de frequência da onda.

Vibrações torcionais são oscilações de um corpo em relação a um eixo de referência. Esse movimento é descrito por uma coordenada angular e as forças atuantes se apresentam na forma de momentos.

O momento de uma força em relação a um ponto é a grandeza física que mede a tendência da força provocar rotação. O momento de uma força em relação a um ponto é conhecido como torque.

Segundo o Conselho Carmody, a principal causa do fracasso de Narrows Bridge 1940 foi a flexibilidade excessiva. Dentre os vários fatores responsáveis por essa característica podemos citar: as extensões laterais da ponte eram extremamente longas quando comparadas com o comprimento da extensão central, os cabos foram ancorados muito distantes dos vãos laterais, a plataforma era estreita demais em comparação ao comprimento do vão central. Além disso, o deck era muito leve e agiu como um aerofólio criando um arrasto induzido também conhecido como arrasto de sustentação.

Só para lembrar! Força de arrasto (que já foi abordada na seção anterior) é a força que faz resistência ao movimento de um objeto sólido através de um fluido.

Em muitos casos a queda da ponte é usada como um exemplo de ressonância, mas não foi isso que aconteceu. A queda foi causada pelas oscilações longitudinais e de torção. A força responsável pela queda foi um vento regular, para que a causa fosse considerada ressonância, o vento deveria ser pulsante que, de alguma forma, excitasse o modo natural de oscilação da ponte. A ponte produziu

vórtices, como um cabo que balança ao vento. Esses vórtices podem produzir oscilações longitudinais se sua frequência for correspondente à frequência natural de oscilações do cabo. Porém essas oscilações longitudinais jamais seriam suficientes para derrubar a ponte.

Quando duas ondas com mesma frequência, amplitude e comprimento de onda que se propagam em mesma direção, mas em sentidos opostos produzem ondas estacionárias.

Cada sistema físico que é capaz de vibrar possui uma ou mais frequências naturais, que são características da maneira como ele é construído.

Quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações periódicas, com frequência igual a sua frequência de vibração, o fenômeno de superposição de ondas faz com que ele passe a vibrar com amplitudes cada vez maiores, esse fenômeno é conhecido como ressonância.

O evento crucial do colapso da ponte foi a mudança das ondas verticais ao movimento de torção. Este evento foi associado com a derrapagem de uma banda a meio vão. Quando a banda escorregou, um cabo (o cabo norte) se separou em dois segmentos de tamanhos diferentes. Esse desequilíbrio foi transmitido rapidamente para as vigas, estas eram de placas finas e flexíveis e torceram facilmente. Pouco tempo depois que o movimento de torção desequilibrado começou, foi atingida a insuficiência de resistência, e houve então, o colapso.

A mudança do movimento de vertical, natural para a Gertrudes Galopante, para a oscilação de torção fez com que a estrutura absorvesse mais energia eólica. O movimento de torção do tabuleiro da ponte começou a controlar a entrada de ar do turbilhão de vento e, assim, os dois ficaram sincronizados. Após essa etapa o movimento de torção da estrutura tornou-se de auto geração, ou seja, o vento já não era o responsável pela torção. Era fundamental que os dois tipos de instabilidade, desprendimento de vórtices e vibração torcional, ocorressem em velocidades do vento relativamente baixos. Por causa das falhas no projeto da ponte e da instabilidade desprendimento de vórtices a ponte foi direto para vibração torcional e por sua baixa resistência a esse movimento ela ruiu.

A definição universal do conceito de energia aceito atualmente é a capacidade de realizar trabalho.

Energia eólica é a energia obtida de forma indireta do sol, pois os ventos são gerados pelo aquecimento desigual da superfície da terra. Essa energia é a energia do movimento (cinética) das correntes de ar que circulam na atmosfera.

Pode-se gerar energia elétrica ou mecânica através dos ventos por meio da conversão da energia cinética de translação pela energia cinética de rotação. Quando o objetivo é gerar eletricidade essa energia é empregada em turbinas eólicas, mas quando o objetivo é a realização de trabalhos mecânicos essa energia é empregada em moinho e cata-ventos.

Figura 33: Ponte de Tacoma.



Fonte: <https://www.polyteck.com.br/uncategorized/tacoma-narrows/>

Areia movediça

O que causa a areia movediça e como é possível escapar dela?

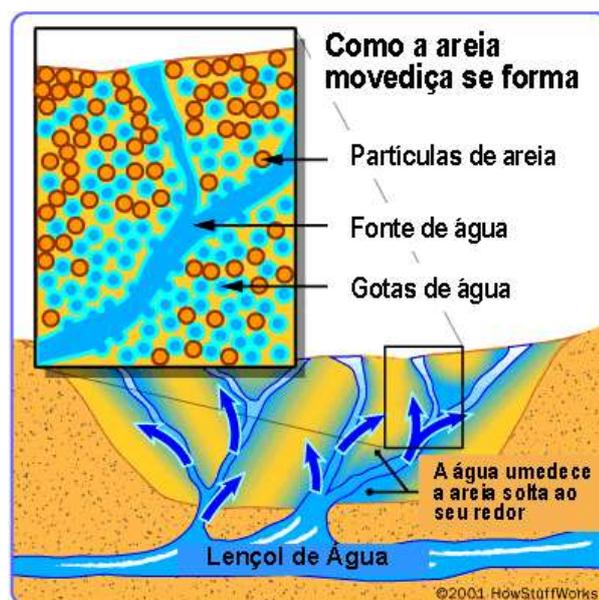
Resposta:

Uma área com areia comum, em geral, possui grãos bem compactados, como se ela fosse prensada. Numa praia, por exemplo, a ação do vento, das pessoas e dos objetos que circulam em cima da areia ajuda a compactar os grãos, deixando o terreno mais firme.

Em alguns casos, a areia pode ficar menos compactada. Em uma região entre dunas, por exemplo, os grãos trazidos pelo vento ficam protegidos da circulação de ar e acabam permanecendo mais soltos, formando uma areia fofa. Se esta areia fofa receber muita água os espaços vagos serão preenchidos pela água, criando uma mistura viscosa que é conhecida como areia movediça ou areia fluidificada.

Para tratar de conceitos relacionados com os fluidos são consideradas condições idealizadas. O conceito de fluidos ideais exige que essas substâncias sejam incompressíveis, não possuam viscosidade e seu escoamento seja laminar e irrotacional. A viscosidade de um fluido é a propriedade que determina o valor de sua resistência ao cisalhamento. Conhecida ainda como atrito interno de um fluido.

Figura 34: Formação da areia movediça.



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/areia-movedica.htm>

Normalmente esse fenômeno ocorre nas margens de rios e lagos, praias, pântanos ou em regiões próximas a fontes subterrâneas.

Ao pisar nesses terrenos, animais e pessoas podem ficar presos na areia lubrificada. Se o animal e ou o ser humano reage movendo-se rapidamente, o movimento brusco aumenta o espaço entre os grãos, mas o deslizamento dos grãos provoca muito atrito, dificultando os movimentos.

O aspecto viscoso tende a aumentar quando uma pessoa executa movimentos bruscos, por isso é preciso realizar deslocamentos corporais lentos.

A areia movediça é um fluido denso e, em princípio, não se forma em quantidade suficiente para afundar uma pessoa. O perigo associado à areia movediça está associado ao lugar em que ela se forma. Em locais onde há praias, pode ocorrer afogamentos se houver alguém preso na areia movediça e a maré subir.

A areia movediça não tem sua formação determinada por um tipo específico de solo, esse fenômeno não ocorre exclusivamente com areia, mas com todo tipo de solo granulado. O que determina a formação é o conjunto de condições naturais, como a união de água e solo.

Apesar de ter sido considerada uma lenda por muito tempo, a existência de areia movediça seca já foi reproduzida em laboratório. Cientistas holandeses injetaram ar comprimido ao fundo de uma caixa com areia de grãos de 0.04 mm de diâmetro e a deixaram assentar. Nesse experimento bolinhas de pingue pongue afundaram em segundos a uma profundidade de até seis vezes o seu diâmetro. Acredita-se que essa areia movediça, característica de desertos, se forme por causa de tempestades de areia.

Figura 35: Areia movediça.



Fonte: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fazendo-areia-movedica.htm>

5.4.3. Termologia

A termologia se ocupa com os estudos dos processos térmicos. Transferências de calor entre os corpos, medida da temperatura, mudanças de estado físico das substâncias, entre outros.

A **temperatura** é uma grandeza fundamental do Sistema Internacional de Unidades (SI) e está relacionada às sensações de quente e frio. É definida conceitualmente como o grau de agitação térmica das moléculas e é medida por um termômetro.

O conceito de **calor** é definido como energia térmica em trânsito. O calor sempre flui de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. A energia térmica em forma de calor pode ser transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa. O calor pode ser medido em Joules (J); calorias (cal); quilocalorias (Cal ou Kcal); ou British Thermal Units (BTU) e a regra de transformação é: $1\text{cal}=3,968\times 10^{-3}\text{Btu}=4,1868\text{J}$

Trovoadas no inverno

Por que as tempestades elétricas são mais raras no inverno que no verão?

As tempestades elétricas (raios e trovões) se formam quando a parte inferior da atmosfera fica instável, ou seja, quando massas de ar quente sobem rapidamente devido ao empuxo (o ar quente é menos denso que o ar frio).

Existem três formas básicas de transmissão de calor, são elas: condução, convecção e irradiação.

A transmissão de calor por condução ocorre molécula a molécula.

Convecção acontece quando diferenças na temperatura provocam uma transferência de energia associada ao movimento em um fluido. É, por exemplo, a transmissão de calor que ocorre entre as massas de ar.

Irradiação transmissão que ocorre através de ondas eletromagnéticas.

O empuxo é diretamente ligado ao princípio de Arquimedes.

O Princípio de Arquimedes afirma que quando um objeto está imerso em um fluido, uma força de Empuxo age sobre o objeto. A direção da força é para cima e sua intensidade é dada por:

$$F_e = m_f g$$

Onde m_f é a massa de fluido deslocado pelo corpo.

Durante um raio descargas eléctricas são geradas para equiparar a diferença de potencial entre a nuvem e o solo. Em geral, a atmosfera funciona como isolador entre a nuvem e o solo. Quando a energia de uma tempestade ultrapassa a resistência do ar, uma descarga é gerada. Esta descarga é caracterizada por um raio, que possui temperatura elevada e aquece o ar durante sua passagem. O rápido aumento da pressão e temperatura faz expandir violentamente o ar envolvente e ao raio a velocidades superiores às do som, gerando-se uma onda de choque.

Se a velocidade de uma fonte de ondas em relação ao meio é maior que a velocidade do som no meio, o efeito Doppler deixa de ser considerado e surgem as ondas de choque.

Efeito Doppler é caracterizado pela mudança da frequência observada de uma onda quando a fonte ou detector está se movendo em relação ao meio onde a onda está se propagando.

Em outras palavras, as ondas de choque são caracterizadas por ser um distúrbio de propagação onde propriedades como velocidade, pressão, temperatura ou densidade variam de maneira abrupta e quase descontínua. Esta onda pode se propagar tanto de maneira mecânica, quanto em campos como o campo elétrico e o campo magnético. Como qualquer onda, ondas de choque carregam energia e podem se propagar em qualquer meio (sólidos, líquidos, gases e plasma).

O trovão é uma das mais conhecidas ondas de choque. Quando uma descarga elétrica de grande intensidade corta a atmosfera na forma de um raio, provoca um aquecimento muito intenso que leva a uma expansão rápida do ar ao redor do raio. Como a velocidade da expansão excede a velocidade do som, ouvimos o estrondo sônico na forma de um trovão.

Quando a temperatura cai bruscamente com a altura o ar quente perto do solo é empurrado para cima, em direção ao ar frio. Se o ar contém vapor d'água, a variação da temperatura com a altura não precisa ser muito grande para que as tempestades aconteçam. Nesse caso, quando a massa de ar quente sobe, parte do vapor se condensa e forma gotas. Essa transformação do vapor em líquido libera uma grande quantidade de energia térmica, que aquece o ar. O empuxo sobre a massa de ar quente aumenta e o ar quente é acelerado para cima, o que estabelece as condições para que haja instabilidade e tempestades elétricas.

Durante o inverno, a queda da temperatura com a altura costuma ser mais gradual e o ar perto do solo fica frio demais para conter uma quantidade considerável de vapor d'água. Com a menor aceleração na direção das nuvens, o ar fica estável demais para que se forme uma tempestade de raios.

Os raios são, portanto, mais comuns em países de clima tropical e o Brasil é o país onde caem mais raios no mundo. Isso se deve ao clima e a sua extensão territorial. Ocorrem cerca de 57,8 milhões de ocorrências por ano.

Figura 36: Raios numa tempestade de verão.



Fonte: http://lellejryj.blogspot.com.br/2012_02_01_archive.html

Caminhando sobre brasas

Caminhar sobre brasas é uma tradição milenar praticada em várias partes do mundo. Pode ser com o intuito de rito de passagem ou forma de demonstrar poderes especiais. Em tempos mais recentes, essa prática passou a ser adotada em seminários motivacionais e até em alguns treinamentos de vendedores e de executivos. Esse experimento é explorado e explicado com ênfase em pensamentos positivos durante sua execução. É possível os pensamentos serem os

responsáveis por reduzir a transferência de calor? O que torna possível o caminhar sobre as brasas?

Em alguns cursos que incentivam ou ensinam a caminhar sobre o fogo, os participantes tem o lado emocional trabalhado, isso pode ajudar a deixar os pés mais suados, e muitas vezes eles são conduzidos pela grama molhada antes de caminhar sobre as brasas.

O suor ajuda de três modos: resfria a superfície das brasas, ajuda a consumir energia térmica e, em alguns casos, pode evaporar criando uma camada de Leidenfrost.

O efeito Leidenfrost tem algo a ver com a antiga prática de encostar o dedo molhado de saliva para verificar se o ferro está quente na hora de passar roupa? Por que o dedo não queima ao encostar-se ao metal quente?

O efeito de Leidenfrost é o fenômeno no qual um líquido, em contato com uma massa cuja temperatura esteja significativamente maior que a temperatura do ponto de ebulição do líquido não evapora rapidamente. Isso acontece, pois uma camada isolante de vapor se forma ao redor da porção de fluido e impede que ele evapore rapidamente.

Há outros dois princípios físicos, sem relação com motivação e espiritualidade, que permitem que uma pessoa caminhe sobre brasas: condutividade e capacidade térmica.

A Condutividade térmica é a capacidade de transmissão de calor. Diferentes materiais conduzem calor em velocidades diferentes. Por exemplo, a condutividade térmica das madeiras é baixa enquanto a condutividade térmica dos metais é maior. É por isso que é possível segurar uma ponta de um palito de fósforo enquanto a outra está em chamas, se esse experimento for feito com um palito de ferro ao invés de madeira haverá risco de uma queimadura grave.

A Capacidade térmica é a quantidade de calor necessária para um material variar sua temperatura. A quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma porção de água é diferente da quantidade de calor necessária para provocar a mesma variação de temperatura de outro material, como o aço, por exemplo.

Um exemplo prático dos efeitos desses conceitos pode ser observado em um acontecimento corriqueiro, um bolo assando. No interior do forno, depois de um tempo de fogo aceso, está a mesma temperatura. No entanto, qualquer pessoa consegue por o braço dentro do forno, entrando em contato com o ar e, também, encostar o dedo na massa do bolo por alguns segundos, sem se queimar, mas se tocar a forma ou as paredes a queimadura é praticamente instantânea.

Caminhar sobre as brasas é outro exemplo da aplicação dos conceitos de condutividade e capacidade térmica. Quem caminha sobre as brasas não sofre queimaduras, pois elas têm baixa condutividade e baixa capacidade térmica. As solas dos pés devem ficar pouco tempo em contato com elas, e as células do corpo humano contêm muita água. Se os pés do experimentador estiverem úmidos (por suor ou porque o chão em volta das brasas está molhado) ou forem calejados, ele ganha uma camada extra de segurança.

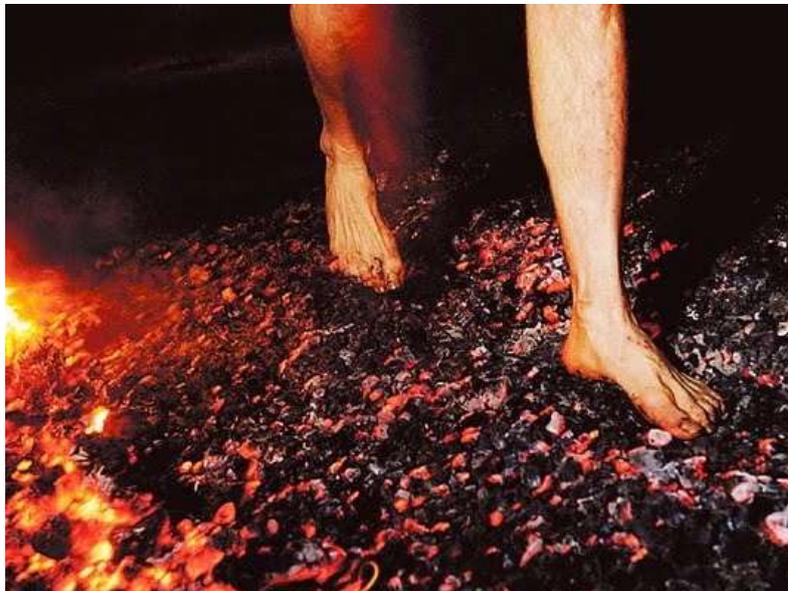
Existem outros fatores e conceitos que somados a esses podem aumentar a segurança durante este experimento. A temperatura das brasas é alta, mas a quantidade de energia térmica é pequena. Se o tempo de contato for curto, apenas uma pequena quantidade de energia térmica será transferida para a pele e, pode ser que o experimentador não se queime. É claro que se o tempo de contato for o suficiente para permitir a transferência de energia térmica, há o risco de graves queimaduras.

O termo energia térmica se refere à energia manifestada sob a forma de calor. A agitação das partículas que constituem um determinado corpo é associada a uma energia cinética média, ou seja, energia do movimento, que recebe a denominação de energia térmica. Sendo assim, pode-se dizer que quanto maior for a temperatura de um corpo, maior será a agitação de suas moléculas (ou partículas) e maior será a sua energia térmica.

A energia térmica em movimento (trânsito), provocada pela diferença de temperatura entre dois corpos, é denominada calor e já foi abordada anteriormente.

Pensando em pouco tempo de contato, pode-se achar que correr seja uma boa solução. Porém, correr nas brasas é uma péssima ideia. Ao fazer isso os pés podem afundar no leito, tocando as brasas mais quentes por baixo. Fazer com que cinzas recubram a camada mais superficial de brasas oferece um isolamento extra. Assim, a melhor chance de sucesso está em andar a passos firmes e moderados.

Figura 37: Caminhando sobre as brasas.



Fonte: http://www.aech.cl/2012_10_01_archive.html

Rompimento de Canos

Nas casas em que os canos de água são expostos a invernos muito rigorosos, por que os canos podem arrebentar e por que o cano de água quente tem maior probabilidade de estourar do que o cano de água fria?

Resposta:

O gelo forma um tampão em um ponto do cano em que o fluxo de água esteja zerado (a torneira esteja fechada). A água congelada vai ocupando um volume cada vez maior, isso faz aumentar a pressão nesse trecho do cano, se essa pressão não for diminuída, o cano pode estourar. Em canos que transportam água quente a possibilidade de rompimento é maior por causa da maneira como a água pode congelar nesse cano. Em condições ideais, a água congela a 0°C, mas na prática, a água precisa estar alguns graus abaixo de zero para congelar. Quando a água permanece líquida abaixo do ponto de solidificação, dizemos que está super-resfriada.

A água que não foi aquecida em uma caldeira possui muitas impurezas, podem comportar-se como sítios de nucleação. Depois que a água se encontra alguns graus abaixo do ponto de fusão, um resfriamento adicional inicia a formação de cristais de gelo. A água forma gelo dendrítico, ou seja, os cristais de gelo se formam em forma de galhos tortuosos que se misturam com água líquida. É essa formação de cristais de gelo que pode formar um anel da parede do cano e crescer aos poucos até entupir o cano por completo. O entupimento do cano só irá acontecer se não houver nenhum fluxo de água no cano.

Gelo Dendrítico: a formação dos cristais de gelo começa com o surgimento de perturbações laterais em forma de ramificações e definem o tipo de estrutura conhecida como dendrítica (uma palavra de origem grega que significa árvore).

Os sítios de nucleação são pontos em que as moléculas de soluto dispersas em um solvente começam a se juntar em aglomerados (em escala manométrica). Nesse caso, as impurezas se comportam como soluto.

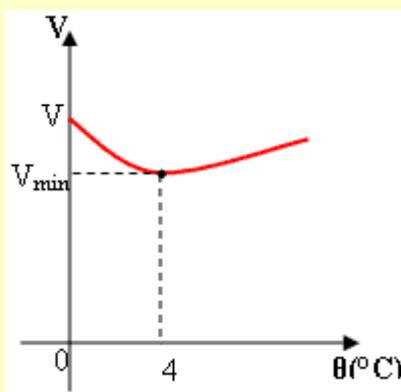
A água que já foi aquecida congela de maneira semelhante, mas a formação do gelo dendrítico, em geral, leva muito mais tempo para acontecer. Isso ocorre porque a água aquecida perde parte das impurezas, e isso diminui a formação dos sítios de nucleação dos cristais de gelo. Assim, a água do cano de

água quente pode ser resfriada a uma temperatura mais baixa que a água do cano de água fria antes de congelar. Quando ocorre a formação de gelo a expansão da água, devido ao congelamento, exerce uma pressão enorme sobre a água presa entre o local do entupimento e uma torneira fechada. É essa pressão a responsável por uma conexão tubular estourar.

Dilatação anômala da água:

Em geral, quando uma substância é aquecida, ela recebe energia e suas moléculas ficam mais agitadas, isso faz com que elas ocupem maior volume, ou seja, a substância dilata. O oposto ocorre quando uma substância é resfriada. Assim, normalmente, a matéria no estado sólido ocupa menos volume do que quando está no estado líquido.

A água, no entanto, possui um comportamento anômalo: quando é aquecida, entre os intervalos de 0 e 4° C, ela sofre contração em seu volume e depois começa a dilatar-se, ou seja, quando a água está em seu estado sólido, ela tem volume maior do que no estado líquido nesse intervalo de temperatura. O comportamento irregular da água é representado no gráfico:



É essa característica que permite a existência de vida dentro da água em lugares extremamente gelados, como o Polo Norte. A camada mais acima da água dos lagos, mares e rios se resfria devido ao ar gelado, então ocorre um processo de convecção até que toda a água atinja uma temperatura igual a 4°C, após isso o congelamento ocorre no sentido da superfície para o fundo.

O rompimento do cano possibilita o escoamento da água e diminui a pressão excessiva. Para evitar que os canos estourem deve-se deixar algumas

torneiras da casa ligeiramente abertas no inverno, o fluxo de água impede a formação do tampão de gelo apenas e evita o aumento da pressão devido ao congelamento da água. Mas essa medida provisória só é necessária em locais extremamente frios. O que, em geral, não é o caso em nosso país tropical!

Figura 38: Torneira aberta para evitar congelamento na tubulação.



Fonte: <http://pt.dreamstime.com/photos-images/torneira-congelada.html>

5.4.4. Óptica

A óptica é responsável pelo estudo da luz e os fenômenos relacionados com a interação da luz com outros meios.

As cores do céu

Por que o céu é azul durante o dia?

Resposta:

A cor azul do céu, durante o dia, é explicada pelo fenômeno conhecido como dispersão da luz. Quando a luz branca passa através de um prisma ela refrata, suas componentes são divididas em sete cores monocromáticas e desviadas separadamente, devido à diferença na velocidade de propagação de cada uma delas. Na atmosfera as moléculas de ar e poeira fazem o mesmo papel do prisma, quando os raios solares colidem com essas moléculas são responsáveis pela dispersão da luz branca.

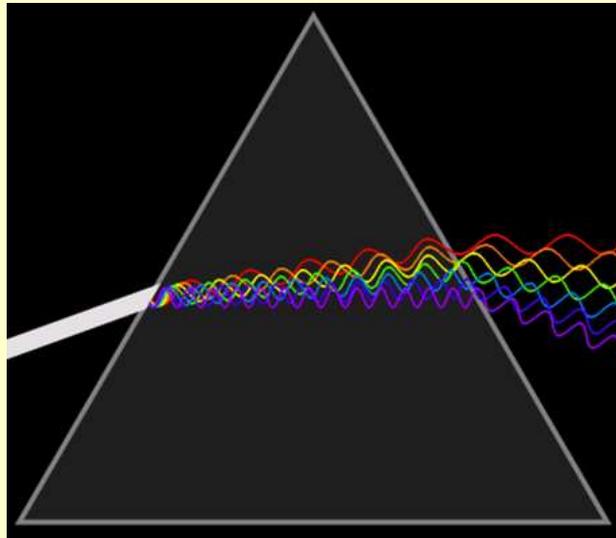
Devido ao seu pequeno tamanho e estrutura, as moléculas da atmosfera difundem melhor as ondas com os menores comprimentos de onda, tais como o azul e violeta e é por isso que o céu se apresenta nessa cor.

Assim, a dispersão que ocorre na atmosfera resulta em raios luminosos, cuja intensidade é dominada pelo azul e pelo violeta. Durante o fenômeno outras cores são espalhadas pelas moléculas do ar, mas com menor intensidade.

Para explicar a difração utiliza-se da teoria ondulatória da luz. Quando uma onda encontra um obstáculo ou abertura de dimensões comparáveis ao seu comprimento de onda, ela se espalha e sofre interferência.

As moléculas de ar e poeira funcionam como redes de difração e espalham as linhas de difração associadas aos vários comprimentos de ondas

Figura 39: Representação da difração em um prisma.



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26697>

Apesar da grande intensidade do espalhamento da luz violeta, o céu não se apresenta nessa cor porque a luz do Sol é mais fraca no violeta do que no azul, além disso, os olhos humanos são menos sensíveis ao violeta do que ao azul. Adicionalmente existe menos violeta do que azul no espectro da luz solar.

Em geral a luz azul, durante o dia é dispersa cerca de dez vezes mais que luz vermelha. Esse espalhamento, onde a luz é desviada por partículas muito menores que seu comprimento de onda, é conhecido como espalhamento de Rayleigh.

O espalhamento de Rayleigh (em homenagem a Lord Rayleigh) é a dispersão da luz ou qualquer outra radiação eletromagnética por partículas muito menores que o comprimento de onda dos fótons dispersados. Ocorre quando a luz viaja por sólidos e fluidos transparentes, mas se observa com maior frequência nos gases.

Por que o azul do céu é mais claro perto do horizonte? O céu azul em uma noite de luar? (Embora nesse caso o céu esteja escuro demais para que nossos olhos detectem alguma cor, isso não exclui a possibilidade de que o céu seja colorido).

Perto do horizonte o céu é mais claro porque a luz que atravessa uma camada mais espessa de atmosfera e sofre vários espalhamentos antes de chegar ao observador. Assim, no primeiro espalhamento a cor componente azul é desviada em direção ao observador, mas nos espalhamentos seguintes, a componente azul vai ficando mais fraca, a probabilidade de que a luz seja desviada em outra direção é maior do que para a componente vermelha. Logo, a luz que foi desviada pelas moléculas mais distantes acaba ficando dominada pela luz vermelha e ao se combinar com o componente dominado pelo azul da luz desviada pelas moléculas mais próximas, torna o azul mais claro.

À noite, o céu é azul, mas a luz é fraca demais para ser percebida pelos nossos olhos, mas pode aparecer em fotografias de longa exposição.

Por que o céu fica vermelho no nascer e no pôr do sol? As últimas cores não deveriam ser vermelho e amarelo, uma mistura que produz a cor laranja? Por que às vezes existe uma divisão nítida entre a região vermelha e o resto do céu?

Ao observar algum desses períodos de transição entre o dia e a noite, a luz que chega aos olhos do observador percorre um longo caminho na atmosfera. A luz é espalhada pelas moléculas do ar, que desviam a maior parte das ondas que estão no lado azul do espectro do que as ondas correspondentes ao amarelo e ao vermelho, que ficam do outro lado do espectro eletromagnético. Se esse fosse o único efeito, a intensidade da luz do crepúsculo seria máxima para um comprimento de onda que corresponde à cor laranja. Porém, o céu fica vermelho por causa de

partículas em suspensão no ar, que espalham ondas de todas as cores, menos vermelho.

O vermelho e o laranja tornam-se muito mais vívidos quando há maior número de partículas de poeira ou fumaça no ar. Isso acontece porque as partículas de poeira são maiores que as de ar, presentes na atmosfera, provocando dispersão com a luz de comprimento de onda próximos, no caso o vermelho e laranja.

Por que as nuvens são brancas?

Quando o céu está com cerração, névoa ou poluição as partículas presentes no ar são maiores e dispersam igualmente todos os comprimentos de ondas, logo o céu tende a ficar mais branco, devido à associação das cores monocromáticas.

As nuvens são formadas por gotículas de tamanhos muito maiores que o comprimento de ondas da luz a dispersão nesse caso também ocorre de forma generalizada para todo o espectro visível e iguais quantidades de azul, verde e vermelho unem-se fazendo com que a luz branca seja dispersa.

Subindo a Descida

Existem algumas estradas no mundo em que a gravidade parece os carros ladeira acima. Ao descer uma dessas encostas com o carro com a marcha desengrenada a velocidade do veículo gradualmente diminui e até parar e, em seguida, ele começa a se mover no sentido oposto, em direção ao alto da colina. Será que a gravidade realmente atua de forma diferente nesses lugares?

O efeito que se observa é, na verdade, uma ilusão, mas tão convincente que a experiência chega a ser assustadora. Ao olhar ao longo da superfície da estrada, a ilusão desaparece e é possível perceber qual é a verdadeira inclinação. Quando um carro rola para trás em direção ao alto da colina, ele na verdade está rolando em direção a uma depressão. Para um ocupante no interior do veículo, a depressão é imperceptível e a impressão de que o carro está subindo a ladeira é muito forte.

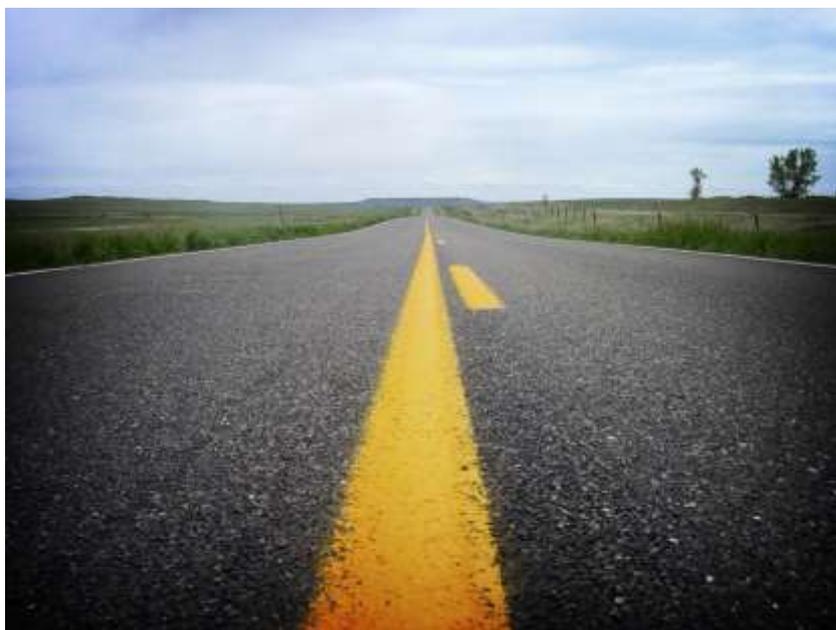
Ilusão de óptica: em determinadas condições, essa interpretação pode ser errônea, pois temos certa dificuldade em comparar ângulos, comprimentos e distâncias.

O relevo do entorno da pista pode fazer com que ela pareça um declive. Nesse caso, a estrada possui um ângulo de inclinação baixíssimo e constante por toda a sua extensão. Árvores ou serras ao fundo que ocultem a linha do horizonte, tiram a referência visual de plano, e para completar, uma subida acentuada vista ao fundo pode ajudar a reforçar a impressão de que se trata de uma descida. Essa inclinação muito maior da estrada depois (e/ou antes) do trecho em questão reforça a ilusão. Por exemplo, se os trechos anterior e posterior de uma estrada tiverem declives acentuados e o trecho do meio tiver uma pequena inclinação para baixo, o ocupante do veículo pode ter a impressão de que a inclinação do trecho do meio é para cima.

Não há, portanto nenhuma violação das leis da física para estes trechos de estrada!

Exemplos de estradas que o carro anda para cima: Ladeira da Gameleira, Rodovia Asa Branca, que liga as cidades do Crato/CE e Exu/PE (figura 29); Rua do Amendoim 910, Belo Horizonte, MG; Ladeira na Serra do Araripe em Pernambuco rodovia PE-122, Ladeira nos arredores de Mentor, Ohio.

Figura 40: Ladeira da Grameleira.



Fonte: <http://www.maceio.com.br/tag/ladeira-da-gameleira>

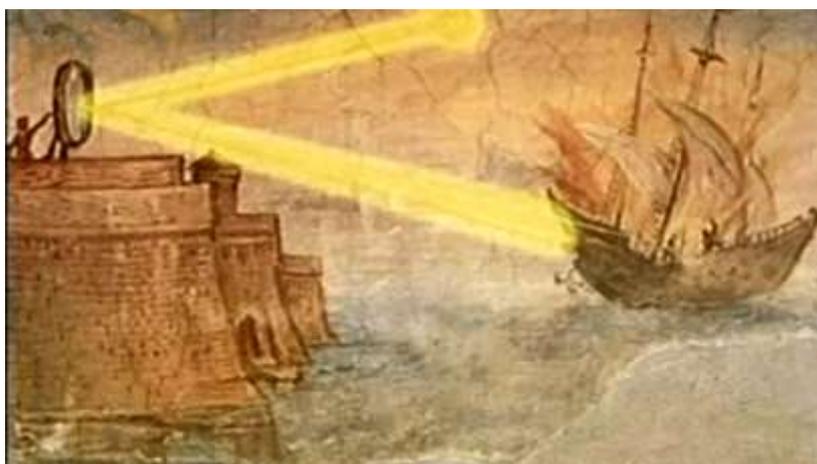
O raio da morte de Arquimedes

Os historiadores vêm discutindo há muito tempo se Arquimedes derrotou a esquadra romana durante o cerco de Siracusa, em 212 a.C., usando um espelho incendiário. Segundo a lenda, Arquimedes usou um espelho para focalizar a luz solar no casco de madeira dos navios romanos, que pegaram fogo. Depois que alguns navios afundaram, os outros se puseram em retirada. Será que esta façanha é possível?

Resposta:

Luciano de Samósata, escritor do século II, escreveu que durante o cerco a Siracusa (214–212 a.C.) que Arquimedes destruiu navios inimigos com fogo. Séculos depois, Antêmio de Trales menciona espelhos ustórios (ustório = que queima, que facilita a combustão) como a arma utilizada por Arquimedes. O dispositivo, chamado de "raio de calor de Arquimedes" , teria sido usado para concentrar a luz solar em navios que se aproximavam, levando-os a pegar fogo.

Figura 41: Ilustração gráfica do raio de calor de Arquimedes.



Fonte: <http://decioadams.netspa.com.br/fisica-aplicacoes-da-fisica/>

Reflexão da luz: A reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem. Esse processo pode ser classificado como regular ou difuso.

Vários testes foram feitos a fim de comprovar ou refutar o sucesso de Arquimedes com seu raio de calor. Um deles foi realizado por Ioannis Sakkas em 1973. O experimento foi realizado na base naval de Skaramangas. Foram utilizados, para este experimento, 70 espelhos. Cada um possuía revestimento de cobre e tinha

o tamanho de aproximadamente 1,5 por 1 m. Os espelhos foram apontados para uma réplica de um navio romano, feita de madeira compensada, e posicionada 50 metros da base. Quando os espelhos foram ajustados e os raios focados com precisão, o navio incendiou em questão de poucos segundos. A madeira compensada e a tinta de betume, utilizadas na réplica, pode ter facilitado a combustão.

Em 2005, foi a vez de estudantes do MIT repetir a façanha. Nessa tentativa foram utilizados 127 espelhos quadrados, com 30 cm de lado, apontados para uma maquete de navio de madeira a cerca de 30 m dos espelhos. As chamas surgiram, em uma parte do navio, somente após dez minutos após o céu estar sem nuvens. Essa arma foi considerada viável nas condições adotadas para o experimento. O grupo repetiu a experiência um programa de televisão, utilizando um barco pesqueiro de madeira como alvo. Novamente alguma carbonização ocorreu, juntamente com uma pequena quantidade de chamas.

Quando o programa de televisão (MythBusters) transmitiu o resultado em 2006, a história foi caracterizada como mentira devido às condições climáticas necessárias e ao tempo que o navio precisaria ficar imóvel. Levando em conta que o fato original aconteceu em Siracusa, onde o mar é observado a leste, outra condição necessária é que a frota romana deveria ter atacado pela manhã para o acúmulo necessário de luz. O programa de televisão ainda afirmou que flechas em chamas ou catapultas, seria uma maneira mais fácil de incendiar um navio a curta distância.

Em 2010, os MythBusters tentaram novamente reproduzir a história do raio de calor. Vários experimentos foram realizados, incluindo um teste em larga escala com 500 crianças escolares mirando espelhos em uma maquete de um barco romano a 120 m de distância. Em todos os experimentos, a temperatura no navio não passou de 210 °C, insuficiente para causar o incêndio. O programa concluiu que o efeito mais provável dos espelhos teria sido: cegar, ofuscar, ou distrair a tripulação do navio.

Em suma, queimar madeira, a certa distância, com um conjunto de espelhos planos ou com um único espelho curto é possível, mas é improvável que Arquimedes não tenha usado essa técnica. As armas convencionais da época seriam mais eficientes, já que o uso de espelhos envolve várias dificuldades.

Para conseguir queimar madeira, o espelho precisa focalizar a luz em uma região muito pequena. Um único espelho plano não possui a capacidade de concentrar a luz com essa intensidade. Para conseguir a intensidade necessária, precisaria dispor um conjunto de espelhos planos em forma de parábola. E, para incendiar um navio, a distância focal teria que ser igual à distância do navio, algo muito difícil de fazer durante uma batalha.

Um segundo problema é o tempo necessário para que a luz focalizada incendeie a madeira. Os navios, em alto mar, ficam constantemente em movimento e balanço. É problemático, durante o ataque, manter o feixe luminoso apontado para um único ponto do casco do navio por um tempo suficiente para a madeira atingir temperatura suficiente para incendiar. Além disso, a madeira estaria molhada, o que tornaria a tarefa ainda mais difícil. Em suma: a história do “raio de morte” de Arquimedes não passa de um mito.

Óculos de sol polarizado

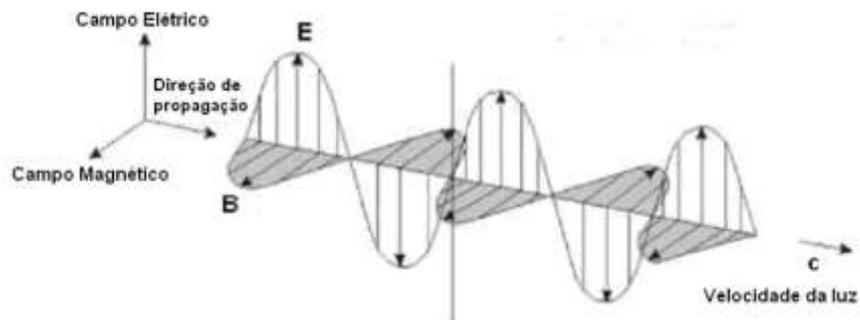
Por que os óculos de sol polarizados combatem melhor a ofuscação do que os óculos escuros? Por que os óculos polarizados possibilitam ver melhor debaixo d’água para que você possa, por exemplo, lançar o anzol na direção de um peixe?

Tire os óculos, mantenha uma das lentes na frente de um olho, feche o outro olho obliquamente para a superfície de uma poça d’água. Faça girar a lente. Por que a poça desaparece para algumas orientações da lente?

Resposta:

A luz é uma onda eletromagnética, ou seja, é composta por campos elétrico e magnético. Esses campos são variáveis e sempre perpendiculares à direção de propagação da luz, observe a representação de uma onda eletromagnética na figura 39.

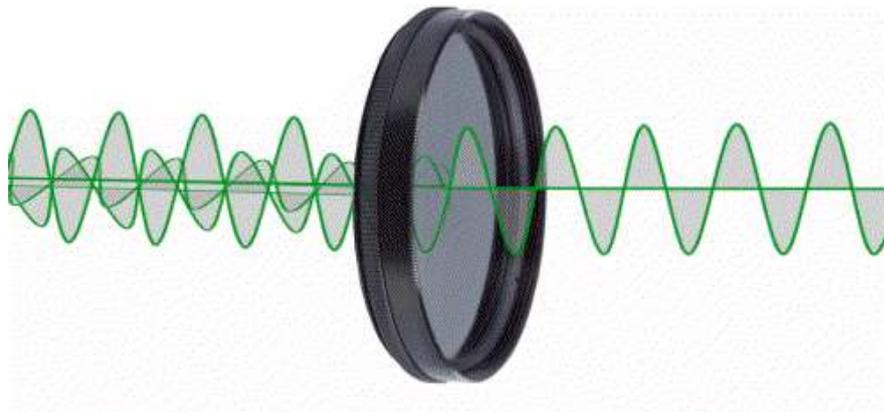
Figura 42: Representação de uma onda eletromagnética.



Fonte: http://crv.sistti.com.br/sistema_crv_dotnet/index2.aspx?

A polarização da luz é referente à orientação do campo elétrico. Em feixe de luz não polarizado as setas que representam o campo elétrico podem apontar em qualquer direção perpendicular à direção de propagação da onda eletromagnética. Se a luz é polarizada, essas setas apontam sempre na mesma direção, primeiro em um sentido e depois no outro. Os filtros polarizadores são os responsáveis por filtrar a luz não polarizada e emitir luz polarizada, como é representada na figura 40 A luz produzida por fontes comuns, como a luz das lâmpadas e a luz solar, é não polarizada.

Figura 43: Esquema do funcionamento de polarizador.



Fonte: <http://www.cytfusion.com/03-como-funciona-polarizador-circular.php>

A luz não polarizada pode se tornar polarizada através da reflexão em algumas superfícies. Por exemplo, a luz do sol não é polarizada e quando incide em objetos opacos o asfalto ou um corpo d'água, ela é refletida horizontalmente polarizada. O campo elétrico da luz passa a ser horizontal. Quando os olhos de um observador interceptam essa luz, ele vê um ponto brilhante no asfalto ou na superfície da água no ponto de reflexão e esse fenômeno ofusca os olhos do

observador. Esse tipo de luz diminui a visibilidade em muitas atividades, tais como a prática de esportes e a direção de automóveis.

Ao utilizar óculos escuros, com lentes feitas de plástico colorido, pode-se reduzir a ofuscação, mas esses óculos reduzem também a quantidade total de luz que chega aos olhos, e isso pode ser prejudicial em algumas atividades, quando se está dirigindo por exemplo. Já os óculos de sol polarizados permitem uma visão clara sem que o observador seja ofuscado. Suas lentes são filtros polarizadores que absorvem a luz horizontalmente polarizada e evitam a ofuscação causada pelo reflexo da luz. Eles são levemente coloridos, ou seja, também diminuem a quantidade total de luz, mas não muito. Com um desses óculos, o observador pode, por exemplo, avistar um peixe debaixo d'água, o que não era possível por causa do reflexo da luz do Sol na água. Observe a diferença da visão com lentes comuns e lentes polarizadas na figura 41.

Ao posicionar um dos filtros polarizados enquanto olha para uma poça d'água e girar o filtro, há um ponto em que a poça desaparece. Isso ocorre quando o filtro bloqueia a luz horizontalmente polarizada refletida pela água. Alguns insetos aquáticos usam a luz horizontalmente polarizada como uma indicação da presença de água.

Figura 44: Imagem com lente comum e com lente polarizada.



Fonte: <http://oticafacial.com.br/lentes-polarizadas-ou-nao-polarizadas-qual-escolher/>

5.5.5 Som

O som é uma onda mecânica, tridimensional e longitudinal. As ondas sonoras que sensibilizam os ouvidos humanos são as que possuem frequência entre 20 e 20 000 Hz.

Trovão

O que causa o trovão e por que os sons de um trovão podem variar desde um ruído seco e irritante até um som grave e prolongado?

O som do trovão vem sempre depois do relâmpago, que é a parte luminosa visível ao olho humano. Isso se deve ao fato de a velocidade da luz ser bem maior do que a do som. O som que o ouvido humano escuta é uma combinação de três momentos que ocorrem muito rápido durante a propagação da descarga do ar.

O som do trovão é resultado de vibrações no ambiente que chegam aos ouvidos em forma de ondas sonoras. O som que chega após o relâmpago é também resultado de uma vibração do meio externo, gerado por uma forte descarga elétrica que se estabelece entre as nuvens ou entre nuvens e solo terrestre. Essa descarga acontece em um canal estreito, com um raio de apenas alguns centímetros. Dentro do canal, elétrons são removidos das moléculas de ar pelo campo elétrico e colidem com outras moléculas, havendo transferência de energia. O raio gera uma corrente elétrica de grande intensidade que ioniza o ar ao longo do caminho, produzindo um rastro de luz superaquecido que é o relâmpago.

Ondas sonoras originam-se a partir de vibrações do ar que são detectadas pelo tímpano com frequência e amplitude definidas. Essas ondas criam regiões de compressão e rarefação no ar que são captadas pelos ouvidos humanos e a vibração é transferida para o ouvido interno através do tímpano.

As ondas que possuem frequência inferior a 20 Hz são denominadas infrassom, já as que possuem frequência superior a 20.000 Hz são chamadas de ultrassom. Ambas são imperceptíveis ao ouvido humano.

Primeiro ocorre um estalo curto (um som agudo que pode deixar uma pessoa surda), depois um som intenso e de maior duração que o primeiro, e por último a expansão de sons graves pela atmosfera ao redor do relâmpago. Às vezes a percepção do som pode ser diferente, mas a ordem de grandeza do trovão é a mesma do relâmpago. Por isso deve-se ficar longe de regiões possíveis de serem atingidas por relâmpagos.

O processo acontece tão rápido que o canal de gás quente no início se expande muito mais depressa que a velocidade do som, produzindo a onda de

choque de variações bruscas de pressão no ar, comprimido e rarefeito, essas variações constituem o ruído do trovão que se propaga em todas as direções, gerando o barulho do trovão.

Assim, quando um raio cai ouve-se primeiro um estrondo muito alto e assustador, esse som é a manifestação da onda de choque atingindo os tímpanos do ouvinte. Se estiver mais longe, o indivíduo ouve o primeiro som proveniente da parte mais próxima do raio e, em seguida, o som proveniente das partes mais distantes. É possível ouvir reflexões do som nas colinas, nos edifícios, no solo e até mesmo nas nuvens. Esses efeitos transformam o trovão em um som prolongado. A refração do som ocorre por mudanças na temperatura do ar, que ocasionam mudanças na densidade e desviam o som.

Ao estar a mais de 20 quilômetros de distância, de onde ocorreu o raio, é possível que não se ouça o trovão. O som é refratado enquanto se propaga pelo ar.

Como o ar em geral é mais frio no nível das nuvens do que no nível do solo, o som que se propaga a partir de um raio distante é desviado para cima e para longe do observador. Há, no entanto, algumas tempestades elétricas em que o ar perto do solo está mais frio que o ar mais acima, situação conhecida como *inversão térmica* (abordada no experimento de inversão térmica pág. 45). Durante esse fenômeno, o som da queda de um raio que se dirige para cima pode ser desviado para baixo.

Refração do som

A refração é um fenômeno comum a todas as ondas. Quando uma onda passa de um meio material para outro, ocorre uma variação da velocidade da onda. Essa variação de velocidade ocorre principalmente devido as características do meio de propagação. A mudança de velocidade da onda pode ser acompanhada de mudança na direção de propagação se ela atingir o meio com um ângulo diferente de 90° .

É importante ressaltar que apesar da refração alterar a velocidade de propagação, o comprimento de onda e possivelmente sua direção de propagação a frequência da onda não se altera.

Cada segundo que separa os dois eventos, raio e trovão, representa em média 340 metros de distância. Então, pode-se determinar, através de um cálculo bastante simples, a distância aproximada do local de queda do raio. Ao ver o clarão do relâmpago, deve-se marcar o tempo entre ver o clarão e ouvir barulho do trovão. Multiplica-se esse valor por 340 (m/s, que é a velocidade que o som se propaga) e obtém-se, em metros, a distância do local de queda. É importante lembrar que esse cálculo não leva em conta o número de ramificações do relâmpago, tipo de atmosfera, nem distâncias reais do ponto no solo e do ponto da nuvem à pessoa. Todos esses fatores geram um erro de 20%.

Figura 45: Raio em uma tempestade.



Fonte:<http://www.tempoagora.com.br/sustentabilidade/como-tirar-uma-foto-de-um-raio/>

Korotkoff

Como são produzidos esses os sons de Korotkoff?

Os sons de Korotkov ou sons de Korotkoff são os sons ouvidos durante a medição da pressão arterial através de meios não invasivos. O nome refere-se a Nikolai Korotkov, médico Russo que os descreveu em 1905 quando exercia na Academia Médica Imperial de São Petersburgo.

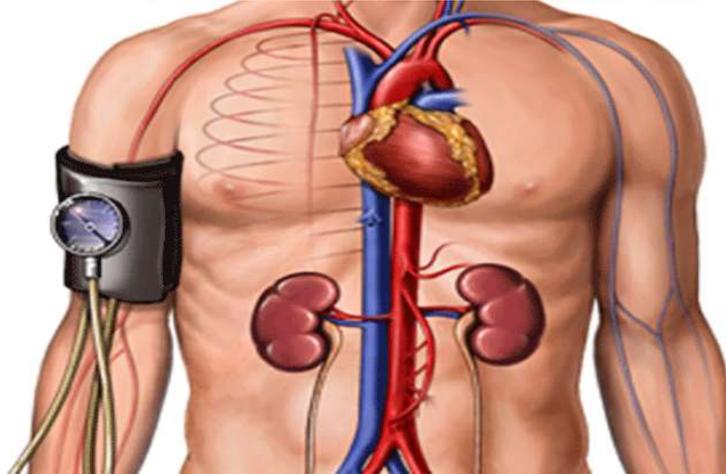
A pressão aplicada em um ponto de um fluido em equilíbrio estático depende da profundidade desse ponto, mas não da dimensão horizontal do fluido ou do recipiente em que o fluido se encontra.

Princípio de Pascal: Uma variação de Pressão aplicada a um fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente.

Os sons de Korotkov só são audíveis com recurso a um esfigmomanómetro. Os sons ouvidos durante a medição não são os mesmos que aqueles produzidos pela vibração dos ventrículos no coração, e quando se coloca um estetoscópio sobre a artéria braquial não há nenhum som que seja audível. Quando se coloca o manguito do esfigmomanómetro no braço de um paciente e é insuflada a uma pressão superior à sua pressão arterial sistólica, não há ainda qualquer som audível. Isto ocorre porque a pressão do manguito é suficientemente alta que abafa por completo a pressão sanguínea. À medida que a manguito é esvaziado, no momento em que atinge o mesmo valor de pressão que a pressão sistólica do paciente, é audível o primeiro som de Korotkov. À medida que o manguito continua a ser esvaziado, continua-se a ouvir sons até à sua pressão ser coincidente com os valores de pressão diastólica do paciente, momento em que deixam de se ouvir sons.

Os sons de Korotkoff são estudados há cerca de 100 anos, mas sua origem é discutida até hoje. Uma das possíveis explicações é conhecida como estalo da artéria: quando a pressão do manguito diminui para a pressão sistólica, o sangue começa a passar aos esguichos pelo ponto de estrangulamento da artéria e penetra no antebraço, abrindo com força a artéria que havia murchado quando o manguito inflado interrompeu a circulação. Essa abertura súbita produz uma onda sonora que se propaga na direção do manguito e pode ser ouvida com o auxílio do estetoscópio. Quando a pressão no manguito continua a cair, o som produzido pelos esguichos diminui e depois desaparece, no instante em que a pressão do manguito atinge o valor da pressão diastólica. Assim, a pressão do manguito no instante em que o primeiro som é produzido corresponde à pressão sistólica e a pressão no instante em que o último som é produzido corresponde à pressão diastólica.

Figura 46: Aferindo a pressão.



Fonte: <http://vcbela.com/alimentos-para-baixar-a-pressao-arterial/>

Ruídos emitidos pela areia

Em algumas praias, a areia range ou assobia enquanto você caminha sobre ela ou quando enterra nela a mão ou uma placa a um ângulo de 45°. Em alguns desertos, dunas de areia emitem um som de baixa frequência (100 hertz), às vezes com uma intensidade tão grande que fica difícil conversar. Como a areia pode emitir sons e por que nem toda areia (das praias e das dunas de areia) emite sons?

A areia, em uma duna se desloca aos poucos pela ação dos ventos que arrasta os grãos de areia e os deposita no alto ou do outro lado da duna. Esse transporte gradual torna a inclinação de um dos lados grande demais e instável, de modo que uma camada de areia desliza, reduzindo a inclinação. Esse movimento faz a duna se mover pelo deserto.

A frequência é a grandeza física que indica o número de repetições de um evento, no caso específico de uma onda é o número de oscilações por um determinado intervalo de tempo. Pode-se também medir o tempo decorrido para uma oscilação. Esse tempo recebe o nome de período (T) e é o inverso da frequência ($T = \frac{1}{F}$).

A unidade de medida do SI para a frequência é o hertz. Essa unidade expressa, em termos de ciclos por segundo, a frequência de oscilações por segundo (s^{-1} ou $1/s$).

Em algumas dunas, o deslizamento da areia pode produzir um som grave. Em alguns casos, a areia pode deslizar em mais de uma camada. Quando as camadas descem, oscilam no sentido perpendicular à superfície da duna, como uma membrana de tambor. O ruído cessa quando o deslizamento acaba.

Figura 47: Dunas de areia cantante.



Fonte: <http://climatologiageografica.com.br/dunas-de-areia/>

Enquanto deslizam em uma camada, os grãos em movimento colidem entre si a uma taxa de aproximadamente 100 vezes por segundo. A frequência das colisões e a frequência de oscilações da camada podem tornar-se sincronizadas. Isto faz com que a frequência do som produzido seja de 100 ciclos por segundo, que corresponde a 100 hz.

Existem várias teorias sobre para explicar a areia cantora. Alguns propõem que a frequência do som é controlada pela taxa de cisalhamento. Outros sugerem que a frequência de vibração está relacionada com a espessura da camada de superfície seca de areia. O ruído pode ser gerado pelo atrito entre os grãos ou pela compressão do ar entre eles.

Definir cisalhamento:

Tensão de cisalhamento, tensão tangencial, ou ainda tensão de corte ou tensão cortante é um tipo de tensão gerada por forças aplicadas em sentidos iguais ou opostos, em direções semelhantes, mas com intensidades diferentes no material analisado.

Tensão de cisalhamento ou tensão de corte é um tipo de tensão gerada por forças aplicadas em sentidos opostos, porém em direções semelhantes, no material analisado. Exemplo: a aplicação de forças perpendiculares, mas em sentidos opostos.

Caminhar sobre a areia da praia também pode emitir sons! Isso ocorre porque os passos forçam as camadas de areia a deslizar umas sobre as outras, produzindo ondas sonoras.

Não se tem uma teoria que explica por que nem toda areia faz barulho. Ao que parece, os grãos da areia ruidosa têm algumas características que conferem à areia a capacidade de se deslocar em camadas finas, o que possibilita a emissão de som. A possibilidade mais interessante é uma crosta especial, que é propriedade das areias cantantes. Pois, a areia de praias cantantes se for lavada em água doce, perde aos poucos a capacidade de ranger, essa capacidade não é restaurada, mesmo que a areia seja novamente imersa em água salgada.

5.5.6 Eletricidade

Na organização conceitual aceita atualmente a eletricidade, responsável pela explicação de fenômenos relacionados com cargas elétricas estáticas e em movimento, e o magnetismo, que explica os efeitos observados em ímãs e outros materiais magnéticos, fazem parte de uma teoria mais completa e abrangente: o eletromagnetismo.

Apesar disso, a abordagem separada da eletricidade e do magnetismo é bem comum. E, a eletricidade entre esses temas é, geralmente, o primeiro a ser trabalhado em sala de aula.

Corrente, tensão e pessoas

Qual dos dois pode ferir ou matar as pessoas: corrente ou potencial elétrico (tensão)? De que maneira a pessoa se fere? Por que é perigoso trabalhar com aparelhos elétricos em pisos molhados, algo que somos aconselhados a evitar?

Resposta:

O que afeta o ser humano é a passagem de corrente (elétrons) através do corpo. O potencial elétrico determina a corrente que pode atravessar o corpo e pode estar relacionado à energia disponível ou à força que faz os elétrons se moverem.

Em algumas casas, a diferença de potencial dos terminais elétricos é 110 volts. A intensidade da corrente, nesse caso, depende também da resistência elétrica que o corpo oferece à corrente. Em geral, a resistência da pele seca é alta. Assim, quando um eletricitista pega um fio, de uma instalação residencial, tem 110 volts entre as mãos, a resistência da pele pode manter a corrente abaixo de uma intensidade letal.

A corrente elétrica é o fluxo "ordenado" de partículas portadoras de carga elétrica, pode ser definida também como o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Matematicamente a corrente elétrica é definida como a quantidade de carga que passa durante um intervalo de tempo por um plano hipotético que corta o condutor: ($i = \frac{dq}{dt}$).

A diferença de potencial (ddp) também denominada de tensão elétrica (V) é uma grandeza física intimamente ligada ao conceito de corrente elétrica é a diferença em energia elétrica potencial por unidade de carga elétrica entre dois pontos.

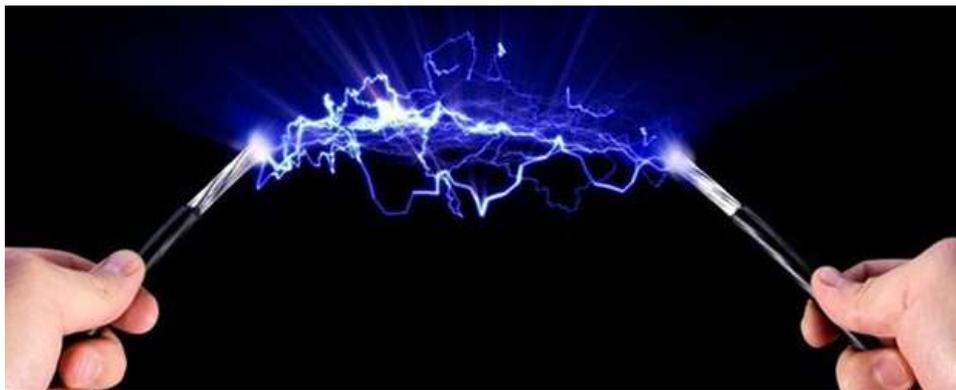
Sua unidade de medida no SI é o volt (Joule/Coulomb) em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta. A diferença de potencial é igual ao trabalho que deve ser feito, por unidade de carga contra um campo elétrico para se movimentar uma carga qualquer.

A resistência elétrica é a capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica, mesmo quando há uma diferença de potencial aplicada nas extremidades desse condutor. Sua unidade de medida no SI é ohms (Ω) e, matematicamente é dada pela Primeira Lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{i}$$

Por outro lado, quando a pele está molhada, contém feridas abertas ou está coberta com um gel condutor, a corrente encontra menor resistência e uma intensidade de corrente perigosa pode passar pelo corpo. Assim, também, uma pessoa que está de pé em um piso molhado e encosta-se a um fio eletrificado, uma intensidade perigosa de corrente pode passar pelo corpo dela.

Figura 48: Corrente elétrica.



Fonte: <http://www.saladaeletrica.com.br/desvendando-a-corrente-eletrica-tensao-e-resistencia-podcast-001/>

A reação de cada pessoa após a passagem de uma corrente é diferente de acordo com as características de cada corpo. O fato de se tratar de corrente contínua ou alternada também influencia nos efeitos. Mesmo assim, pode-se chegar a um certo padrão sobre os efeitos da corrente no corpo humano.

Correntes de menores de 0,001 ampère: não há nenhuma reação. Acima desse valor e é possível sentir formigamento ou sensação de calor. Entre 0,001 a 0,010 ampère a sensação é crescente desde formigamento até espasmo muscular e dor. Para valores de corrente de 0,10 a 0,50 ampère pode ocorrer fibrilação ventricular. Acima de 0,50 o coração para, a respiração cessa e ocorrem queimaduras.

No estágio em que a corrente causa apenas espasmos musculares, a contração inicial é apenas dolorosa. Porém, se a vítima não conseguir soltar da fonte de corrente, a resistência do corpo pode diminuir aos poucos, e uma corrente cada vez maior passa pelo corpo e tanto a dor como o risco aumentam. Se outra pessoa tenta puxar a vítima para longe da fonte, essa pessoa pode ter espasmos musculares, devido a corrente, e ficar “colada” na primeira vítima, enfrentando o mesmo aumento gradual de corrente e perigo.

Uma vez que o coração entra em fibrilação ventricular, devido a um choque elétrico, as contrações e dilatações desordenadas impedem que o sangue seja bombeado para o corpo, isso pode causar consequências graves no cérebro. Nesses casos é urgente a presença de uma equipe de resgate com um desfibrilador.

Fibrilação ventricular: A fibrilação ventricular é uma arritmia cardíaca grave onde não há sincronia de contração entre as fibras musculares cardíacas. Ao invés de se contraírem e relaxarem alternativamente, como é normal, os ventrículos apenas fazem contrações rápidas e fracas (tremulações), produzidas por múltiplos impulsos elétricos, originários de vários pontos do ventrículo, que assim se tornam incapazes de promover a circulação normal do sangue.

As queimaduras são causadas por colisões de elétrons da corrente com os átomos e moléculas do corpo. Quando são externas, as queimaduras podem ser curadas, mas se forem queimaduras internas são mais difíceis de tratar.

Portanto, durante um choque, o que importa não é a voltagem (diferença de potencial elétrico entre um ponto e outro) e sim a amperagem, que é a intensidade da corrente elétrica.

Ao receber o choque, a pessoa funciona como uma ponte que transporta a corrente elétrica já que o corpo humano, formado em grande parte por água e sal, é um bom condutor de eletricidade. As queimaduras acontecem porque durante a passagem da corrente o corpo oferecerá certa resistência à passagem da corrente, transformando a energia elétrica em calor.

Abelhas e polinização

As abelhas ajudam a polinizar as flores ao coletarem pólen em uma flor e o transportarem para outra. Esse processo não é aleatório, ou seja, a abelha não

recolhe o pólen por acaso. Na verdade, os grãos de pólen saltam para a abelha quando ela pousa na primeira flor e se desprendem da abelha quando ela pousa na segunda. O que faz o pólen saltar?

Resposta:

A capacidade de uma abelha de transportar pólen de uma flor para outra depende de dois fatores. O primeiro deles é que as abelhas adquirem carga elétrica durante seu voo e o outro é que a antera de uma flor está isolada eletricamente da terra, mas seu estigma está ligado eletricamente a terra.

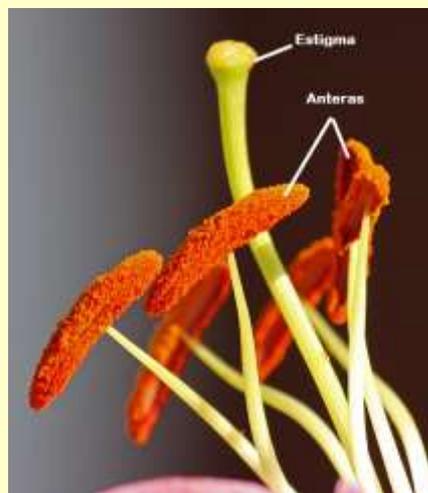
A carga elétrica é uma propriedade intrínseca de partículas fundamentais da constituição da matéria. Por exemplo: prótons possuem cargas positivas, elétrons têm carga negativa e os nêutrons têm carga neutra.

Depois que uma abelha deixa a colmeia, durante seu voo ela fica carregada eletricamente, em geral com carga positiva. Quando a abelha passa perto da antena de uma flor (que é eletricamente neutra), o campo elétrico produzido pela carga da abelha induz uma carga em um grão de pólen. O grão continua eletricamente neutro, mas lado mais próximo da abelha fica ligeiramente mais negativo que o lado mais afastado (que fica ligeiramente mais positivo). As cargas dos dois lados são iguais, mas as distâncias até a abelha são diferentes. Essa diferença nas distâncias faz com que a força de atração sobre o lado mais próximo fique ligeiramente maior que a força de repulsão sobre o lado mais afastado. Em consequência, o grão de pólen é atraído para a abelha e fica preso nos pelos do inseto enquanto ele voa para a flor seguinte.

Antera é a porção terminal do estame das flores. São sacos revestidos internamente por tecido esporogênico, onde são produzidos os grãos de pólen.

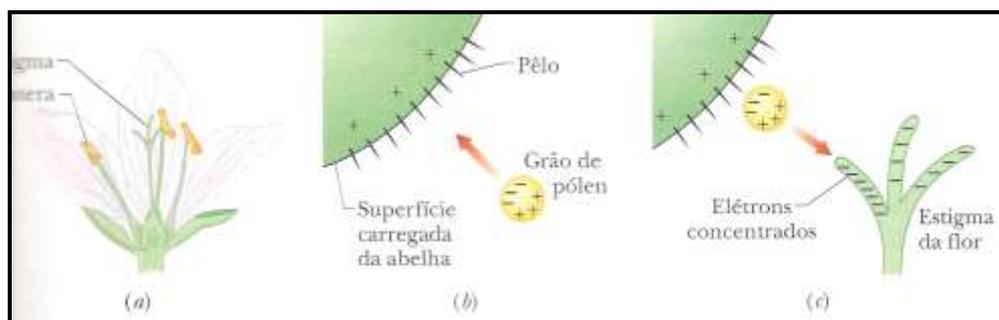
Estigma é a área receptiva do pistilo das flores, onde o grão de pólen inicia a germinação do tubo polínico. Pode estar posicionado no ápice do pistilo, ou lateralmente. É a parte achatada do carpelo, situada na sua extremidade superior; possui um líquido pegajoso que contribui para a fixação do grão de pólen.

Figura 49: órgãos reprodutores de angiospermas.



Fonte: <http://financialspots.com/2016/02/28/this-article-by-elle-nguyen/>

Figura 50: Cargas elétricas na polinização.



Fonte: <http://falando-de-fisica.blogspot.com.br/2013/03/polinizacao-e-eletrstatica.html>

Quando a abelha se aproxima de um estigma de outra flor a carga da abelha e a carga induzida no grão atraem alguns elétrons de condução até a ponta do estigma, porque o estigma está ligado eletricamente a terra. Esses elétrons atraem as cargas de sinal oposto existentes no outro lado. Essa força geralmente é suficiente para fazer o grão de pólen saltar para o estigma, iniciando o processo de

fecundação da planta. Pode-se imitar esse processo borrifando as plantas com grãos de pólen eletricamente carregados, para que os grãos se concentrem preferencialmente nos estigmas, esse processo é adotado por muitos engenheiros agrícolas.

Auroras polares

A aurora polar é um fenômeno óptico composto de um brilho observado nos céus noturnos nas regiões polares. Ela pode ter centenas de quilômetros de altura e milhares de quilômetros de comprimento, mas são estreitas e possuem cerca de 100 metros de espessura. Elas estendem-se como um arco em volta da terra. O que produz esse espetáculo imenso e o que faz com que as auroras sejam tão estreitas?

Resposta:

As auroras podem estar associadas a erupções solares, se as partículas emitidas pela erupção afetarem os campos energéticos e elétricos da atmosfera terrestre. Em latitudes do hemisfério norte é conhecida como aurora boreal e quando ocorrem no hemisfério sul é chamada de aurora austral.

As auroras geralmente são observadas em regiões de formato oval, próximas aos polos terrestres. A fonte de energia da aurora é obtida pelos ventos solares fluindo pela terra.

Esse fenômeno é causado por elétrons com energia entre 1 a 15 kV, prótons e partículas alfa, sendo que a luz é produzida quando eles colidem com átomos da atmosfera. As colisões emitem parte da energia da partícula para o átomo que é atingido, por ionização, dissociação e excitação de partículas. Quando ocorre ionização, elétrons são despejados do átomo, os átomos por sua vez, carregam energia e criam um efeito de ionização em outros átomos. Já quando há excitação dos átomos a estados instáveis, ao se estabilizarem eles emitem luz em frequências específicas.

As auroras acontecem quando elétrons são acelerados na faixa de altitude entre 3000 e 12000 quilômetros e guiados ao longo de linhas do campo magnético terrestre até latitudes elevadas, em direção aos polos magnéticos da terra. Como as linhas do campo magnético descem em direção à superfície ao se

aproximarem dos polos, os elétrons chegam a altitudes mais baixas, onde o ar é mais denso, e colidem com átomos e moléculas, excitando-os. Os átomos e moléculas voltam ao estado fundamental emitindo luz; uma aurora é a luz (radiação eletromagnética) emitida por esses átomos e moléculas. Por exemplo, os átomos de oxigênio emitem luz verde e as moléculas de nitrogênio emitem uma luz rosada. Em alguns casos a luz emitida pode ser tão fraca que é percebida como luz branca. Às vezes pode parecer que as luzes se movem pelo céu como se fossem agitadas pelo vento, mas o movimento é uma ilusão.

As auroras aparecem tanto como um brilho difuso quanto como uma espécie de cortina estendida na horizontal. Arcos podem ser formados e as auroras podem mudar de forma constantemente. Cada cortina consiste de vários raios paralelos e alinhados na direção das linhas do campo magnético, sugerindo que o fenômeno no nosso planeta está alinhado com o campo magnético terrestre. Da mesma forma a junção de diversos fatores pode levar à formação de linhas aurorais de tonalidades de cor específicas.

Campos magnéticos cercam materiais em correntes elétricas e são detectados por uma força exercida sobre materiais magnéticos ou cargas elétricas em movimento.

Elas são estreitas, pois os elétrons são guiados ao longo de linhas de campo convergentes e concentram-se nessas regiões. Apenas átomos e moléculas nessa região contribuem a formação da aurora. Essa explicação simples é simples e prevê auroras muito mais espessas do que as que são observadas na prática, portanto as pesquisas sobre esse assunto ainda estão sendo desenvolvidas.

Figura 51: Aurora polar.



Fonte:<http://www.batanga.com/curiosidades/6206/25-fotos-de-auroras-polares-que-te-dejaran-boquiabierto>

REFERÊNCIAS

- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and application. *Journal of Applied Psychology*, 78, 98-104.
- Freitas, A. L. P., Rodrigues, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de cronbach. In *Simpósio de Engenharia de Produção*, 12. 2005, Bauru: UNESP, 2005.
- Hora H. R. M. da, Monteiro, G. T. R., Arica, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: U
- m Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach *Produto & Produção*, vol. 11, n. 2, p. 85 - 103, jun. 2010.
- Maroco, J., Garcia-Marques, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de Psicologia*, 4(1): 65-90, 2006, I.S.P.A.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Osborn, H. G. (2000). Coefficient alpha and related internal consistency reliability coefficients. *Psychological Methods*, 5, 343-355.
- Oviedo H. C., Campo-Arias A. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach *Revista Colombiana de Psiquiatria*, vol. XXXIV / No. 4 / 2005.
- Pasquali, L. (1998). Princípios de elaboração de escalas psicológicas. *Revista Psiquiátrica Clínica*, 5, 25, 206-213,
- Pilatti L. A., Pedroso B., Gutierrez, G. L. Propriedades Psicométricas de Instrumentos de Avaliação: Um debate Necessário. *RBECT*, vol3 núm. 1, Jan./abr. 2010. ISSN – 1982-873X.
- Scoaris R. C. O., Benevides-Pereira A. M. T., Filho O. S., Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 Nº3* (2009)
- Polímeros do Futuro – Tendências e Oportunidades *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol 12, nº 4, 2002.
- Halliday, David, 1916- *Fundamentos de física*, volume 1: mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. – 8. Ed – Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- Gaspar, Alberto. *Física volume único: livro do professor* / Alberto Gaspar; ilustrações Sidnei Moura, Exata, Paulo Manzi. – 1. Ed. – São Paulo: Ática, 2005.
- KREBSBACH, Geraldo M.; DEGTIAR, Samuel. *Facilitando a Física para Vestibulares*. Curitiba, 1ª Ed. Artes Gráficas e Editora Unificado, 2006, 122p.
- FILHO J. B. R., COELHO S., Salami M., Maciel M. R., Schrage P. U., *Resistores de Papel e Grafite: Ensino Experimental de Eletricidade com Papel e Lápis*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol.20, n.2: p.228-236, 2003.
- Ricardo Batista de Andrade *Análise da formação da microestrutura durante a solidificação de ligas metálicas ferrosas e não ferrosas em moldes com diferentes características*.
- Souza V. P., Silva R., *Adaptação De Um Modelo Proposto Por Heron De Alexandria Para Ser Utilizado Na Apresentação Da Termologia No Ensino Médio*. XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, 2005.
- <http://www.explicatorium.com/lab-luz-curva-na-agua.php>
- <http://www.manualdomundo.com.br/2012/11/a-luz-que-faz-curva/>

<https://www.youtube.com/watch?v=WwgrQsjgfKs>
<http://www.manualdomundo.com.br/2012/10/nuvem-na-garrafa-experiencia-condensacao/>
https://www.youtube.com/watch?v=79GMKE_3vPc
<https://www.youtube.com/watch?v=AbwjuQoNWps>
<http://ciencia.hsw.uol.com.br/colete-a-prova-de-balas.htm>
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/de-que-sao-feitos-os-coletes-a-prova-de-balas>
<http://www.wsdot.wa.gov/TNBhistory/Machine/machine3.htm>
<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/areia-movedica.htm>
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/curiosidades/areia-movedica.htm>
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/existe-mesmo-areia-movedica>
<http://revistagalileu.globo.com/blogs/olhar-cetico/noticia/2014/10/como-qualquer-um-pode-caminhar-sobre-brasas.html>
<http://blogdopg.blogspot.com.br/2013/09/o-raio-da-morte-de-arquimedes.html>
<http://www.megacurioso.com.br/fenomenos-da-natureza/36958-o-que-provoca-o-som-do-trovaio-.htm>
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/sons-trovoes.htm>
https://pt.wikipedia.org/wiki/Areia_cantora
<http://www.infoescola.com/fisica/ondas-sonoras/>
 Pavão H. G. Física Básica. Editora UFMS. Campo Grande, MS – 2009.
<https://www.youtube.com/watch?v=6lArL9pCkhs>
<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec32.htm> consultado em 07/09/2013.
www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/resistencia.php
 consultado em 07/07/2015.
<https://www.youtube.com/watch?v=SYKeSb2iAQQ>
https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_de_choque
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas-choque.htm>
<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=376>
<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/pratica-pedagogica/inversao-termica-568104.shtml>
<https://www.youtube.com/watch?v=n7fM9gnOrlk>
 Souza V. P., Silva R., Adaptação De Um Modelo Proposto Por Heron De Alexandria Para Ser Utilizado Na Apresentação Da Termologia No Ensino Médio. XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, 2005.
<https://www.youtube.com/watch?v=n7fM9gnOrlk>
 Piubéli, U. G. e Piubéli, S. L.
<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Ondas/ressonancia.php>
<http://www.infoescola.com/tecnologia/energia-eolica/>
<http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/496-viscosidade>
<http://conceitos.com/energia-termica/>
<http://estudantesonline.uol.com.br/fisica/a-velocidade-dos-eletrons-em-um-circuito.html>
<http://www.sofisica.com.br/>
<http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html>
<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Ondas/classificacao.php>
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas.htm>
<http://www.explicatorium.com/cfq-8/propriedades-do-som.html>
<http://www.electronica-pt.com/frequencia-comprimento-onda>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ondas-sonoras.htm>
<http://www.estudopratico.com.br/ondas-sonoras/>
(Laburu, 2005)
(Lima et al, 2009)
Moreira e Rosa (1986)
Aguiar e Correia, 2013
(SOUZA e BORUCHOVITCH, 2010).
MOREIRA, 1988).
(Correia et al, 2010).
Souza, N. A. e Boruchovitch E, 2010.
Martins, Linhares e Reis, 2009.