

Aplicação de experimentos das leis de Newton no ensino aprendizagem no 1º ano do ensino médio regular do colégio Estadual Paulo VI de Rio do Pires, BA-Brasil.

(Application of experiments of Newton's laws in teaching learning in the 1st year of the regular high school of the state college Paulo VI of Rio do Pires, BA-Brazil)

Manoel Brandão da Silva
Colégio Estadual Paulo VI de Rio do Pires-Bahia

Páginas 121-140

Fecha recepción: 01-02-2017

Fecha aceptación: 30-03-2017

Resumo.

O trabalho abordou experimentos da disciplina de Física sobre as Leis de Newton para verificar se esses experimentos na prática melhora o entendimento dos alunos quanto os conteúdos trabalhados nesta disciplina. A pesquisa foi desenvolvida numa intervenção junto às aulas de Física a 04 turmas de alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Paulo VI do Município de Rio do Pires, Bahia-Brasil. Utilizou-se o método quantitativo e algumas instrumentos necessários e experiências para a coleta dos dados, sobre as Leis de Newton, Descrevendo assim as dificuldades dos professores frente ao processo ensino aprendizagem enquanto, conceito de movimento e força e as dificuldades dos alunos em relacionarem a teoria para com a prática, bem como, a postura do professor diante da realidade. Contudo, as atividades experimentais bem planejadas podem melhorar o processo ensino aprendizagem da disciplina de Física tornando-o mais significativo aos alunos.

Palavras chave: leis de Newton; ensino; aprendizagem; física; experimentação.

Abstract.

The work covered experiments of the discipline of Physics on the Laws of Newton to verify if these experiments in the practice improves the understanding of the students as the contents worked in this discipline. The research was developed in an intervention in the Physics classes to 04 classes of students of the 1st year of High School of the Paul VI State College of the Municipality of Rio do Pires, Bahia-Brazil. We used the quantitative method and some necessary tools and experiences to collect the data, on Newton's Laws, thus describing the difficulties of teachers in the process of teaching learning as a concept of movement and strength and the difficulties of students in relating to Theory to practice, as well as the teacher's attitude towards reality. However, well-planned experimental activities can improve the learning teaching process of the Physics discipline by making it more meaningful to students.

Keywords: Newton's laws; teaching; learning; physical; experimentation.

1.-Introdução.

Nas últimas décadas, o ensino de Física, no Ensino Médio, tem sido constantemente discutido por educadores e especialistas da área com o objetivo de alcançar uma melhor qualidade no ensino dessa disciplina, visto que a metodologia tradicional, como o uso demasiado de aulas expositivas e muitos cálculos, causa grande confusão aos alunos, devido à dificuldade que estes possuem de estabelecer relações entre a realidade concreta e sua representação por meio de fórmulas. O ensino de teorias dissociadas da contextualização real e concreta, no ambiente físico-natural, produz no aluno sensação de inutilidade, reforçando a crença de que os conteúdos da disciplina são desnecessários para as experiências desenvolvidas no seu cotidiano social.

Ou seja, são conhecimentos exigidos e importantes apenas para as atividades educacionais, não contribuindo o suficiente para o desenvolvimento pleno das habilidades que se pretende desenvolver no ensino de Física. Dentre as propostas apresentadas para essas melhorias no ensino-aprendizagem nesta área, destaca-se o uso da experimentação. O interesse pelo estudo da aplicação de experimentos para o ensino e aprendizagem das Leis de Newton, no ensino de Física, surgiu em decorrência de experiência ao longo de 33 anos em sala de aula de experiência docente.

O primeiro fator surgiu da necessidade de aprofundar o conhecimento sobre o tema e obter resposta ao fato da realidade observada no Colégio Estadual Paulo VI (CEPVI). Instituição de pequeno porte, que recebe uma clientela das escolas da sede do município e de várias escolas da zona rural do município e de municípios adjacentes. A maioria desses alunos, provenientes da zona rural, chega ao Ensino Médio com competência e habilidade defasada em relação aos alunos da sede do município. Dessa forma, a escolha do tema dessa pesquisa é bem significativa; pois possibilita contextualizar o conteúdo e trazer a sua importância para o cotidiano do aluno, professores, diretores, comunidade e demais interessados pelo assunto; demonstrando que o conhecimento gerado dentro de uma sala de aula tem implicações práticas na vida das pessoas como um todo, fazendo com que os alunos sintam que o saber não é apenas um acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas ferramentas para enfrentar um mundo de significações.

Situação que mereceu ser investigada, mediante a aplicação de experimentos das leis de Newton no ensino aprendizagem no 1º ano do ensino médio regular do Colégio Estadual Paulo VI, de Rio do Pires-Bahia, Brasil. Para indicar possíveis auxílios aos professores, alunos e demais interessados pelo tema, foram feitos estudos, análises e abordagem acerca dos instrumentos essenciais ao processo ensino-aprendizagem. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Este trabalho científico tem caráter de intervenção e está pautado no ensino das Leis de Newton, devido à sua grande relevância na história da humanidade e na aplicação no dia a dia. A presente intervenção científica envolve, entre outras coisas, uma abordagem teórica do desenvolvimento histórico

dos conceitos de movimento e força; as dificuldades dos alunos em relacionar a teoria com a prática no cotidiano; a postura do professor de Física e a experimentação no ensino de Física. Entende-se ainda que o conteúdo As Leis de Newton não pode ser considerado algo pronto e acabado, pois é imprescindível que o professor e os alunos redescubram os conceitos julgados necessários e, ainda, associá-los a situações práticas voltadas para sua vivência.

A Biologia, a Física e a Química nem sempre foram objetos de ensino nas escolas, mas hoje ocupam lugar de destaque nos currículos escolares. O espaço conquistado por essas ciências no ensino formal (e no ensino informal) é consequência do status que adquiriram principalmente no último século, sobretudo em função dos avanços proporcionados pelo desenvolvimento, responsável por importantes invenções, as quais vêm se multiplicando exponencialmente numa escala impressionante, proporcionando mudanças de mentalidade e de práticas sociais. (Nardi, 2005, p. 89).

Uma vez que o contexto histórico e social vivido pela educação não estimula o aluno a questionar e a fazer descobertas, o ensino de Ciências pretende despertar o espírito questionador e crítico, contribuindo, assim, para a construção de um saber que seja significativo. Nesse contexto, é importante que o aluno possa refletir sobre suas concepções e, conseqüentemente, desencadear questões relacionadas aos conteúdos abordados. Nessa perspectiva do novo olhar sobre o ensino de Ciências, pois, sabe-se se que a memorização de fórmulas, cálculos e informações de modo superficial não são suficientes para que os alunos possam engajar na construção ativa do conhecimento, faz-se necessário buscar novas metodologias e recursos didáticos que possam contribuir para a promoção de um conhecimento científico, com exigências da sociedade atual.

O trabalho científico "Aplicação de experimentos para o ensino-aprendizagem das Leis de Newton" está inserido no contexto físico e social do Colégio Estadual Paulo VI, de Rio do Pires, localizado à Rua Domingos José Pereira s/nº, centro no município de Rio do Pires - BA. O Município possui uma população de 12.033 habitantes IBGE (2013), distribuída numa área de 1076 quilômetros quadrados; está situado na região centro sul do Brasil, na parte sudoeste do Estado da Bahia, na microrregião de Livramento de Brumado com as coordenadas geográficas de latitudes Sul 13° 07' 32" e de longitude Oeste 42° 17' 48", altitude média 528 metros, sendo que a sede fica situada à cerca de 750 quilômetros da capital, Salvador.

A partir dessas observações, pretendo descrever neste trabalho uma experiência pedagógica realizada no primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Paulo VI, no município de Rio do Pires, Bahia - Brasil. A experiência é embasada nos pressupostos teóricos de David Ausubel. Em que utilizei 04 experimentos para o ensino aprendizagem das leis de Newton, cuja finalidade foi proporcionar uma aprendizagem significativa. Busca-se, Também, embasamento teórico em diversos autores, para promover nos interessados, principalmente, professores e alunos, reflexões sobre seu fazer no dia-a-dia. Portanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa, não é suficiente que o material seja potencialmente significativo, se for

exigida apenas uma reprodução das novas informações de forma literal, pois o aluno não será incentivado a estabelecer relações entre o novo conteúdo e as subsunções disponíveis na sua estrutura cognitiva (Moreira, 1999b).

O objetivo dessa pesquisa é determinar se as aplicações de experimentos das leis de Newton melhoram a opinião dos alunos sobre a disciplina de Física. A descrição se dá diante da dificuldade do aprendizado dos conceitos da área de Física, especialmente no que se refere ao estudo das leis de Newton para os alunos do 1º Ano, que é fundamental para a formação científica do discente, pois, se constituem um sólido alicerce para os demais conteúdos da mecânica, ocasionando problemas como desinteresse e um elevado índice de reprovações.

Dentre os fatores principais, destacam-se a inadequação curricular que apresenta o conhecimento científico pronto, estático e acabado, e não como fruto de um processo de investigação dinâmica que é capaz de gerar conhecimento em constante renovação; o corpo docente desmotivado e despreparado, que ensina de forma não experimental uma ciência que por natureza é experimental e que não leva para a sala de aula o que acontece no seu redor nem o que resulta das pesquisas recentes nas áreas pedagógicas, de educação científica e das tecnologias da informação na educação.

No entanto, a maioria dos nossos estudantes não percebe a relação entre suas ações, que são costumeiramente repetidas, e esta parte tão importante da Física. Como diz Baptista (1999) o Ensino da Física pode ajudar os alunos a perceber a relação da Física com a vida cotidiana numa correlação ao estudo. Esse conteúdo é cobrado anualmente pelo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) utilizados para selecionar os ingressos nas universidades brasileiras; é perceptível o desânimo e a frustração dos alunos Riopirenses ao final de cada exame por não conseguirem relacionar o conteúdo cobrado com a prática.

Nessa perspectiva, a "Aplicação de experimentos das leis de Newton no ensino-aprendizagem no 1º Ano do Ensino Médio regular do Colégio Estadual Paulo VI de Rio do Pires. Bahia-Brasil". Diante da problemática constatada na escola, nasceu o interesse pelo estudo da experimentação no ensino-aprendizagem das Leis de Newton, na qual são notórias as dificuldades apresentadas pelo educando no processo ensino-aprendizagem de Física, bem como a formação permanente dos professores. Este trabalho centraliza-se na seguinte questão: Aplicação de experimentos seria um recurso auxiliar e eficiente para o ensino-aprendizagem das Leis de Newton aos alunos do 1º ano do Ensino Médio regular, da rede pública do Colégio Estadual Paulo VI, de Rio do Pires, para uma educação de qualidade?

Pergunta geral: Pode as aplicações de experimentos das Leis de Newton melhorar a opinião dos alunos sobre a disciplina de Física?

Perguntas específicas: Com a experimentação aumenta o interesse dos alunos em aprender a disciplina de Física? Tem facilidade na compreensão dos conteúdos? Você acha que há relação do conteúdo com a vida cotidiana?

Objetivo geral, busca determinar se as aplicações de experimentos das Leis de Newton melhoram a opinião dos alunos sobre a disciplina de Física.

Objetivos específicos foi de verificar se o aluno: Com a experimentação aumenta o interesse em aprender a disciplina de Física; Tem facilidade na compreensão dos conteúdos; Encontra relação do conteúdo com a vida cotidiana.

Assim sendo a justificativa do presente projeto de destinou-se a estudar o tema as leis de Newton no dia-a-dia, no primeiro ano do Ensino Médio. Surgiu da necessidade de aprofundar o conhecimento sobre o tema e obter resposta ao fato da realidade observada no Colégio Estadual Paulo VI, do município de Rio do Pires – Bahia. O qual irá fomentar novos conhecimentos, por meio da experimentação em seu processo ensino-aprendizagem com foco nos sistemas educativos. Como salienta Freire (2003) com uma análise sobre a aquisição da criticidade no processo ensino-aprendizagem como meio de reflexão e ação dos sujeitos. Não se reduz apenas a um ato de depositar idéias de um sujeito no outro, nem tão pouco a simples troca de idéias a serem consumidas pelos permutantes. A pesquisa viável com materiais de baixo custo e acessíveis para a aplicação dos experimentos, a maioria deles recicláveis. Os documentos necessários de fácil acesso, tendo disponibilidade de tempo para o trabalho, além de existir bibliografia de base suficiente.

A variável se dá quanto a aplicação de experimentos das leis de Newton; a conceituação um conjunto de ações a respeito de um determinado fenômeno natural, usado para construir um conhecimento. Giordan (1999) a experimentação desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização Segundo os professores a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado. Se há uma relação entre o conteúdo ensinado e a vida cotidiana do aluno; a dimensão a experimentação aumenta o interesse em aprender a disciplina de Física, tendo mais facilidade na compreensão dos conteúdos, encontrando uma relação do conteúdo com a vida cotidiana; os indicadores: Q1 = Como você vê a disciplina de Física? Q2 = Qual o motivo? Q3 = Você acha importante aprender Física? Q5 = Quanto ao seu interesse e/ou vontade em aprender Física: Q6 = O que você acha das aulas de Física. Q7= Você consegue entender os conteúdos de Física? Q8 = O que contribuiu para sua resposta? Q4 = Quanto aos conteúdos ensinados na disciplina. Q 10 = Você vê alguma relação entre a Física e o seu cotidiano? Ainda, as técnicas e instrumentos de coleta de dados: Questionários e entrevista.

2.-Metodologia.

A metodologia teve Enfoque, quantitativo, segundo Sampieri, Collado e Lucio (2006, p. 5), o enfoque quantitativo “usa coleta e a análise de dados para testar hipótese com base na medição numérica e na análise dos gráficos”. O caráter desta investigação é de nível descritivo. Na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. De acordo com Sampieri, Collado e Lúcio (2003, p.100) os “estudos descritivos se centram em coletar dados que mostrem um evento, uma comunidade, um fenômeno, feito, contexto. Como técnica, foram utilizados dois instrumentos de

investigação, a observação, a entrevista com os professores e questionários com alunos do 1º Ano do Ensino Médio Regular. Questionário entende-se como um conjunto de questões que são respondidas por escrito e por entrevista, pode ser entendida como a técnica que envolve duas pessoas numa situação "face a face" em que uma delas formula as questões e a outra responde.

População e amostra investigada foram as quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Paulo VI de Rio do Pires – Bahia é composta por 139 alunos com idade entre 13 e 15 anos. Sendo 85 do sexo feminino e 54 do sexo masculino. Parte do processo de levantamento dos dados junto a 3 professores de Física do CEPVI Esta pesquisa não teve amostra, pois foi feita com a totalidade da população.

A proposta pedagógica desenvolvida com o intuito de implementar o uso de experimentos na aprendizagem dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio, utilizando como objeto de recurso pedagógico a experimentação e levando em consideração as três condições necessárias para que ocorra uma aprendizagem significativa. I. O conhecimento prévio do aluno; II. O material a ser potencialmente significativo; III. A disponibilidade do aluno em conectar os novos conceitos na sua estrutura cognitiva. A atitude de aprender depende do interesse do indivíduo e pode ser motivada quando o material apresentado possibilita ao aprendiz identificar relações com o seu cotidiano.

Desenvolveu-se em um bimestre. No intervalo entre alguns encontros, os alunos foram solicitados a responder questionários, cujas respostas possibilitaram uma análise relativa através de tabelas e gráficos ao cumprimento das condições, visando uma aprendizagem significativa. No primeiro e segundo encontro, realizamos uma aula expositiva sobre o assunto, com ênfase em "Forças: medindo forças, forças com mesma direção e mesmo sentido, forças com mesma direção e sentidos contrários, forças em direções diferentes e força de atrito". Em seguida, as concepções sobre a Física, e os seus conhecimentos prévios sobre os assuntos.

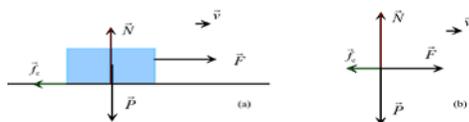
No terceiro, no quarto e no quinto encontro, continuamos com a aula expositiva sobre as Leis de Newton, exibindo vídeos sobre suas aplicações no dia a dia e, no final, foram resolvidas questões de vestibulares e Enem. Percebeu-se que a grande maioria dos discentes estava com dificuldades de assimilação em relação às unidades de medidas do Sistema internacional (SI). Ou seja: quilograma (Kg) para massa; metro (m) para comprimento, metro por segundo (m/s) para velocidade, (m/s²) metro por segundo ao quadrado (m/s²) para aceleração, Newton (N) para força, (P) força peso, (N) força normal e também sobre força resultante e força de atrito estático e cinético. Falamos da importância dessa força no nosso dia a dia e que o coeficiente de atrito depende unicamente dos materiais que compõem as superfícies em contato, pois se temos uma área diferente registram-se os mesmos valores, para o coeficiente de atrito, independentemente da massa do corpo ou do tamanho da superfície de contato.

O coeficiente de atrito estático é sempre superior ao do coeficiente de atrito cinético para os mesmos materiais das mesmas superfícies em contato. Notou-se que alguns alunos já haviam percebido que é mais fácil manter um móvel em movimento sobre o chão do que pô-lo em movimento. Foi apresentada, na tabela abaixo, alguns valores para coeficientes de atrito para melhor compreensão. Teixeira (2017).

Materiais	μ_e	μ_c
madeira/madeira	0,4	0,2
gelo/gelo	0,1	0,03
metal/metal (c/ lubrif.)	0,15	0,07
aço/aço (s/ lubrif.)	0,7	0,6
borracha/cimento seco	1,0	0,8
articulações nos membros humanos	0,01	0,01

Tabela 1
 Valores de atrito cinético e estático em diferentes tipos de materiais.

Analisou-se por meio de gráficos da figura a força normal N , que a superfície horizontal exerce sobre a caixa e que é contrária ao peso a força peso P e a força de atrito F_c que é horizontal (portanto, perpendicular a N) e que aponta no sentido oposto ao da velocidade. E em seguida discorreremos acerca equação matemática para encontrar o coeficiente de atrito, resolvendo alguns exemplos na lousa. Teixeira (2017).



$$|\vec{f}_c| = \mu_c |\vec{N}|,$$

O bloco em repouso o homem aplicando uma força sobre o bloco. Percebe-se neste caso o aparecimento da força de atrito estático e o quanto ela varia até uma força de atrito máxima, e logo após a força de atrito fica constante, sendo a força de atrito cinética.

No sexto, no sétimo e no oitavo encontro continuamos com a aula expositiva sobre as forças e as leis do movimento, abordando os seguintes assuntos: primeira lei de Newton ou Princípio da Inércia, a importância do cinto de segurança e do air bag; explanamos sobre a segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica, que massa e peso são duas grandezas diferentes; da terceira Lei de Newton ou Ação e Reação e sobre a força resultante. No final desses encontros pedimos para eles responderem um questionário, contendo 09 questões objetivas sobre as aulas até então sem a utilização de experimentos.

Quanto aos conhecimentos prévios, observou-se que os alunos manifestaram, predominantemente, conhecimentos do senso comum sobre o aparecimento da força de atrito. A maioria dos alunos, cerca de 80%, não tinha conhecimento sobre o aparecimento desta força e sobre a mudança da força de atrito estática para a cinética, e os fatores que influenciam na variação destas forças. Alguns alunos deram exemplos da importância do air bag e do cinto de segurança nos carros novos. Mas, por outro lado, identificou-se que a maioria dos alunos das quatro turmas ainda continuava com dificuldades de aprendizagem sobre a força resultante e as Leis de Newton. O aluno, muitas vezes, não consegue estabelecer relações entre os fatos, conceitos ou idéias, "enxergando" a sua realidade e todas as coisas que estão à sua volta isoladamente. O que vem a ser um grande obstáculo à construção do conhecimento. Observou-se também que apresentavam sérias dificuldades em resolver cálculos envolvendo as quatro operações básicas.

3.-Os experimentos.

Quatro experimentos realizados foram: Trombada, Colisão entre dois carrinhos, Lixa e Foguete de ar. A forma como cada experimento foi realizado está descrita a seguir.

Primeiro Experimento: **Trombada**, o objetivo deste experimento era demonstrar que objetos em movimento, quando não há ação de forças externas, tendem a continuar em movimento e a importância do cinto de segurança no trânsito. Antes de apresentar o experimento, houve um debate na classe sobre acidentes de trânsito. Enfatizamos que muitos destes acidentes poderiam ser evitados se os motoristas colocassem em prática os conceitos das Leis de Newton. Logo após ao debate foi apresentado o experimento para a classe. Este consistia em: um carrinho, um boneco, um plano inclinado e um obstáculo. Ao descer a rampa o carrinho se choca com o obstáculo. O boneco que estava no carrinho é arremessado a certa distância. Foi discutido por que motivo isso aconteceu e que relação se faz com a Primeira Lei de Newton. Discutiui-se, ainda, se isso acontece no trânsito quando um carro se choca com um obstáculo. Foi citado dado do DETRAN sobre as consequências da falta do uso do cinto de segurança tanto para os passageiros como para o motorista. O experimento foi repetido, utilizando uma fita adesiva simulando o cinto de segurança prendendo o boneco ao carrinho, sendo que, desta vez, o boneco não foi arremessado para fora do carrinho. Eles perceberam que, realmente, o cinto de segurança protege a pessoa, pois ela fica presa ao carro. Objetivo: Demonstrar que objetos em movimento, quando não há ação de forças externas, tendem a continuar em movimento.

Segundo experimento: **colisão entre dois carrinhos**, O objetivo deste experimento era ilustrar como acontece a lei da ação e reação e demonstrar a influência que a massa tem sobre a aceleração. Os alunos assistiram ao DVD "Dinâmica e Estática", onde observaram as aplicações das Leis de Newton no cotidiano. Após as discussões, apresentamos o experimento colisão entre dois carrinhos. Objetivo, ilustrar como acontece a lei da ação e reação. Demonstrar a influência que a massa tem sobre a aceleração. Descrição: Tomar dois carrinhos ou caminhões de brinquedo de mesma massa (cerca de 0,50 kg cada um) e ligue um ao outro por meio de um

elástico. Esticando o elástico, sempre os dois carros, apoiando-os sobre uma superfície plana e lisa, até que a distância entre eles seja aproximadamente de 1 metro.

Soltar os dois carros simultaneamente. Observe que, então, eles vão se deslocar sob a ação da força F_1 e F_2 exercidas pelo elástico, adquirindo as acelerações a_1 e a_2 mostradas na figura. Marque a posição onde os carrinhos colidem. Para melhor definir esta posição. Repita a experiência algumas vezes. As distâncias que o carrinho percorre são aproximadamente iguais. Então as acelerações a_1 e a_2 adquiridas pelo carrinho são as mesmas. Lembre-se que as massas dos carrinhos são iguais. Logo, pela 2ª lei de Newton, os valores das forças F_1 e F_2 que o elástico exerce sobre os carros são iguais. Portanto este resultado confirma a 3ª lei de Newton. Coloque sobre um dos carrinhos certa quantidade de areia (ou peso qualquer) de tal modo que sua massa m_1 se torne duas vezes maior do que m_2 . Os valores das forças F_1 e F_2 que o elástico irá exercer nos carrinhos serão diferentes. Lembrando-se da 2ª lei de Newton, o valor de a_1 é duas vezes maior que a_2 . Sejam d_1 e d_2 as distâncias percorridas pelos carros até colidirem. Nestas condições d_2 são duas vezes maior que d_1 .

Terceiro experimento: **lixa**, objetivo do experimento mostra que a força de atrito depende das superfícies, cujos objetos estão em contato. Relação com o assunto: Pelo princípio da inércia, um objeto em movimento tende a permanecer em movimento a menos que uma força o pare. Imagine um carro se movendo em linha reta com velocidade constante ao longo de uma pista plana. Em determinado instante, o motorista deixa de pisar no acelerador do carro e, através do câmbio, "corta" a conexão do motor com as rodas ("ponto morto"). O carro segue livre da força do motor que o impulsionava. Então, pelo princípio da inércia, ele nunca pararia. Mas para; sem que bata, seja freado ou alguém o empurre. A força que o faz parar vem do atrito do carro com o ar e com o chão. Visto pelo microscópio, as superfícies dos pneus e do asfalto são rugosas.

Entre as superfícies, pequenas "soldas" acontecem nos pontos de contato. Cada "solda" faz surgir uma pequena força contrária ao movimento do objeto (ou quando ele tenta sair do repouso). Aquelas forças microscópicas somadas criam uma força relevante. Esse tipo de força é comum, pois os corpos estão sempre em contato uns com os outros. Chamamos essas forças que se opõem ao movimento de forças de atrito, pois sempre fazem com que o objeto tenda a parar. É possível sentir esta força enquanto tentamos pôr um objeto em movimento. Como surge do contato entre as superfícies, essa força vai depender apenas da natureza delas e do peso do objeto (já que quanto maior a força que junta os dois objetos, mais "soldas" acontecerão). É por isso que é mais fácil empurrar um guarda roupa ou uma cômoda sobre um piso encerado do que num cimentado: o piso encerado produz "soldas" mais fracas que o cimentado.

Quarto experimento: **foguete de ar** a pretensão deste experimento era demonstrar o princípio de ação e reação. Antes de apresentar o experimento, houve a exibição de um pequeno vídeo, destacando a terceira lei de Newton. Em seguida, aconteceu uma

discussão sobre os principais pontos do vídeo, onde os alunos perceberam que a compreensão e a aplicação da terceira lei de Newton contribuem para evitar acidentes no trânsito, no trabalho, e, bem como, melhorar consideravelmente a realização de diversas tarefas no cotidiano.

Logo após a discussão, apreciamos, também, com a participação de alguns alunos, o experimento foguete de ar para a classe. Este experimento consistia em inflar a garrafa pet com ar através de um orifício localizado na tampa da garrafa introduzida numa base feita da metade de outra garrafa pet, com uma mangueira passando por outro orifício localizado a 2 cm abaixo para cima na garrafa pet base, conectada a uma bomba de bicicleta. Conforme vai inflando a garrafa, chega um momento em que a ponta da mangueira vai escapar da tampa, jogando assim todo o ar da garrafa para a base da outra garrafa e, ao mesmo tempo, arremessando a garrafa foguete para cima. Enquanto o ar é deslocado para baixo, a garrafa é deslocada para cima; ocorrendo assim a lei da ação e reação. Com isso, ficou constatado que, quando se faz força num sentido, surge, automaticamente, outra força igual de sentido contrário chamado reação. Objetivo: Constatar que, quando se faz força num sentido, automaticamente, surge outra força igual de sentido contrário chamada reação. Relação com o assunto: A terceira Lei de Newton diz que, se um corpo A exerce uma força em B, B também exerce em A uma força de mesmo módulo, mesma aceleração, porém de sentido oposto. Observa-se que o princípio estudado tem uma aplicação contínua no dia-a-dia. Levantar um objeto faz-se força sobre ele – ação – e o objeto também faz força sobre quem o levanta. Quando se empurra um carro, se prega um prego, se abre uma porta, se caminha, se escreve se carrega uma mala, se enche uma bola, se joga uma pedra, etc., fazemos uma força sobre estes objetos e estes exercem uma força contrária.



Fonte própria.

4.-Resultados das análises.

Tendo como objetivo conhecer, minimamente, o perfil do aluno e perceber as mudanças ocorridas nas concepções e expectativas dos educandos em relação à matéria Física e o ensino de Física, foram aplicados dois questionários; um antes da

intervenção, constando de dez questões, e outro após a intervenção, também constando de dez questões pedagógicas.

Questionário aplicado antes da realização dos experimentos: Como você vê a disciplina de Física? Motivo pelo qual respondeu a determinada alternativa anterior? Você acha importante aprender Física? Quanto aos conteúdos ensinados na disciplina? Quanto ao seu interesse e/ou vontade em aprender Física? O que você acha das aulas de Física? Você consegue entender os conteúdos de Física? Qual o motivo pelo qual você não entende? Você já presenciou um experimento físico durante uma aula? Você vê alguma relação entre a Física e o seu cotidiano?

Questionário aplicado após a realização das oficinas com experimentos: Houve alguma mudança no seu comportamento após o trabalho com o experimento? O que você achou dos experimentos? Você acha importante aprender Física? Quanto aos conteúdos ensinados na disciplina durante estas aulas? Quanto ao seu interesse e/ou vontade de aprender Física? O que você achou das aulas de Física? Você conseguiu entender os conteúdos de Física? Ao ver um experimento físico o conceito apresentado ficou mais compreensível? Há relação entre a Física que você presenciou nas oficinas e o seu cotidiano? Você gostaria que a Física do Ensino Médio fosse teórica, mas com experimentos práticos voltados para o cotidiano do aluno? Participação geral dos alunos do CEPVI na Pesquisa

Quadro 2 - Questionário respondido pelos alunos do Colégio Paulo VI.

Número de Turmas	Número de Alunos das Turmas	Número de Alunos Participantes	Percentual de Participação das Turmas
04	139	139	100%

Fonte própria.

O quadro acima informa quantas turmas de estudantes do Ensino Médio Regular do CEPVI participaram da investigação, o número de alunos previstos e o total de alunos correspondente ao percentual que esse efetivamente representou em relação ao número de alunos das quatro turmas do 1º ano. Considerou-se relevante o percentual de participação das turmas uma vez que todos os integrantes da turma demonstraram grande interesse de participarem do trabalho de investigação do início ao fim. É possível fazer uma análise comparativa entre os dois momentos (antes e após a intervenção) a respeito dos resultados da pesquisa dos alunos.

4.1.-Tabelas Comparativas.

Tabela 01 - Comparação entre a visão dos alunos sobre a matéria Física / Houve alguma mudança no seu comportamento após o trabalho com o experimento.

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Muito difícil	78,5	2,9
Difícil	12,9	45,3
Fácil	8,6	51,8

Fonte própria.

A tabela mostra que 78,5 % dos alunos das quatro turmas pesquisadas acham a disciplina Física muito difícil e 12,9 % acham difícil. Percebe-se, através das suas justificativas, que existe uma série de fatores que contribuem para isso. Dentre os quais, podemos destacar as dificuldades encontradas por eles no processo ensino/aprendizagem da Física vivenciada, desde o ensino fundamental, onde se estudou pouca coisa de Física; o modo como a disciplina é apresentada e trabalhada, onde o conhecimento físico é mostrado dissociado da realidade deles, essencialmente composto por um conjunto de fórmulas "sem significância" para o aluno; a falta de objetividade com que as teorias são introduzidas nas aulas; falta de material didático adequado; falta de atividades experimentais para facilitar a compreensão dos conceitos físicos e dificuldades nos cálculos matemáticos.

A maioria desses alunos são oriundos de escolas da zona rural e chegam, ao Ensino Médio, tendo uma grande dificuldade na leitura, na interpretação e no raciocínio exigido pela Física. Perdem, assim, o interesse e a motivação pela disciplina. Somente 8,6 % dos entrevistados acham a disciplina fácil por gostar de cálculos e também reconhecer a importância da Física no dia-a-dia e na continuação de seus estudos. Houve uma mudança muito significativa com relação à visão do aluno com a disciplina Física. O resultado denota que após a realização dos experimentos, mais da metade dos alunos já consegue achar a disciplina fácil, visto que antes apenas 9% afirmavam isso. Houve também uma queda expressiva no número de alunos que achavam a disciplina difícil e apenas um pequeno percentual ainda a acham muito difícil.

Tabela 02 - Comparação entre Motivo pelo qual respondeu à determinada alternativa anterior / o que você achou dos experimentos.

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Não entende	24,5	59,7
Não gosta	6,5	0,1
Não consegue entender os cálculos	64,7	40,2
Outros	4,3	

Fonte própria.

A tabela 02 está relacionada com os resultados obtidos na primeira tabela, 64,7 % dos entrevistados acham a Física difícil porque não conseguem realizar os cálculos matemáticos. Percebe-se, com isso, que esses alunos chegam ao Ensino Médio sem o domínio básico suficiente para fazer os cálculos que são imprescindíveis na Física, tornando isso um obstáculo nos seus estudos. E 24,5 % acham difícil porque não entendem o conteúdo das aulas. Nota-se que os recursos utilizados nas aulas devem integrar-se com a tecnologia atual para ajudar, não somente nos cálculos, mas, também, na relação conteúdo e prática diária. Somente um pequeno percentual acha que a Física é difícil, porque não gostam, não revelando os motivos pelos quais não gostam da disciplina. Observou-se que, mesmo depois da intervenção, 40,2 % dos alunos não gostam da Física, porque não conseguem fazer os cálculos matemáticos. E, 59,7 % continuam não entendendo a Física.

Tabela 03 - Você acha importante aprender Física?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Sim	86,3	87
Mais ou menos	13,7	13
Não		

Fonte própria.

A terceira tabela revela que uma grande maioria dos alunos entrevistados acham importante aprender Física. Houve coerência com a pergunta do primeiro gráfico, pois assim se poderia identificar a opinião dos alunos dessa escola. Cerca de 86,3 % responderam afirmativamente a essa pergunta, que indica que, mesmo os alunos que responderam que acham difícil a disciplina Física na primeira pergunta da tabela 01, entendem e reconhecem que é uma disciplina importante e é preciso aprendê-la.

Tabela 04 - Quanto aos conteúdos ensinados na disciplina durante estas aulas

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Há relação com o dia-a-dia	3,6	72
Há pouca relação	38,8	23
Não há relação	57,6	5

Fonte própria.

Embora 86,3 % dos alunos, na tabela, achem importante estudar Física, 38,8 % não percebem a relação do assunto com o dia-a-dia. A falta de conexão com o cotidiano torna o conteúdo sem sentido. A tabela mostra que 72% dos alunos disseram que o conteúdo estudado durante as aulas teve relação com o dia-a-dia. Percebemos um aumento, pois antes dos experimentos apenas 3,6% responderam que o conteúdo tinha relação com o dia-a-dia.

Tabela 05 Quanto ao seu interesse e/ou vontade em aprender Física

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Muito	66,2	87,0
Regular	28,8	10,8
Pouco	5,0	2,2

Fonte própria.

Houve um notável aumento no interesse em aprender Física! No primeiro questionário 66,2% tinham interesse pela disciplina. A tabela acima mostra que, para 87% dos alunos, o interesse aumentou.

Tabela 06 - O que você acha das aulas de Física?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Cansativas	14,4	3,6
Pouco atrativas	23,7	5,7
Atrativas	67,9	90,7

Fonte própria.

Sobre a questão da atratividade das aulas de Física, observamos que 90% dos alunos acham as aulas atrativas. Temos um aumento de 30% sobre a quantidade de alunos que encaravam as aulas como atrativas no primeiro questionário

Tabela 07- Você consegue entender os conteúdos de Física?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Com facilidade	13,7	49,6
Com dificuldade	77,0	48,9
Não entende	9,3	1,5

Fonte própria.

De acordo com a tabela, a porcentagem de alunos que aprendem os conteúdos com facilidade aumentou de 13,7 % para 48,9 %! O resultado mostra que a maioria atribuiu seu entendimento à disciplina à maneira como os conteúdos foram trabalhados, indicando, assim, que os experimentos contribuíram significativamente para o ensino/aprendizagem.

Tabela 08 - O motivo pelo qual você não entende?

%	Antes da intervenção	Depois da intervenção

Maneiras como os conteúdos são trabalhados	78,4	60,5
O professor não transmite de forma clara	21,6	39,5

Fonte própria.

A tabela oito mostra que o professor não transmite de forma clara o conteúdo, aumentando de 21,6 % antes da intervenção para 39,5 % depois da intervenção, parece haver uma incoerência.

Tabela 09 - Você já presenciou um experimento físico durante uma aula / Ao ver um experimento físico o conceito apresentado ficou mais compreensível?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Sim	24,4	87,4
Não	75,6	12,6

Fonte própria.

A tabela acima mostra que a grande maioria dos alunos, 75,6%, até então não tinham presenciado um experimento. E mostra também que, para 87,4 % dos alunos, ao ver um experimento físico, o conceito apresentado ficou mais compreensível.

Tabela 10- Você vê alguma relação entre a Física e o seu cotidiano?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Sim	56,4	85,0
Não	43,6	15,0

Fonte própria.

Na tabela acima, é possível fazer uma análise comparativa entre os dois Momentos (antes e após a intervenção) a respeito da concepção alunos com relação à física e ao cotidiano. Observa-se que houve um aumento significativo de 28,6% no percentual: antes da intervenção 56,4% achavam que a física tinha uma relação com o cotidiano, após a intervenção 85,0%. Conseqüentemente houve uma queda no percentual de 28,6% em não considerar a sua relação com o cotidiano: antes da intervenção 43,6% não viam relação da física com o cotidiano, após a intervenção apenas 15,0%.

Tabela 11- Você gostaria que a Física do Ensino Médio fosse teórica, mas com experimentos práticos voltados para o cotidiano do aluno?

	Antes da intervenção %	Depois da intervenção %
Sim		96,4

Não		3,6
-----	--	-----

Fonte própria.

A tabela acima mostra que 96,4% gostariam que a Física do Ensino Médio fosse teórica, mas com experimentos práticos voltados para o cotidiano do aluno.

Participação dos Professores do CEPVI na Pesquisa

Quadro 3 - Questionário respondido pelos alunos do Colégio Paulo VI.

Número de Professores de FÍSICA do CEPVI	Número de Professores Participantes	Percentual de Participação dos Professores
3	3	100 %

Fonte própria.

A tabela mostra o número de prof. do quadro efetivo da entidade, o número de participantes e o percentual de participação correspondente ao número total de prof.

4.2.-Entrevista aplicada aos professores de Física do Colégio Est. Paulo VI.

Tendo como objetivo conhecer minimamente o perfil do professor, sua visão sobre o uso de experimentos em suas aulas de Física, planejamento, técnicas, métodos e metodologias; a entrevista foi composta de 16 questões, sendo 13 objetivas e 03 questões subjetivas. Possui curso superior? Há quanto tempo trabalha no Ensino Médio? Há quanto tempo leciona para o 1º ano? O senhor participou de algum curso de formação continuada nos Últimos 5 anos? Como o senhor planeja as suas atividades? As atividades que o senhor elabora têm referências com as anteriores, continuidade, o aluno conta com sua ajuda no momento em que estão desenvolvendo? Qual é o tipo de metodologia que o senhor utiliza? O senhor já utilizou experimentos como recurso didático? Em sua opinião, as atividades usadas na sua disciplina Física, empregando a experimentação como ferramenta pedagógica, conseguem melhorar significativamente o aprendizado dos estudantes do CEPVI? Quando o senhor depara com um experimento do livro didático, como é seu comportamento em relação às respostas contidas no livro e as produzidos pelos alunos? Em sua opinião, você se considera preparado para aplicar experimentos como fonte de pesquisa das suas atividades escolares na disciplina Física? Com que frequência o senhor utiliza atividades de cálculo com seus alunos? A escola tem projetos pedagógicos que visem o avanço do aprendizado do aluno no seguimento da experimentação de Física? A escola tem projetos pedagógicos que visem o avanço do aprendizado do aluno no seguimento de Matemática? Quais as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelo aluno nas suas aulas de Física? Como acontece a avaliação em suas aulas de Física?

4.2.1.-Da organização da entrevista.

A entrevista foi agendada conforme a disponibilidade dos professores, durante as ACs, que é o momento em que os professores de Física se reúnem com os outros professores das áreas afins para fazerem o planejamento semanal das disciplinas. Foi feita a gravação da entrevista em seguida a análise das questões dos três professores que, por impessoalidade, os denominaremos P1, P2 e P3.

Questões 1, 2 e 3. O professor P1 é Licenciado em Física, possui especialização em metodologia do Ensino de Física, especialização em Mídias na educação e Tics. Leciona Física, há 11 anos, como professor efetivo da rede pública estadual da Bahia. Trabalha, atualmente, no colégio em que foi feito essa entrevista, em regime de vinte horas/aulas semanais. O professor P2 é licenciado em Biologia, com especialização em Tecnologias da informação e comunicação, biólogo aposentado. Também é professor efetivo da rede pública estadual da Bahia. Leciona Física e Biologia na mesma escola, há 4 anos, em regime de vinte horas/aulas semanais. O professor P3 é graduado em Economia, com larga experiência no ensino da Matemática. Leciona a disciplina Física e Filosofia no mesmo colégio, em regime de vinte horas/aulas semanais. Já lecionou em Colégios particulares no Estado de Minas Gerais.

Questão 4. O professor P1 participou de dois cursos de formação continuada nos últimos cinco anos. Já os professores P2 e P3 não participaram. Questão 5. O professor P1 planeja nas ACs e também leva em consideração os conhecimentos trazidos pelos alunos. O professor P2 planeja nas ACs, também leva em consideração os conhecimentos trazidos pelos alunos, valoriza os conteúdos historicamente construídos e contidos no livro didático. O professor P3 planeja nas ACs, também leva em consideração os conhecimentos trazidos pelos alunos, valoriza os conteúdos historicamente construídos e contidos no livro didático e afirma que acontecem mudanças no momento da aplicação.

Questão 6. Os professores P1, P2 e P3 afirmam que as atividades elaboradas têm continuidade e obedecem a uma sequência didática. Questão 7. Os professores P1, P2 e P3 afirmam que desenvolvem o pensamento reflexivo, que a mensagem transmitida pode ser contestada e pesquisada e que utilizam a exposição verbal ou aula espositiva como metodologias em sala de aula. Questão 8. Os professores P1 e P2 afirmam que sim, o e professor P3 afirma que nunca utilizou experimento em suas aulas.

Questão 9. Os professores P1 e P2 afirmam que sim, que as experiências servem como ferramenta pedagógica e melhora, significativamente, a aprendizagem dos alunos do CEPVI. Já o professor P3 não respondeu. Questão 10. Os professores P1 e P2 afirmam que valoriza a interpretação do aluno e compara as respostas, discutindo-as. O professor P3 afirma que valoriza a interpretação do aluno quando depara com um experimento contido no livro didático. Questão 11. O professor P1 afirma que sim. Os Professores P2 e P3 responderam que não.

Questão 12. Os professores P1, P2 e P3 afirmam que sempre utilizam atividades com cálculos em suas aulas. Questões 13 e 14. Os professores P1, P2 e P3 afirmam

que a escola não tem projetos pedagógicos que visem o avanço do aprendizado do aluno no seguimento experimentação e Matemática.

Questão 15. O professor P1 afirma que os alunos têm dificuldades em entender as teorias, não conseguem relacionar a teoria com a prática do cotidiano e apresentam dificuldades nas atividades envolvendo cálculos. O professor P2 afirma que os alunos têm dificuldades em entender as teorias e apresentam dificuldades nas atividades envolvendo cálculos. O professor P3 afirma que os alunos apresentam dificuldades nas atividades envolvendo cálculos. Questão 16. Os professores P1, P2 e P3 afirmam que utilizam a prova escrita, o trabalho individual e em grupo e pesquisa como forma de avaliação.

5.-Conclusão.

As atividades experimentais só irão exercer efetivamente o seu papel quando associadas à teoria, propiciando um melhor entendimento e facilitando a compreensão do aluno. Assim, eles terão oportunidade de observar o fenômeno, constatar suas causas e efeitos e tirar suas próprias conclusões, com base nos conteúdos estudados. É importante ressaltar que os experimentos são atividades que demandam muito trabalho e tempo e o professor precisa preparar tudo com muito cuidado. Exige dedicação, estudo e paciência, uma vez que os experimentos devem ser testados várias vezes antes de serem apresentados para a classe. Não se deve esperar que experimentos, por si só, expliquem toda a fundamentação teórica que envolve os conteúdos da disciplina.

O ideal é que um sirva para reforçar o entendimento do outro. Assim, com base em todos os resultados mostrados nas tabelas e gráficos, percebe-se que houve uma mudança considerável nas opiniões dos alunos sobre a disciplina de Física apresentadas antes e depois da intervenção. Porém, o aluno não conseguirá dominar todos os conceitos apenas através dos experimentos, mas as informações que estas atividades oferecem, poderão estruturar o processo de produção do conhecimento. De acordo com os relatos dos alunos, a dificuldade em aprender Física também está fortemente associada aos cálculos matemáticos e a aplicação de equações para resolução de problemas. O que de fato foi percebido durante a intervenção pedagógica e na correção das atividades. Muitos deles possuem dificuldades para resolver, por exemplo, as quatro operações matemáticas básicas, codificar e decodificar símbolos e principalmente estabelecer relações de transitividade entre os conhecimentos adquiridos e os novos conhecimentos.

Não se pretende, com esse trabalho, realizar mudanças com relação aos conteúdos de Física, mas contribuir para que a aprendizagem aconteça de forma mais atrativa, minimizando, assim, o problema da aversão à Física pelo aluno.

Os resultados ainda esclarecem que, com a experimentação a serviço da aprendizagem do aluno, sobretudo, os experimentos, o CEPVI garantirá aos seus alunos uma educação de qualidade, em que o alunado poderá ter maiores

possibilidades de ser bem sucedido nos principais exames nacionais da qualidade da educação brasileira, tais como o ENEM, AVALIE e as Olimpíadas de Física, que acontecem todos os anos em todo o país.

Ainda que dezesseis encontros seja pouco tempo para se avaliar esse trabalho com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa, os resultados com os instrumentos de coleta de dados sugerem que o uso de experiências como recurso auxiliar no ensino de Física são alternativas válidas que aproximam o ensino de Física ao cotidiano dos alunos, facilitando a aprendizagem de conceitos físicos e a inserção social do aluno. As entrevistas com os professores mostraram que no exercício de sua prática pedagógica eles buscam por metodologias mais adequadas para estabelecer condições favoráveis para que exista o aprendizado, e passam por reflexões profundas sobre a sua atual prática forçando a constantes mudanças. Como afirma Paulo Freire: na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática.

Percebeu-se a mudança começou acontecer na prática pedagógica dos professores pesquisados, visto que adotam uma metodologia que propicia condição para que o aluno parta de suas experiências, seus conhecimentos prévios para desenvolver com menos traumas as competências e habilidades. Diante das recomendações para trabalhar melhor experimentos apresentados abaixo, espera-se estar contribuindo para um maior desempenho do profissional da educação, que se encontra engajado no processo de mudança educacional.

Frente às dificuldades detectadas nos alunos do 1º Ano do Ensino Médio do CEPVI, com relação à Disciplina Física, apontam-se aqui algumas recomendações que poderão estimular e desenvolverem a aprendizagem do aluno, enriquecendo-a: Trazer situações práticas, que envolvam a vida diária do aluno para a sala de aula, discutindo sua relação com os conteúdos da disciplina; Incentivar o aluno a conhecer e manusear objetos e/ou materiais que são necessários para a realização de atividades relacionadas aos conteúdos da disciplina Física; Utilizar DVD's com Filmes e/ou outros recursos que estimulem a atenção do aluno e despertem o seu interesse; Valorizar o trabalho com experimentos simples (materiais de baixo custo) que estejam ao alcance de todos, desfazendo a crença de que só é possível a realização de experimentos em laboratórios muito bem aparelhados; Incentivar os alunos para que eles possam criar algum tipo de experimento, relacionando-o com o assunto estudado; Permitir que os alunos possam trazer algum tipo de experimento que viram na televisão, internet, jornal, revista ou qualquer outra fonte de informação, expliquem o seu funcionamento e a sua relação com algum conteúdo estudado em classe. Todas as atividades, aplicadas para as Leis de Newton, podem ser adequadas para outros assuntos da Mecânica, bem como todos os outros conteúdos da disciplina podem ser trabalhados em associação com as Oficinas.

6.-Bibliografia.

- Axt, R., Moreira, A. (1991). O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. *Revista de Ensino de Física*, vol. 13.
- Baptista, J.P., Ferracioli, L. (1999). A Evolução do Pensamento sobre o Conceito de Movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 21 nº 1.
- Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Ministério da Educação. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Freire, P. (2003). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. 27 ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova Escola*, nº 10.
- Lopes, J.B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian. São Paulo. Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Ministério da Ciência e do Ensino Superior.
- Moreira, M.A. (1999). *Teorias de Aprendizagem: A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel*. p. 151 a 164. São Paulo: EPU.
- Pietrocola, M. (2001). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Santos, D.A. (1996). *Experiências de física na escola*. Passo Fundo: Editora Universitária.
- Teixeira, M. M. (2017). *Força e Atrito*. In.
Disponível. <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/forca-atrito.htm>.