

MÓDULO DIDÁTICO QUE UTILIZA O KIT DE UM ELEVADOR HIDRÁULICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DO PRINCÍPIO DE PASCAL

ALLAN GIUSEPPE DE ARAÚJO CALDAS

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Melquisedec Lourenço da Silva, DSc

Natal, RN
Setembro de 2015

**MÓDULO DIDÁTICO QUE UTILIZA O KIT DE UM ELEVADOR HIDRÁULICO
COMO FERRAMENTA DE ENSINO DO PRINCÍPIO DE PASCAL**

ALLAN GIUSEPPE DE ARAÚJO CALDAS

Orientador:

Melquisedec Lourenço da Silva, DSc

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Melquisedec Lourenço da Silva, DSc
IFRN-Campus Natal Central
Orientador

Nelson Studart Filho, DSc
UFABC-Centro de Ciências Naturais e Humanas
Examinador Externo

Prof. Calistrato Soares da Câmara Neto, DSc
IFRN-Campus Natal Central
Examinador Interno

Natal, RN
Setembro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Dedico esta dissertação a minha filha Isadora, a minha esposa Laryssa, ao meu pai Antonio de Caldas a minha mãe Maria Creuzita e aos meus irmãos Allysson, Allanna e Allinne.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais pelo incentivo nos estudos me levando sempre a busca de um aperfeiçoamento contínuo.

Agradeço ao professor e orientador Melquisedec Lourenço da Silva pelo trabalho de orientação, imprescindível e decisivo.

Aos alunos da Escola Estadual Abreu e Lima que contribuíram de forma direta e indireta nessa pesquisa.

Aos colegas do grupo MNPEF-IFRN pelas discussões nas aulas, corredores e mesas de bar, fundamentais na construção de uma visão do ensino de Física hoje muito diferente da que trazia comigo há alguns anos atrás. Em especial meu agradecimento ao amigo conterrâneo Pedro Jaime de Almeida Severo, onde passamos esses últimos dois anos dividindo alegrias, aperreios e experiências.

Agradeço também a todos os professores do IFRN que contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

Neste trabalho propomos o emprego de um módulo didático como ferramenta pedagógica para a abstração dos conceitos de Fluidostática com ênfase no princípio de Pascal, a alunos do ensino médio. O módulo didático é composto por oito aulas, dentre elas investigativas, teóricas e experimentais. Além disso, foi desenvolvido e confeccionado um aparato experimental (elevador hidráulico) relacionado ao princípio de Pascal, com intuito de evidenciar os grandes benefícios que são decorrentes desse princípio. As aulas com atividades experimentais incluíram discussões sobre conceitos físicos relacionados ao fenômeno estudado, que se tornaram possíveis no curto intervalo de tempo das aulas graças à facilidade com que o experimento é executado. Por fim foi aplicado um questionário para verificar se realmente, as aulas com atividades experimentais aplicadas aos alunos, teve efeitos positivos na aprendizagem do ensino de física.

Palavras chave: Ensino de Física, Física experimental, Kit do elevador hidráulico, Princípio de Pascal.

ABSTRACT

In this paper we propose the use of a didactic module as a pedagogical tool for the abstraction of fluid-static concepts with emphasis on Pascal principle, to high school students. The teaching module consists of eight lessons, among them: investigative, theories and experimental. Moreover, it was developed and made an experimental apparatus (hydraulic lift) related to the Pascal principle, aiming to highlight the great benefits that arise from this principle. The classes with experimental activities included discussions of physical concepts related to the studied phenomenon that became possible in the classes short period of time due to the facility that the experiment is performed. Finally, it was applied a questionnaire to check if the classes with experimental activities applied to the students had positive effects on the physics education learning.

Keywords: Physics Teaching, Experimental Physics, Hydraulic Lift kit, Pascal principle.

Lista de Figuras

Figura 1: Exemplos de dispositivos que utilizam o princípio de Pascal para explicar seu funcionamento. (Fonte: www.sxc.hu)	22
Figura 2: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu).....	22
Figura 3: Vista lateral do aparato completo - Elevador Hidráulico.....	24
Figura 4: Vista superior do aparato completo.....	28
Figura 5: Vista lateral da base em MDF, com as hastes fixadas.	29
Figura 6: Vista lateral da plataforma de acionamento: haste + seringas + placas em acrílico.	29
Figura 7: Vista lateral da plataforma de elevação: haste + seringas + placas em acrílico.	30
Figura 8: Vista superior do sistema hidráulico, composto pelas conexões e tubos PU.	30
Figura 9: Vista superior da base do aparato: base em MDF + hastes de metal.	31
Figura 10: Gabarito da placa para plataforma de acionamento.	32
Figura 11: Gabarito das placas para a plataforma de elevação.	32
Figura 12: Vista lateral da plataforma de acionamento: conjunto (haste + placas + seringas).	33
Figura 13: Vista lateral da plataforma de elevação: conjunto (haste + placas + seringas).	34
Figura 14: Vista frontal superior do sistema hidráulico: apenas as conexões.	35
Figura 15: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento e o reservatório, evitando o retorno do fluido para o reservatório).	35
Figura 16: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento, evitando o retorno do fluido, mantendo o fluxo em apenas um sentido).	36
Figura 17: Válvula de bloqueio (utilizado para abrir e fechar o sistema).	37
Figura 18: Placas de acrílico em cima da base para marcar onde serão os furos para as hastes de metal.	38
Figura 19: Base furada para receber as hastes de metal.	38
Figura 20: Hastes fixadas na base em MDF.	39
Figura 21: Vista de baixo mostrando como são fixadas às hastes na base.	39
Figura 22: As placas de baixo em cada plataforma	40
Figura 23: Placas de baixo de cada plataforma na altura ideal.	41
Figura 24: Hastes furadas por broca de 1 milímetro, após marcação da altura das placas.	41
Figura 25: Pedacos de pregos de mesma espessura dos furos que servirá para sustentação das placas de acrílico.	42

Figura 26: Seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml que compõem a plataforma de acionamento.	43
Figura 27: Seringas de 10 ml que compõem a plataforma de elevação.	43
Figura 28: Placa de cima da plataforma de acionamento pressionando as seringas contra a placa de baixo, de modo que elas fiquem sem folgas.	44
Figura 29: Placa da parte de baixo fixa e a placa de cima móvel, para que o objeto colocado nessa plataforma seja elevado.	44
Figura 30: Sistema hidráulico utilizando as conexões pneumáticas e os tubos PU de 6mm.	45
Figura 31: Esquema de como se dará o fluxo do fluido ao longo do sistema hidráulico.	45
Figura 32: Sistema hidráulico parafusado na base de MDF.	46
Figura 33: Todas as partes do elevador conectadas por tubos PU.	46
Figura 34: Fluido sendo adicionado ao sistema.	47
Figura 35: Elevador hidráulico em funcionamento.	48
Figura 36: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu)	55
Figura 37: Elevador Hidráulico	60
Figura 38: Aula experimental investigativa com a utilização da Prensa Hidráulica.	68
Figura 39: Aluno utilizando o aparato experimental para comprovar o princípio de Pascal.	69

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.	73
Gráfico 2: Desenvolve habilidades de manuseio experimental.	73
Gráfico 3: Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.	74
Gráfico 4: Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.	74
Gráfico 5: Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.	75
Gráfico 6: Pratica a resolução de problemas através da experimentação.	75
Gráfico 7: Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.	76
Gráfico 8: Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.	76
Gráfico 9: Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.	77
Gráfico 10: Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.	77
Gráfico 11: Como você avalia a qualidade desse recurso didático?	78
Gráfico 12: Qual a sua opinião em relação ao layout e estrutura do elevador hidráulico?	79
Gráfico 13: Em relação ao manuseio do elevador hidráulico, como você avalia?	79
Gráfico 14: Como você considera a aplicabilidade do elevador hidráulico para a compreensão do Princípio de Pascal?	80
Gráfico 15: A relação entre Força/Área é bem evidenciada nesse recurso didático?	80
Gráfico 16: Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de mostrar elevador hidráulico como um multiplicador de forças?	81

Sumário

1. Introdução.....	11
2. A importância da Física experimental no Ensino de Física	13
3. Referencial Teórico	18
3.1 O que sugerem os PCN's para o ensino de Física evidenciando a experimentação	18
3.2 Breve histórico da mecânica dos fluidos	21
4. Aparato Experimental	24
4.1 Descrição do Aparato	24
4.2 Material utilizado	25
4.3 Montagem.....	37
5. O Produto Educacional	49
6. Metodologia	64
7. Análise de Resultados.....	67
8. Considerações Finais	83
Referências Bibliográficas	85
Apêndice A Construção do Elevador Hidráulico	88
Apêndice B Módulo Didático.....	116

1. Introdução

Diante das dificuldades encontradas pelos alunos do ensino médio em compreender o raciocínio abstrato da física, o trabalho proposto pretende que a partir de experimentos físicos, estudantes do ensino médio encantem-se pela disciplina e realmente compreendam as leis físicas.

Numa escala nacional esta barreira pode ser verificada pelo seguinte diagnóstico formulado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Ensino Médio “O ensino de Física tem sido realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado...”. Para superar esta dificuldade uma das alternativas é nos aproximarmos do cotidiano e fazer com que os alunos façam experimentos levando ao despertar do conhecimento da física.

Um dos objetivos desse trabalho é desenvolver e confeccionar um aparato experimental (elevador hidráulico) relacionado ao Princípio de Pascal com intuito de evidenciar os grandes benefícios que são decorrentes desse princípio, onde um dos mais utilizados é o elevador hidráulico, que é um dispositivo multiplicador de forças.

Outro objetivo é elaborar um módulo didático composto por planos de aulas com aulas investigativas, teóricas e experimentais que será proposto aos professores do ensino médio para introduzir os conceitos de Fluidostática, numa das aulas será utilizado o aparato experimental para mostrar que em seu funcionamento pode-se observar o conceito do princípio de Pascal.

A dissertação está organizada da seguinte maneira. No capítulo 2 discuto a importância da Física experimental no Ensino de Física. Veremos como pesquisadores do mundo todo abordam e defendem sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de Física. No capítulo 3 trago como referencial teórico os PCN's, onde esta meu embasamento teórico sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de física, trago também a teoria do princípio de Pascal que embasa a utilização do elevador hidráulico como atividade experimental. No capítulo 4 descrevo o aparato experimental desde a descrição do seu funcionamento, o material utilizado até a montagem final. No capítulo 5 apresento meu produto educacional, o módulo didático composto por oito planos de aulas abordando a Fluidostática como conteúdo, como também um

questionário para verificar como se deu a aprendizagem dos alunos com a aplicação desse módulo didático. No capítulo 6 descrevo minha metodologia no decorrer das aulas propostas no módulo didático. No capítulo 7 trago alguns resultados obtidos a partir da aplicação do questionário que avaliava o grau de satisfação dos alunos em relação às atividades propostas nos planos de aula. Por fim, no capítulo 8 apresentamos alguns comentários e conclusões sobre o trabalho realizado.

2. A importância da Física experimental no Ensino de Física

Frequentemente em escolas de Ensino Médio encontramos professores enfrentando bastantes dificuldades em construir junto com seus alunos o conhecimento desejado por ambos. Essas dificuldades e problemas são explícitas no sistema de ensino de modo geral e em particular no ensino de Física. Esses fatos não são recentes e vem sendo detectados há muitos anos, levando diversos grupos de estudiosos e pesquisadores a discutirem sobre as causas e consequências, como também, buscarem inovações em ferramentas com o objetivo de aprimorar o ensino e a aprendizagem do conteúdo científico.

A utilização de atividades experimentais em aulas de Ciência, nos últimos 200 anos, em especial de Física, têm tomado uma posição de destaque nas discussões relativas ao ensino e a aprendizagem. As primeiras diretrizes sistematizadas para o ensino de Ciência utilizando atividades experimentais foram publicadas na Inglaterra por Edgeworth & Edgeworth (EDGEWORTH, 1815).

A grande dificuldade que tem sido encontrada nas tentativas de instruir as crianças em ciências tem ocorrido, pensamos nós, da maneira teórica na qual os preceptores têm procedido. O conhecimento que não pode ser imediatamente aplicado é rapidamente esquecido e nada além da aversão relaciona-se ao trabalho inútil na mente da criança... A consciência (dos estudantes) deve ser exercitada em experimentos e esses experimentos devem ser simples, marcante e aplicável para algum objeto do qual o aluno tenha um interesse imediato. Não estamos preocupados com a quantidade de conhecimento que é obtido em uma dada idade, mas estamos extremamente ansiosos para que o desejo de aprender esteja crescendo permanentemente. [...] Antes de o aluno ter conhecimento sobre os efeitos, eles não podem indagar sobre as causas. A observação precisa preceder o raciocínio; e como a capacidade de julgar não é nada mais que a percepção dos resultados de comparação, nunca devemos encorajar nossos alunos a emitirem opinião antes que eles tenham adquirido algo da experiência (p.226, 329, 424).

Segundo Thomaz (2000), algumas propostas têm sido legisladas para o encaminhamento de possíveis soluções que indicam a orientação para o desenvolvimento de uma nova educação voltada para a participação direta dos alunos, que precisam estar capacitados a compreender os avanços tecnológicos atuais para atuar de modo fundamentado, consciente e responsável diante de possibilidades de interferência nos grupos sociais onde estão inseridos.

Nesse âmbito, o entendimento da natureza, da Ciência como também da Física estabelece um elemento fundamental à formação da cidadania. Para Moraes e Moraes (2000), de maneira convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de práticas experimentais como estratégia de ensino de Física vêm sendo registrado por professores e alunos, como forma bem-sucedida para minimizar as dificuldades de se aprender, bem como de se ensinar Física de modo expressivo e consistente.

Enquanto atividade primordial no ensino de Ciências, a experimentação tem atraído e chamado a atenção de pesquisadores da área, mesmo assim, segundo Giordan, “muitas propostas de ensino de ciências ainda esquecem a contribuição dos empiristas para a elaboração do conhecimento, ignorando a experimentação ainda como uma espécie de observação natural, como um dos eixos estruturadores das práticas escolares”.

Adotar atividades experimentais como parte de um procedimento de investigação é uma necessidade, sendo reconhecida por aqueles que pensam e exercem o ensino de ciências, pois a concepção do pensamento e das atitudes do indivíduo acontece preferencialmente na troca de ideias em atividades investigativas.

Diante do fato, torna-se evidente que atividades experimentais no ensino de Física são ferramentas auxiliares que justificam o processo de ensino-aprendizagem como sendo um processo da formulação do conhecimento científico, contribuindo positivamente na formação do cidadão.

Em busca de soluções, a sociedade científica tem trabalhado intensamente em prol de experimentos didáticos voltados para o ensino de Física, tanto com materiais tecnológicos avançados quanto com os de baixo custo como por exemplos os materiais recicláveis. Sabe-se que o ensino de Física no Brasil tem recebido inúmeras ajudas de seus pesquisadores que discutem situações que vão desde os aspectos sociais, históricos, filosóficos, até aquelas que reverência à parte pedagógica e técnica.

Diante de tantos feitos, surge a discussão entre o gostar de Física e a precisão de estudá-la, pois nos dias atuais isso é de extrema importância, tendo em vista que a Física esta inserida no nosso dia-a-dia mesmo sem gostarmos ou até mesmo percebermos esse mundo físico. Historicamente, com bases culturais e filosóficas, há causas que apontam e justificam o fato de muitas pessoas não gostarem de Física. Essas causas se consolidam no âmbito do processo de ensino e aprendizagem. Logo acreditamos que a maneira de ensinar a Física pode minimizar as diferenças existentes entre as partes, ou seja, isso esta associado à metodologia que está sendo aplicada.

Assim, quando levantamos hipóteses de como transmitir adequadamente a Física em sala de aula, sempre surge a abordagem do ensino experimental como uma das opções que é bastante evidenciada em nossa literatura e que sempre é tema de discussão. Conforme afirma Valadares e Moreira:

O ensino de ciências praticado no Brasil, na grande maioria das escolas de nível médio e fundamental e, em grande extensão, também nas universidades, tem se mostrado pouco eficaz. Com isso, percebe-se que pode estar contribuindo para o estudante se afastar da disciplina de Física é por considerá-la desinteressante e difícil de ser entendida, o que é diretamente relacionado com a maneira de ensinar.

Borges (2002) enfatiza alguns dos objetivos almejados por professores e desejado por muitos alunos, que defendem a importância do uso de atividades práticas experimentais para o ensino em ciências, com intuito de comprovar e/ou verificar leis e teorias científicas, lecionar o método científico, promover a aprendizagem e compreender os conceitos e ensinar habilidades práticas.

Com isso, quando se fala na temática da prática pedagógica em ensino de física, é imprescindível o uso das atividades experimentais como sendo alternativa concreta, pois irá contribuir para maximizar o interesse e minimizar as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem de teorias físicas, favorecendo sua autonomia intelectual (FERREIRA E HARTWIG, 2004 apud BRITO et al, 2005), mas para que isso seja realmente eficaz deve ser adequadamente orientado pelo professor.

Apesar de estudiosos e pesquisadores da área discutirem e proporem a utilização de atividades experimentais como uma estratégia de melhoria no ensino, é reconhecido

que, há uma grande distância entre o que é proposto por eles com o que se pratica no âmbito escolar. A utilização atividades experimentais em salas de aulas contribui com o desenvolvimento e com a compreensão de conceitos, onde para Carvalho: “é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo”.

A esse mesmo respeito, sobre a experimentação para o ensino de Física, foi também avaliado por Borges:

Por considerar que se trata de um método de aprendizagem que permita a mobilização do aprendiz, no lugar da passividade. Acredita que a riqueza das atividades experimentais consiste em proporcionar aos estudantes o manuseio de coisas e objetos num exercício de simbolização ou representação, para se atingir a conexão dos símbolos.

No que se diz respeito à experimentação como uma estratégia de ensino mais abrangente, não questionamos que o aluno apenas manuseie o experimento, pois isto não seria uma boa contribuição para o seu desenvolvimento intelectual. De outro modo, essas contribuições devem estar associadas a uma boa didática, antes mesmo da evolução do conhecimento científico, proporcionando ao aluno o aprofundamento de seus conhecimentos em física e estimulando a busca de novas soluções e desafiá-lo a procurar, investigar, questionar o saber científico como aquisição pessoal.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN's) para o ensino de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias afirmam que: “É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis”.

De fato, nem sempre atividades experimentais confirmam uma teoria na forma generalizada ou de lei, e como em muitas escolas tem se quer existe um laboratório específico para a realização de atividades experimentais para o ensino de Física, isso maximiza a possibilidade dessas atividades não atingirem seu objeto. Nesse caso, cabe ao professor encontrar outras atividades capazes de demonstrar aos seus alunos os fenômenos. Com essa finalidade, o experimento é a ferramenta certa para se desenvolver as habilidades e competências necessárias para o entendimento de Física.

É essencial que exista uma relação entre os processos interativos e dinâmicos que qualificam a aula experimental de física. A ajuda do professor é de suma importância, por fazer intervenções e proposições que os alunos jamais entenderiam sozinhos. Sendo assim, de nada adianta realizar atividades experimentais em sala de aula se as mesmas não oferecem um momento de discussão entre a teoria e a prática, transcendendo o conhecimento fenomenológico e os saberes prévios dos alunos, levando-os a novos entendimentos e conclusões mesmo que provisórias.

Portanto, o mediador das aulas em sua prática docente, não pode deixar que as aulas experimentais se transformem numa simples execução de um roteiro didático, e que os alunos fiquem sem saber o significado do que foi reproduzido na realização do experimento.

Finalmente, no que se diz respeito à falta de compreensão do papel de atividades experimentais no ensino, Maldaner, cita-nos que:

A ideia de que a experimentação, quando não se compreende a sua função no desenvolvimento científico, acaba tornando-se um item do programa de ensino e não princípio orientador da aprendizagem. Para tanto, é possível perceber a relevância atribuída às atividades experimentais e, ao serem realizadas, com determinado rigor científico, as mesmas possam contribuir para com o processo ensino-aprendizagem.

3. Referencial Teórico

3.1 O que sugerem os PCN's para o ensino de Física evidenciando a experimentação

Quando se fala do uso de experimentação no processo didático de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) recomendam que práticas experimentais possam desenvolver nos alunos competências e habilidades que colabore para a formação de uma cultura científica, que permita ao sujeito interpretar fatos, acontecimentos e processos naturais, além disso, promover o interesse de investigar, formular ideias, favorecendo o desenvolvimento cognitivo, incluindo o aluno no cenário tecnológico da sociedade atual.

Ainda segundo os PCN's,

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. (PCN Ensino Médio, 1999, p. 22)

As atividades práticas experimentais devem ser estimuladas a partir de ideias prévias situações problemas do mundo em que vivemos, poupando que o aluno pense que o conhecimento científico transmitido a ele seja uma verdade única e inquestionável.

Segundo os PCN's, a interação entre o professor e o aluno é essencial, onde o professor é um orientador que proporciona o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos. Confirmando o que Delizoicov, Angotti e Pernanbuco escrevem sobre a função do professor:

[Ele] é, em sala de aula, o porta-voz de um conteúdo escolar, que não é só um conjunto de fatos, nomes e equações, mas também uma forma de construir um conhecimento específico imbuído de sua produção histórica e de procedimento científico, é o mediador por excelência do processo de aprendizagem do aluno. (2002, p. 152)

Pensando assim, para melhorar a aprendizagem do aluno o professor deverá utilizar o laboratório didático como recurso pedagógico. No caso da Física, trabalhando com essa metodologia de utilizar materiais concretos, o professor poderá facilitar o e entendimento de teorias mais abstratas. Vale ressaltar que o laboratório não precisa se restringir apenas ao espaço físico preestabelecido e ajustado para esta finalidade pode-se expandir o laboratório didático para além desses limites.

Substanciando o que foi dito anteriormente, um objetivo importante de inserir a experimentação do ensino é proporcionar aos alunos a aquisição e desenvolvimento de habilidades práticas ou teóricas fundamentais de laboratório, como por exemplo: realizar pequenas montagens, manusear instrumentos específicos e equipamentos básicos, aferir grandezas físicas, aprendendo com os erros e dúvidas do processo de medição. Muitas vezes é importante repetir os procedimentos experimentais para que aumente a confiança dos resultados obtidos.

Segundo os PCN+, criado com o intuito de complementar os PCNEM, o laboratório de Física:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (PCN+ Ensino Médio, 2006, p. 37)

Para o PCN+, o laboratório de Física deve ir além de experimentos que reproduzem a execução de roteiros previamente estabelecidos, onde em muitas vezes não fazem nenhum sentido para o aluno, se tornando algo vazio de significado. Sugere trabalhar com matérias de baixo custo, como fios, pilha, pequenas lâmpadas ou até mesmo matérias de alto custo como kits mais sofisticados que incluem multímetros ou osciloscópios, visando promover as competências e habilidades dos alunos.

Para complementar o que diz os PCN's, a teoria Sócio-Interacionista de Lev Vygotsky, no que se refere ao desenvolvimento das atividades didáticas, nos diz que a aprendizagem, sendo uma experiência social de interação, deve valorizar o ambiente escolar, configurando-o como o local ideal para a formação dos conceitos.

Em sua teoria Vygotsky afirma que, para compreendermos o fundamento sócio-histórico do funcionamento psicológico, o conceito de mediação é fundamental. Para Oliveira (1993), a mediação “em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento”.

Vygotsky (1998a) apontou dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. O instrumento é o elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. No trabalho, de acordo com Vygotsky, desenvolvem-se, por um lado, a atividade coletiva, o que inclui as relações sociais, e, por outro, a criação e a utilização de instrumentos.

Os signos, por sua vez, podem ser definidos como elementos que representam ou expressam outros objetos, eventos, situações. Eles agem como instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. Os signos, também chamados por Vygotsky de instrumentos psicológicos, são orientados para o próprio sujeito, ou seja, são ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos, e não nas ações concretas como os instrumentos.

Partindo dos pressupostos da Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky como referencial para o desenvolvimento do produto, objeto desta dissertação, e assinalando que estes pressupostos enfatizam o papel desempenhado pelos professores como mediadores capacitados a criar o ambiente propício ao aprendizado, supomos necessária a aplicação das ideias expressas na teoria, tentando uma junção com a prática.

3.2 Breve histórico da mecânica dos fluidos

Neste capítulo iniciaremos o estudo de algumas propriedades mecânicas dos líquidos, que são facilmente deformáveis, e que fluem facilmente, logo são chamados de fluidos. O estudo da mecânica dos fluidos chamado de Fluidomecânica é a base da engenharia hidráulica, onde, nesse campo, o assunto é bastante abordado com muitas aplicações práticas, como por exemplo: um engenheiro nuclear pode estudar o escoamento de um fluido do sistema hidráulico de um reator nuclear após alguns anos de uso, um bioengenheiro pode estudar o fluxo de sangue nas artérias de um paciente, um engenheiro naval pode estar interessado em investigar os riscos de um mergulho em águas profundas, entre outras (HALLIDAY, p. 58).

No passado, quando o homem começou a se organizar em sociedade viu-se a necessidade da produção, fornecimento e distribuição de água, possibilitando a exploração e utilização de seu potencial para realizar trabalho mecânico, esse fato foi um grande estímulo para a compreensão da dinâmica dos fluidos.

No Egito já se sabiam da necessidade da mecânica dos fluidos quando transferiam água de um local para outro, na construção de poços e até mesmo quando operavam as rodas d'água fazendo funcionar as bombas mecânicas.. Em outras épocas remotas a mecânica dos fluidos também contribuiu muito, como no desenvolvimento urbano e crescimento das cidades com a construção de aquedutos cada vez maiores para a distribuição e abastecimento de água.

Nos dias atuais varias teorias e princípios explicam fenômenos associados aos fluidos. Neste capítulo daremos ênfase ao princípio de Pascal, que não vale para qualquer tipo de fluido, apenas para os fluidos incompressíveis. São vários os exemplos de aplicação princípio de Pascal. Dentre eles podemos destacar a prensa hidráulica, que tem como característica principal ser um dispositivo multiplicador de forças. Outros que podem ainda ser citados, são: elevadores hidráulicos, macacos hidráulicos, compressores hidráulicos, freios hidráulicos, volantes hidráulicos, cadeiras de dentistas e barbeiros, entre outros.



Figura 1: Exemplos de dispositivos que utilizam o princípio de Pascal para explicar seu funcionamento. (Fonte: www.sxc.hu)

Blaise Pascal em 1652 anunciou um princípio que explicava que uma pressão aplicada a um fluido contido dentro de um recipiente é transmitida para todo o fluido, bem como as paredes do recipiente. Para explicar esse princípio, Pascal estabeleceu que o fluido fosse incompressível.

O princípio de Pascal pode ser enunciado da seguinte forma:

“Uma variação de pressão aplicada a um fluido incompressível contida em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às partes da parede do recipiente.” (HALLIDAY, p. 64).

Considere o exemplo da figura, que ilustra dois recipientes cilíndricos de áreas transversais diferentes (A_1 e A_2) e interligados por um tubo contendo um fluido incompressível.

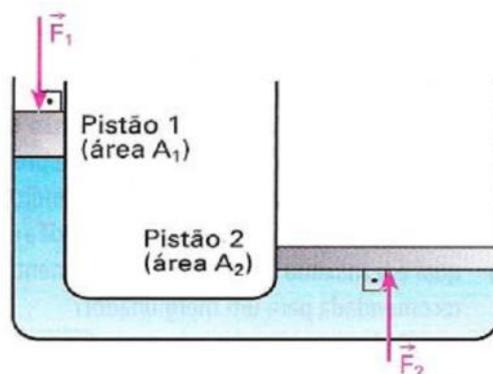


Figura 2: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu)

Aplicando ao embolo da esquerda uma força de intensidade F_1 , estamos transmitindo ao líquido uma pressão que se transmite sem diminuição a todo o fluido, inclusive ao embolo da direita, de modo que, sobre este, aparece uma força de intensidade F_2 . Como a pressão deve ser a mesma nos dois êmbolos, temos que:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Observa-se na equação acima que quanto maior a área no pistão 2, maior será a força aplicada pelo líquido sobre ele. Mais detalhes do princípio de Pascal será apresentado no apêndice B em um material complementar.

4. Aparato Experimental

Nesse capítulo apresentaremos uma descrição detalhada de todo o aparato experimental construído, desde os materiais utilizados até a montagem final, e também uma sugestão de um módulo didático para o professor aplicar aos alunos.

Este aparato experimental foi construído e tem como objetivo mostrar e estudar o princípio de Pascal no funcionamento de um elevador hidráulico em aulas experimentais, para que o aluno possa visualizar que a força aplicada por ele nos êmbolos das seringas varia conforme a área de cada secção transversal da seringa.

4.1 Descrição do Aparato

A proposta desse experimento é desenvolver um aparato bem parecido com um elevador hidráulico, utilizando um sistema hermeticamente fechado formado por seringas, conexões pneumáticas e tudo do tipo PU como mostra a Figura 1.

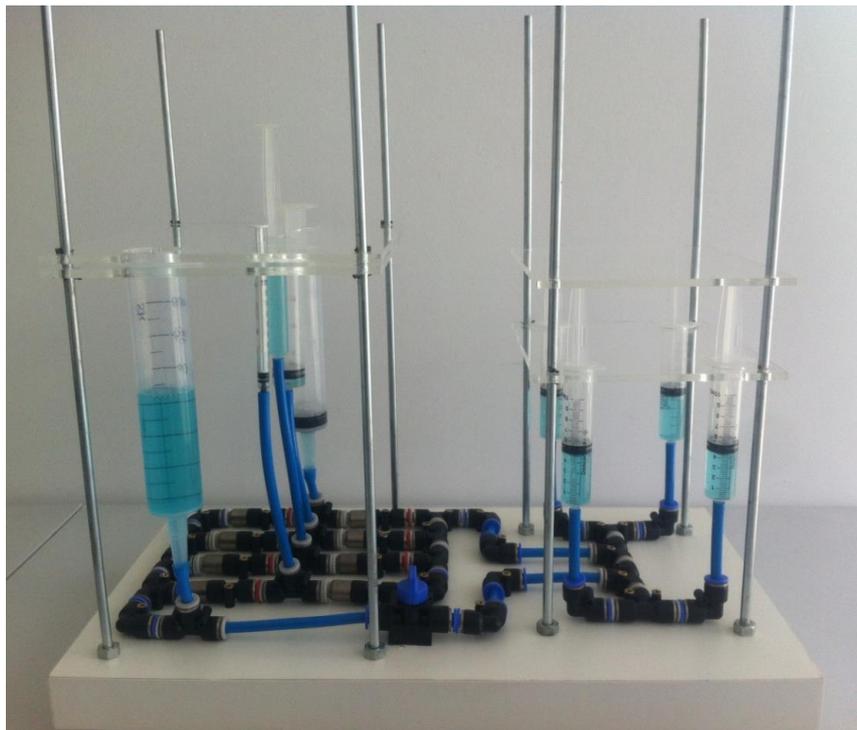


Figura 3: Vista lateral do aparato completo - Elevador Hidráulico

O funcionamento desse elevador hidráulico é baseado na transmissão de pressão exercida nas colunas (seringas) da plataforma de acionamento, até as outras colunas (seringas) da plataforma de elevação, elevando o objeto sobre a plataforma de elevação.

O elevador hidráulico utiliza três partes diferentes que compõe o sistema fechado, o primeiro composto por cinco seringas uma de 1ml, 5ml, 20ml e duas de 60ml que compõe a plataforma de acionamento, o segundo composto por quatro seringas iguais à 10ml que compõe a plataforma de elevação e o terceiro é um sistema hidráulico que foi montado utilizando conexões pneumáticas de 6mm. Essas três partes são ligados utilizando tubos do tipo PU de 6mm e alimentado por um fluido incompressível, fazendo com que o sistema fique hermeticamente fechado.

A utilização de experimento consiste em pressionar um dos êmbolos das seringas da plataforma de acionamento, contendo o fluido incompressível, fazendo com que este eleve um objeto posto sobre os êmbolos das seringas de 10 ml da plataforma de elevação.

Este processo é realizado através da ligação das três partes que compõe o sistema em conjunto, completamente cheio de fluido incompressível e sem nenhuma bolha de ar. A força aplicada nos êmbolos das seringas da plataforma de acionamento produz uma pressão sobre o fluido, que é transmitida as outras partes do sistema, fazendo com que o objeto posto sobre os êmbolos das seringas da plataforma de elevação seja elevado.

Na utilização do experimento devem-se pressionar as quatro seringas da plataforma de acionamento uma de cada vez, para verificar que com o aumentando da área da secção transversal de cada seringa, haverá também um aumento de força necessário para elevar o objeto que se encontra sobre os êmbolos das seringas da plataforma de elevação.

4.2 Material utilizado

1. Uma base de madeira MDF de dimensão 24 cm x 40 cm;
2. Oito hastes em metal de $\frac{1}{4}$ com rosca em uma das pontas;
3. Quatro seringas com capacidade para 10 ml;
4. Uma seringa com capacidade para 1 ml;
5. Uma seringa com capacidade para 5 ml;

6. Uma seringa com capacidade para 20 ml;
7. Duas seringas com capacidade para 60 ml;
8. Quinze conexões pneumáticas TEE (T) igual inst. 6 mm;
9. Onze conexões pneumáticas cotovelo igual inst. 6 mm;
10. Oito conexões pneumáticas união igual inst.6 mm com retenção;
11. Uma válvula pneumática bloqueio 6 mm tubo/tubo;
12. Dois metros de tubo PU 6 mm;
13. Duas placas de acrílico 13 cm x 16 cm;
14. Duas placas de acrílico 16,5cm x 21 cm.

1. Base em MDF	2. Haste ¼ com rosca
	
3. Seringa 10 ml	4. Seringa 1 ml
	
5. Seringa 5 ml	6. Seringa 20 ml
	

7. Seringa 60 ml	8. Conexão pneumática TEE (T)
	
9. Conexão pneumática cotovelo	10. Conexão união com retenção
	
11. Válvula pneumática bloqueio	12. Tubo PU 6 mm
	
13. Placas de acrílico 13 cm x 16 cm	14. Placas de acrílico 16,5 cm x 21 cm
	

Tabela 1: Fotos de cada material que será utilizado na montagem do elevador hidráulico

Antes de descrever detalhadamente a montagem do elevador hidráulico, vejamos algumas das partes que compõe o aparato experimental, para que tenhamos uma visão geral do aparato.



Figura 4: Vista superior do aparato completo.

Foi criado um sistema hidráulico (parte 4) hermeticamente fechado utilizando conexões pneumáticas tubo PU (mangueira), seringas e um fluido incompressível necessário para transmitir a pressão exercida para todo do sistema, além disso, para a estruturação utilizamos uma base de madeira, hastes de metal e placas de acrílico, tudo isso para compor uma estrutura semelhante a um elevador hidráulico (partes 1, 2 e 3).

Podemos dizer que o aparato é composto essencialmente por quatro partes fundamentais, são elas:

- 1) Base do Aparato (parte 1)
- 2) Plataforma de Acionamento (parte 2)
- 3) Plataforma de Elevação (parte 3)
- 4) Sistema hidráulico (parte 4)

Para que tenhamos uma ideia mais clara da disposição das partes vejamos as figuras a seguir:



Figura 5: Vista lateral da base em MDF, com as hastes fixadas.



Figura 6: Vista lateral da plataforma de acionamento: haste + seringas + placas em acrílico.



Figura 7: Vista lateral da plataforma de elevação: haste + seringas + placas em acrílico.

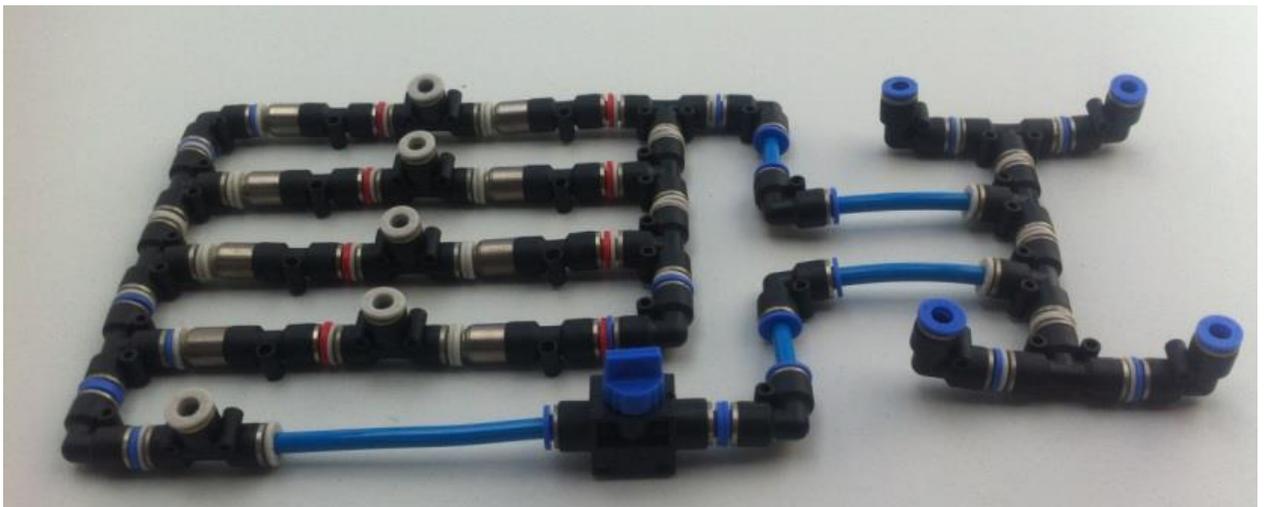


Figura 8: Vista superior do sistema hidráulico, composto pelas conexões e tubos PU.

Passemos agora à descrição detalhada de cada parte principal que compõe o aparato:

➤ Parte 1: Base do Aparato

Base retangular em MDF, de dimensões (24 cm x 40 cm)



Figura 9: Vista superior da base do aparato: base em MDF + hastes de metal.

Na estrutura de MDF, são montadas duas plataformas utilizando as hastes de metal e as placas de acrílico. As placas de acrílico foram cortadas sob medida por profissionais da área de acordo com o diâmetro de cada seringa e também com o diâmetro das hastes de metal.

As plataformas são divididas da seguinte forma: uma para aplicação de forças, que foi chamado de plataforma de acionamento, onde serão necessárias duas placas iguais às mostradas na figura 8 e outra que servirá para erguer objetos, chamada de plataforma de elevação, onde serão utilizadas as placas mostradas na figura 9.

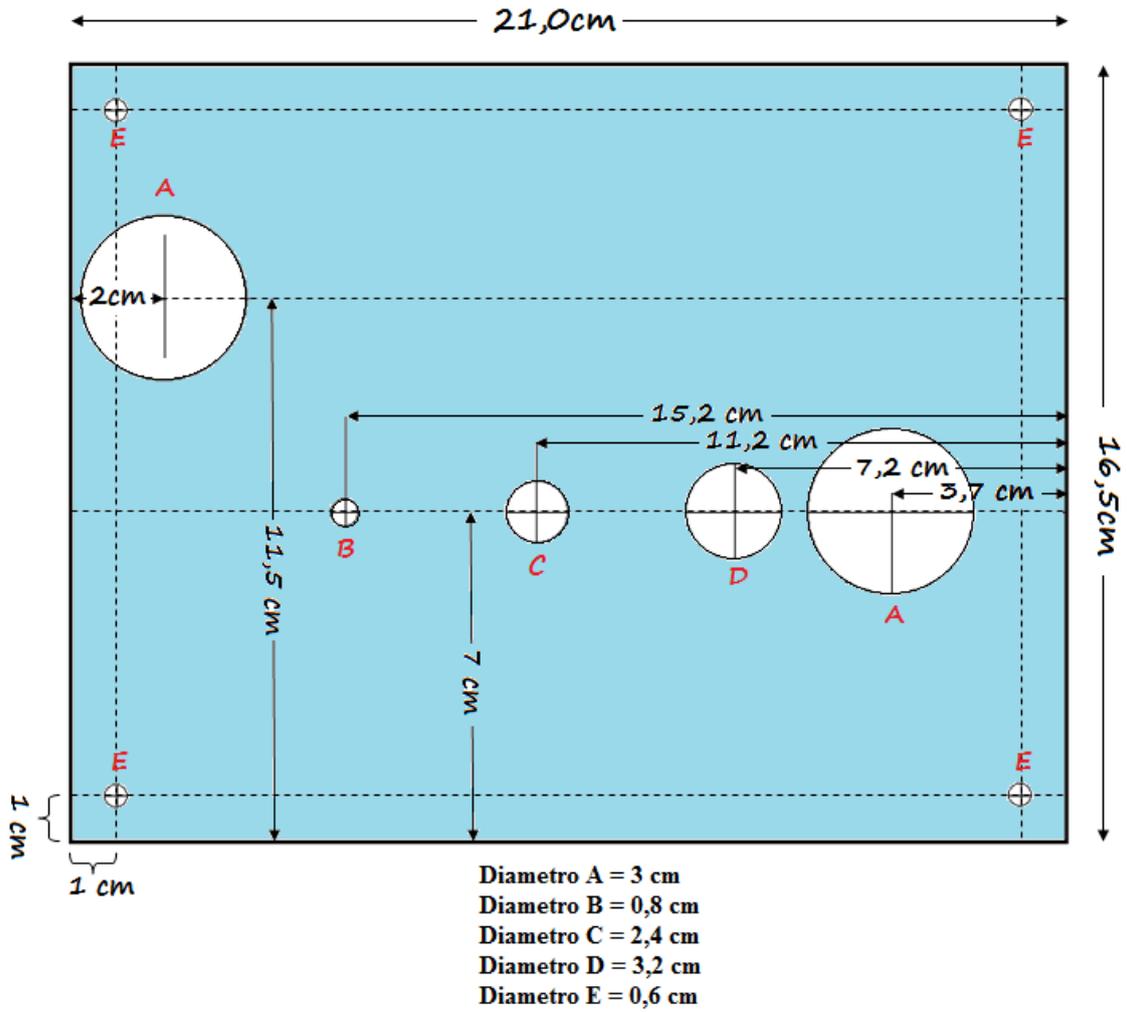


Figura 10: Gabarito da placa para plataforma de acionamento.

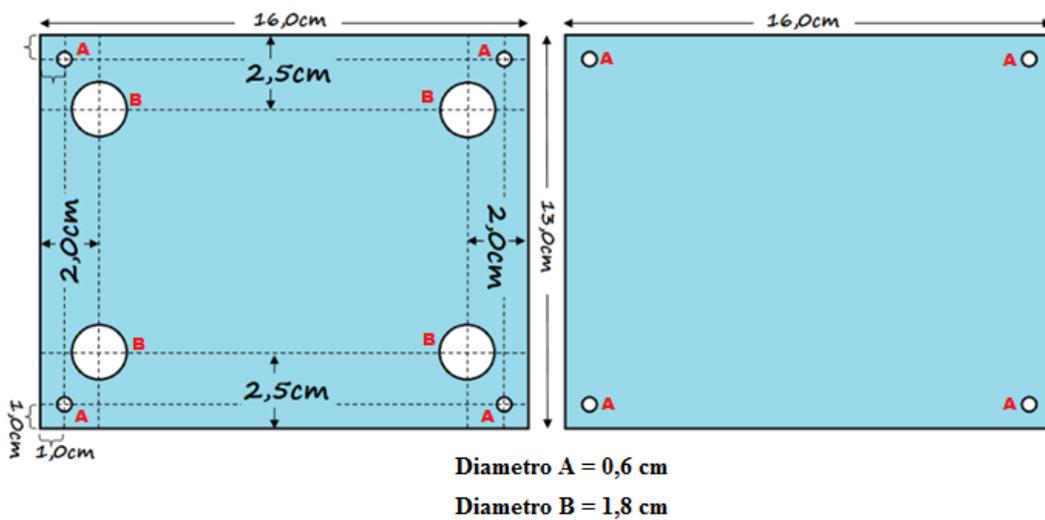


Figura 11: Gabarito das placas para a plataforma de elevação.

A disposição dos furos nas placas que compõe as plataformas de acionamento e a plataforma de elevação mostrada acima na figura 7 e na figura 8 foram feitos baseado no sistema hidráulico composto pelas conexões pneumáticas, que será mostrado com mais detalhe na montagem do aparato. Todas as medidas entre os furos mostradas nas figuras devem ser obedecidas para não haver problema na montagem.

➤ Parte 2: Plataforma de Acionamento

Na plataforma de acionamento contém cinco seringas com volumes diferentes, onde, uma de 60 ml serve como reservatório para o fluido alimentar o sistema hidráulico e as outras quatro de: 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml que serve para acionar a plataforma de elevação, de tal modo que, após ser aplicada uma força no êmbolo de uma dessas quatro seringas, a mesma produzirá uma pressão no fluido que será transmitida para todo o sistema, elevando o objeto que se encontra na plataforma de elevação. Dependendo da seringa que foi aplicada a força, esse objeto pode ser erguido com maior ou menor facilidade.



Figura 12: Vista lateral da plataforma de acionamento: conjunto (haste + placas + seringas).

➤ Parte 3: Plataforma de Elevação

Já a plataforma de elevação contém quatro seringas de volume iguais a 10 ml, onde seus êmbolos deverão subir sincronizados após receber a pressão transmitida pela plataforma de acionamento através do fluido que compõe o sistema.

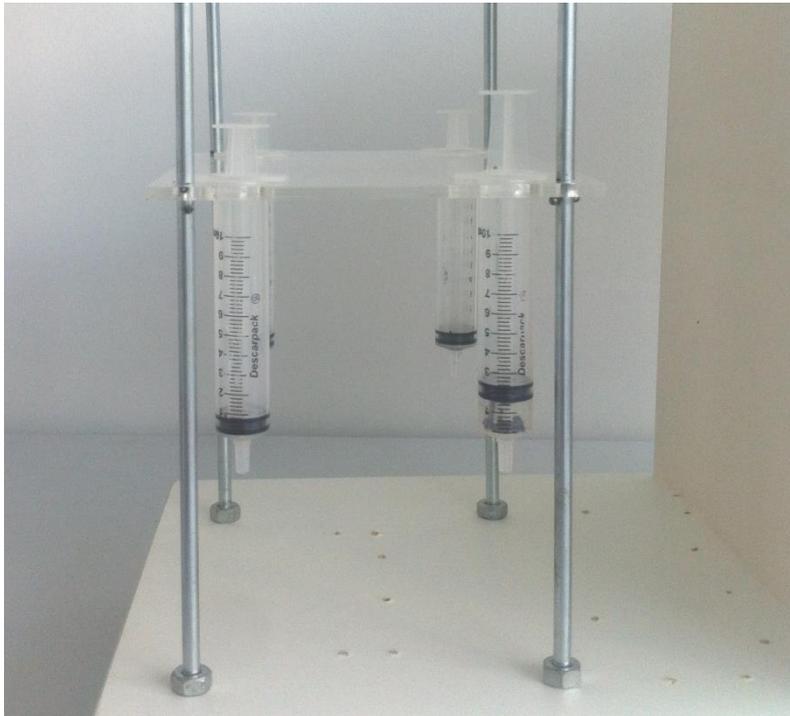


Figura 13: Vista lateral da plataforma de elevação: conjunto (haste + placas + seringas).

➤ Parte 4: Sistema Hidráulico

Para a construção do sistema hidráulico foram usadas conexões pneumáticas do tipo instantâneas e tubo PU em nylon, mostradas na tabela 1, todos com diâmetro de 6 milímetros. Este sistema composto pelas conexões pneumáticas é montado unindo 15 conexões em TEE, 11 conexões cotovelo, 8 conexões união com retenção e 1 válvula de bloqueio, utilizando o tubo PU como fechamento. Essas conexões pneumáticas junto com as seringas formam o sistema hidráulico hermeticamente fechado.

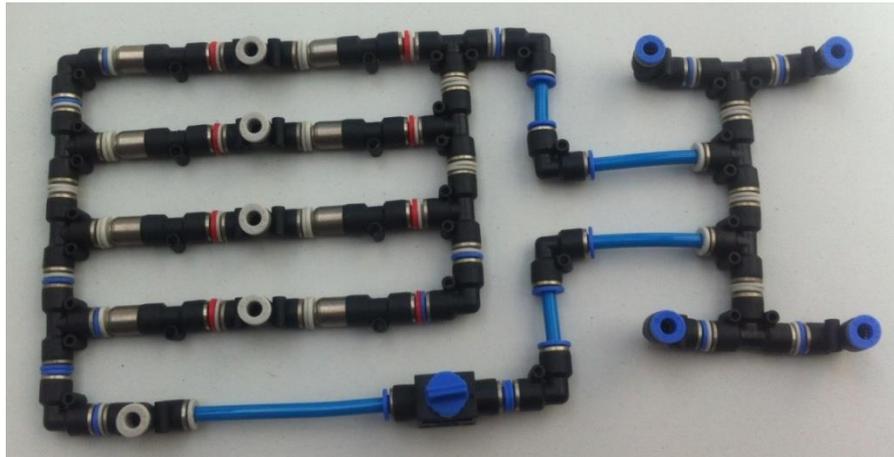


Figura 14: Vista frontal superior do sistema hidráulico: apenas as conexões.

As conexões união de retenção citadas anteriormente foram colocadas no sistema de acionamento entre as seringas da plataforma de acionamento permitindo que o fluido do reservatório seja aspirado pelas seringas e impedindo que o fluido retorne ao reservatório quando o mesmo for expelido no acionamento.



Figura 15: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento e o reservatório, evitando o retorno do fluido para o reservatório).

Essas conexões união de retenção, colocadas entre o sistema de acionamento e de elevação permitem também que o fluido enviado pelo acionamento caminhe para as colunas do elevador, impedindo que o mesmo retorne para o sistema de acionamento. Dessa forma o fluido terá sempre um fluxo em apenas um sentido.

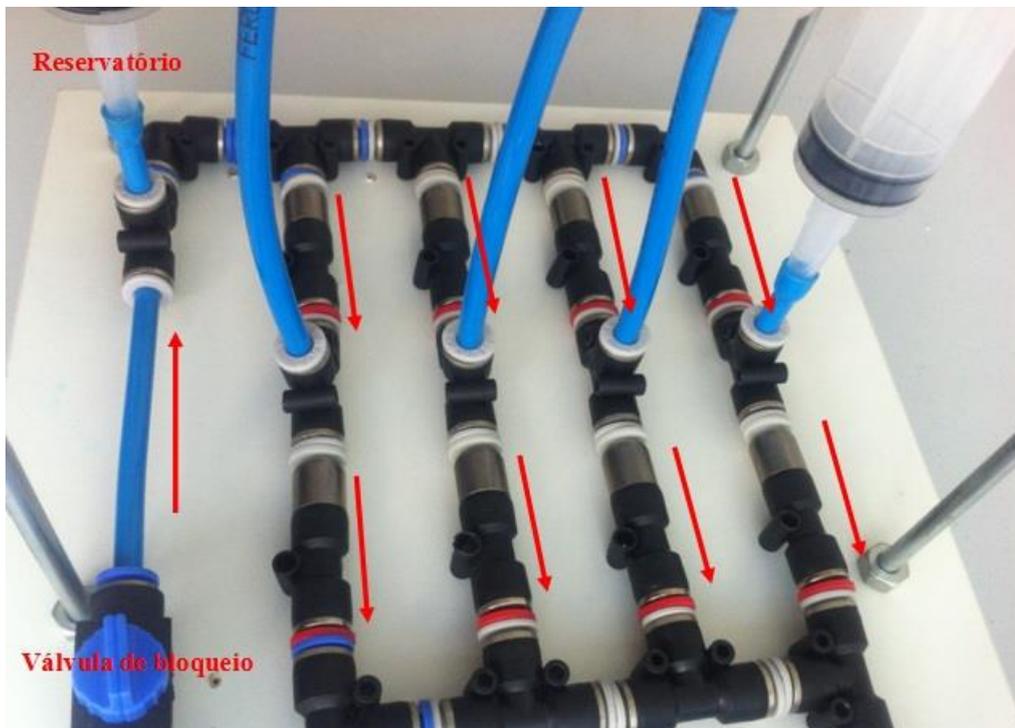


Figura 16: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento, evitando o retorno do fluido, mantendo o fluxo em apenas um sentido).

As demais conexões servem apenas para guiar o fluido no sentido desejado e a válvula de bloqueio para fechar ou abrir o sistema para que o fluido acione o elevador hidráulico ou volte para o reservatório.



Figura 17: Válvula de bloqueio (utilizado para abrir e fechar o sistema).

Com todas essas partes do dispositivo citadas anteriormente trabalhando em perfeita harmonia, teremos um elevador hidráulico, onde teremos como explicar o princípio de Pascal mostrando a relação entre a força aplicada nos êmbolos das seringas com as áreas de secção transversal da seringa, evidenciando a teoria do efeito multiplicador de força.

4.3 Montagem

Para a montagem do elevador hidráulico, além dos materiais descritos, precisaremos de algumas ferramentas, como furadeira de bancada, brocas, chave de boca, chave de fenda ou estrela.

Primeiramente, montaremos a estrutura do elevador, comece colocando as placas de acrílico em cima da base para servir de gabarito e marque onde serão feitos os furos na base para que sejam colocadas as hastes de metal, foi utilizada uma broca 7/32 polegadas para fazer os furos na base. Em seguida fixe as hastes na base de madeira, para isso utilize duas porcas, uma no final da rosca da haste e outra após ter passado pela base para que fique bem firme.



Figura 18: Placas de acrílico em cima da base para marcar onde serão os furos para as hastes de metal.



Figura 19: Base furada para receber as hastes de metal.



Figura 20: Hastes fixadas na base em MDF.



Figura 21: Vista de baixo mostrando como são fixadas às hastes na base.

Após ter feito a estrutura do elevador hidráulico, deve-se introduzir as placas de baixo em cada plataforma nas hastes e medir a altura em que vão ser fixadas, utilize as seringas de cada plataforma para que se tenha uma ideia de uma altura ideal. Para fixar

as placas, foram feitos furos nas hastes com broca de 1 milímetro utilizando uma furadeira de bancada com baixa rotação e em seguida foi introduzido nesses furos pedaços de pregos com mesma espessura dos furos para que as hastes fiquem presas e no mesmo nível. Lembrando que os furos nas hastes devem ser feitos após ser marcada a altura correta, para isso é necessário retirar as hastes da base para facilitar o processo de furação e depois recolocá-las.

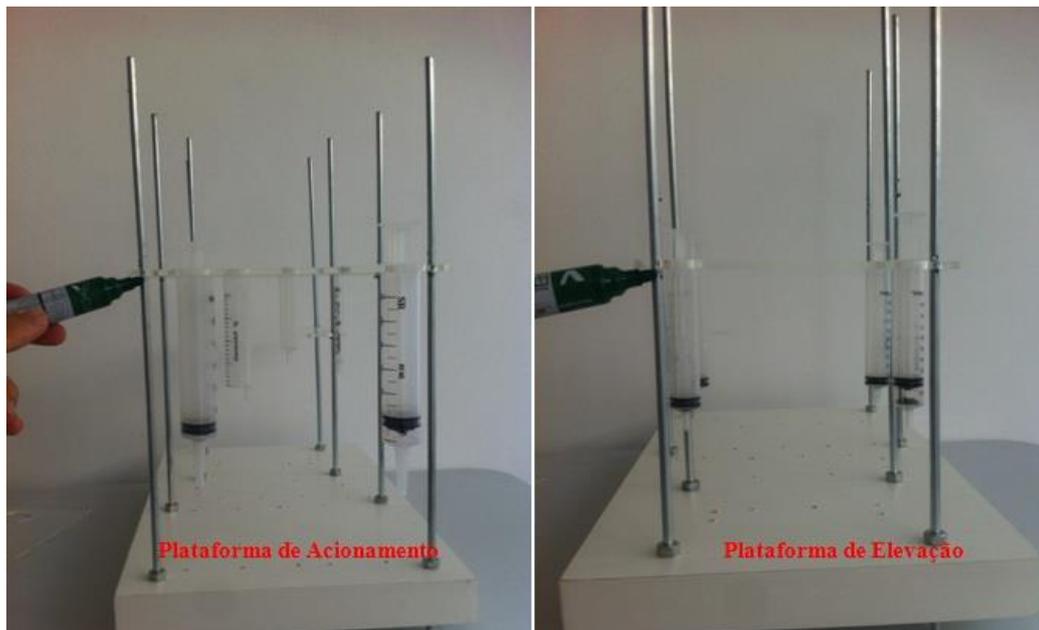


Figura 22: As placas de baixo em cada plataforma



Figura 23: Placas de baixo de cada plataforma na altura ideal.



Figura 24: Hastes furadas por broca de 1 milímetro, após marcação da altura das placas.



Figura 25: Pedacos de pregos de mesma espessura dos furos que servirá para sustentação das placas de acrílico.

Colocando as placas da parte de baixo de cada plataforma, é hora de colocar as seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml na plataforma de acionamento e as quatro seringas de 10 ml na plataforma de elevação e em seguida fazer o fechamento com as placas da parte de cima. Na plataforma de elevação, a placa da parte de cima não pode ser fixada nas hastes, pois ela que servirá como apoio para o objeto quando as seringas de 10 ml da plataforma de elevação forem acionadas. Já a placa de cima da plataforma de acionamento deve ficar comprimindo as seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml com a placa de baixo, para que as mesmas não fiquem com folgas quando seus êmbolos forem puxados ou empurrados por meio de uma força.



Figura 26: Seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml que compõem a plataforma de acionamento.



Figura 27: Seringas de 10 ml que compõem a plataforma de elevação.



Figura 28: Placa de cima da plataforma de acionamento pressionando as seringas contra a placa de baixo, de modo que elas fiquem sem folgas.



Figura 29: Placa da parte de baixo fixa e a placa de cima móvel, para que o objeto colocado nessa plataforma seja elevado.

Na próxima etapa, montaremos o sistema hidráulico utilizando as conexões pneumáticas e os tubos PU de 6 mm para fazer o fechamento desse sistema, é importante que sempre que possível essas conexões fiquem unidas uma das outras, pois como citado anteriormente, as placas das plataformas foram furadas com base neste sistema. Assim os tubos devem ser cortados na medida correta para o fechamento. É importante também destacar que, quando as conexões de união com retenção forem coladas entre as seringas de acionamento, seja observado o sentido que o fluido passa por esta conexão, pois esse fluido deve seguir sempre um ciclo num único sentido.

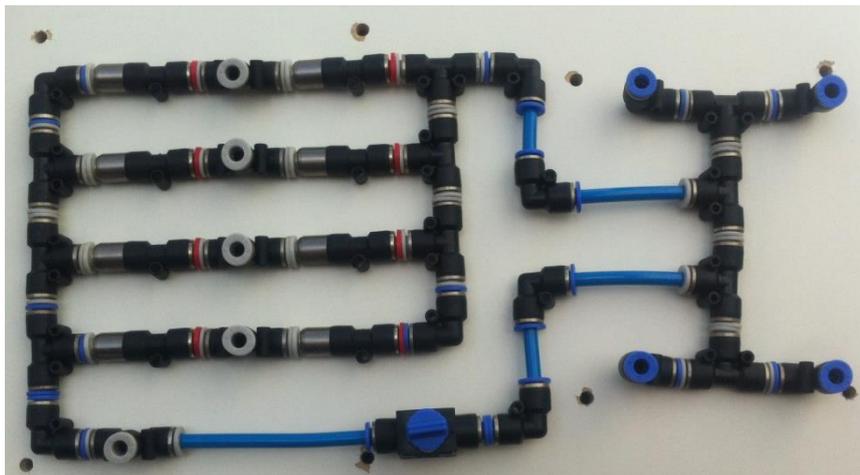


Figura 30: Sistema hidráulico utilizando as conexões pneumáticas e os tubos PU de 6mm.

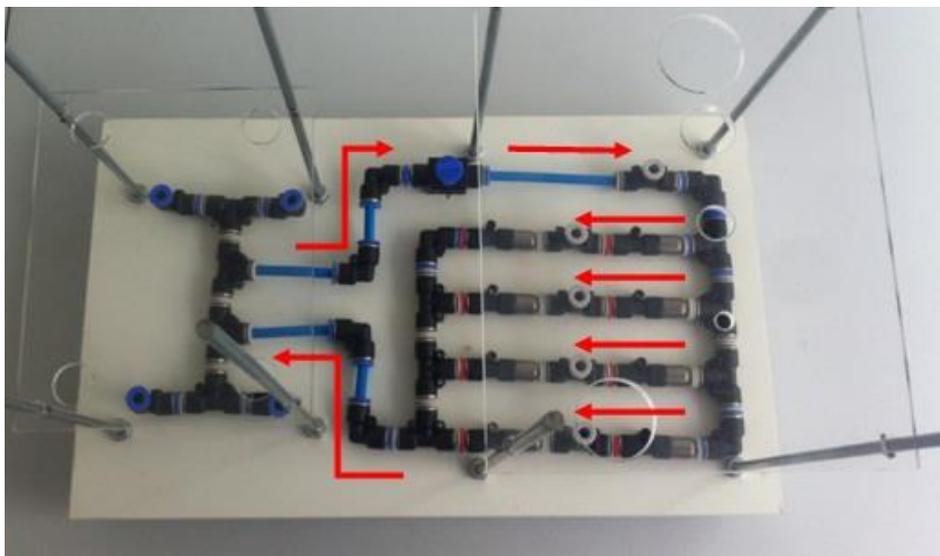


Figura 31: Esquema de como se dará o fluxo do fluido ao longo do sistema hidráulico.

Com todas as partes montadas corretamente, é necessário junta-las para finalizar o aparato - elevador hidráulico. Nesta fase da montagem, o sistema hidráulico deve ser fixado na base da estrutura do elevador com auxílio de parafuso, em seguida conectaremos o sistema hidráulico as seringas das plataformas utilizando os tubos PU para que o sistema fique hermeticamente fechado.

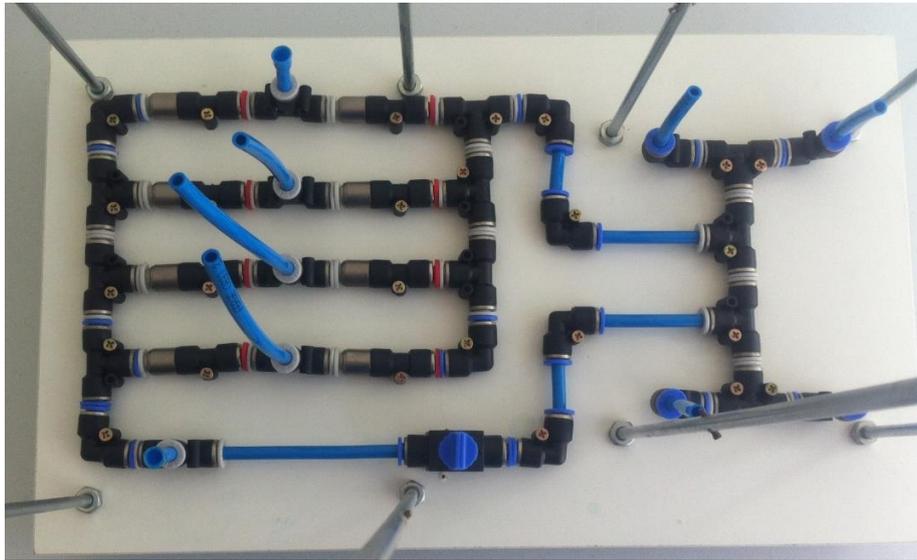


Figura 32: Sistema hidráulico parafusado na base de MDF.



Figura 33: Todas as partes do elevador conectadas por tubos PU.

Como esse experimento foi idealizado para estudar o Princípio de Pascal, é necessário que seu sistema hidráulico seja alimentado por um fluido incompressível. Para ficar mais didático e fácil do aluno visualizar a coluna do fluido, é bom utilizar um líquido de cor. Nunca utilizar óleo, pois as conexões pneumáticas utilizadas não são indicadas para o uso de óleo.

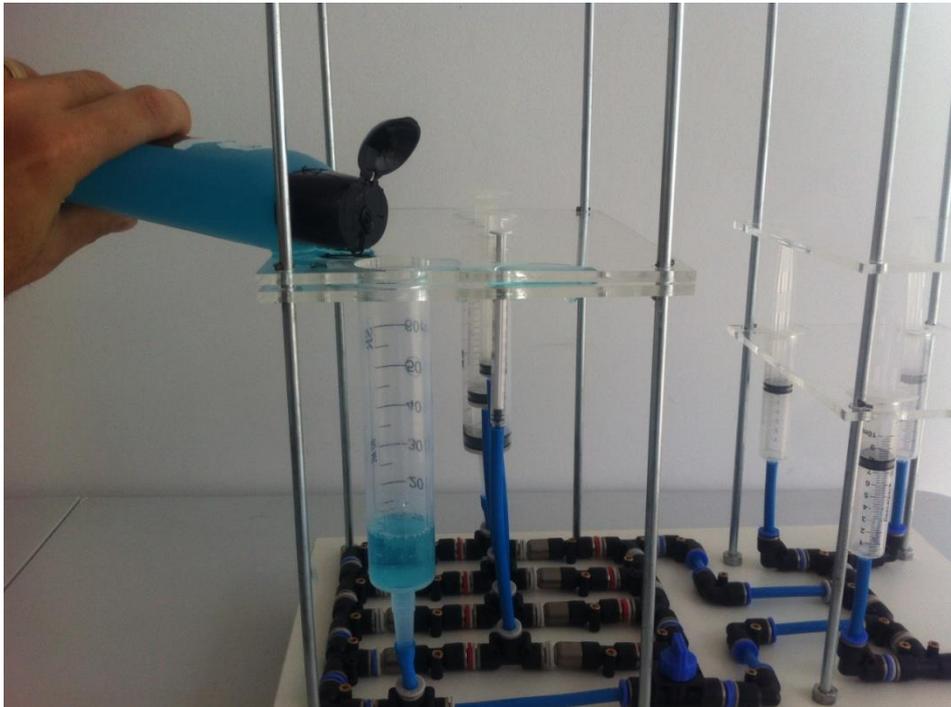


Figura 34: Fluido sendo adicionado ao sistema.

Com o elevador hidráulico terminado é importante testar e averiguar o seu funcionamento, para isso utilizou-se um objeto de aproximadamente 1,5 kg de massa. Após algumas repetições utilizando as seringas da plataforma de acionamento notaremos a diferença de força a ser aplicada nos êmbolos das seringas para erguer o objeto que se encontra na plataforma de elevação.

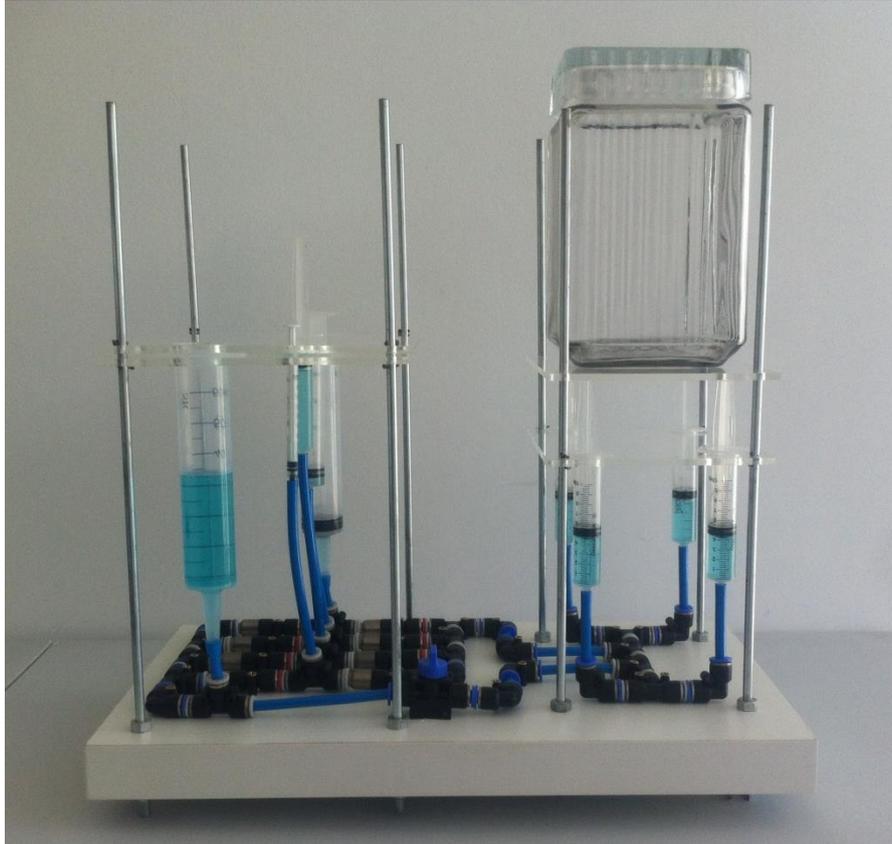


Figura 35: Elevador hidráulico em funcionamento.

5. O Produto Educacional

Nesse tópico é apresentada a proposta de um módulo didático composto por oito planos de aulas, dentre elas aulas investigativas, teóricas e experimentais com atividades com o objetivo de abordar aspectos da Fluidostática com ênfase no princípio de Pascal. Dentro deste módulo didático utilizamos o elevador hidráulico que desenvolvemos para auxiliar no aprendizado do princípio de Pascal pelos estudantes. Os oito planos de aulas têm enfoques diferentes, divididos de tal forma:

- PLANO DE AULA 1: Aula investigativa com situações problematizadoras.
- PLANO DE AULA 2: Aula experimental investigativa – Prensa hidráulica.
- PLANO DE AULA 3 e 4: Aula teórica – Princípio de Pascal.
- PLANO DE AULA 5 e 6: Aula experimental – Aplicação do aparato experimental (Elevador Hidráulico).
- PLANO DE AULA 7 e 8: Aula conclusiva – Aplicação do questionário.

MÓDULO DIDÁTICO

Conteúdo geral do módulo:

Fluidostática

Conteúdo do módulo didático:

Princípios da mecânica em fluidos ideais e suas aplicações - Princípio de Pascal

Número de aulas previstas:

8 horas-aula

CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

- Pressão Atmosférica
- Vasos Comunicantes
- Princípio de Pascal

OBJETIVOS:

- Identificar a pressão em um ponto de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;
- Compreender o funcionamento de mecanismos hidráulicos simples (como prensas hidráulicas, freios hidráulicos, guindastes hidráulico);
- Relacionar o conceito de pressão a circunstâncias do dia-a-dia como: sugar líquidos por canudos, pressão sentida nos ouvidos ao mergulhar ou mudar de altitude, pressurização no interior do avião;
- Reconhecer vasos comunicantes e suas características físicas (manômetros);
- Reconhecer o Princípio de Pascal e mostrar sua aplicação no funcionamento de mecanismos hidráulicos.

CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS:

- Ler os enunciados com cautela e registrar as informações fornecidas;
- Reconhecer o motivo do problema apresentado;
- Classificar as variáveis quanto sua dependência ou independência, diretamente ou inversamente proporcional, uma às outras;
- Apresentar uma estratégia para a resolução do problema;
- Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física;
- Relacionar observações de situações do cotidiano;
- Analisar os resultados criticamente, tanto teóricos quanto experimentais;
- Mencionar suas ideias quando for requerida sua opinião em questionamentos.

POSTURA ESPERADA DO ALUNO

- Participar com vigor e empenho na elaboração dos trabalhos em equipe;
- Contribuir com as discussões da classe sobre o tema em questão;
- Respeitar as opiniões e concepções dos outros colegas;

PLANO DE AULA 1

Data:	Duração: 45 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Apresentar e discutir situações problematizadoras encontradas no nosso cotidiano.
Objetivos Específicos:
Investigar dos alunos, conhecimentos prévios sobre os conceitos de Fluidostática.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos necessitam apenas dos conhecimentos vivenciados no dia-a-dia.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Aula investigativa e discursiva, com apresentação de perguntas problematizadoras, inicialmente analisando algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontar o senso comum com o conhecimento científico.• Solicitar que seus alunos respondam, por escrito, cada questão mencionada na lista de exercícios. Em seguida, convidá-los para que exponham oralmente as suas respostas, que serão explanadas pelo grupo e resumidas no quadro. Neste momento devem ser explicitadas as ideias prévias dos alunos a respeito desse conteúdo. Ao final, deve-se dar um “feedback” aos alunos sobre as questões.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz.
Avaliação da aprendizagem:
<ul style="list-style-type: none">• Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.• Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade submetida a eles em sala.
Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Apresentação do tema e discussões sobre o cotidiano.	10 min.
Desenvolvimento	Aula discursiva sobre as atividades problematizadoras.	20 min.
Conclusão	Tempestade de ideias sobre atividades problematizadoras.	15min.
Atividade de Casa	-	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- GUALTER, NEWTON, HELOU: Tópicos de Física – Volume 1. 17ª ed. Saraiva, 2007.

Lista de exercícios

1. Por que é mais fácil comprimir o embolo de uma seringa quando a mesma esta com ar, do que quando colocamos um líquido dentro da mesma?
2. Por que os pedreiros utilizam mangueira para nivelar a obra toda, desde a marcação da obra até o nivelamento dos pisos, batentes e azulejos?
3. Quando se fala em relógios resistentes a água, o termo “Á prova d’água” e “resistente à água” são a mesma coisa?

PLANO DE AULA 2

Data:	Duração: 45 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Realizar a Atividade Experimental conforme roteiro.
Objetivos Específicos:
Desenvolver a competência de investigação e compreensão – modelos explicativos e representativos – para que o aluno possa: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos necessitam apenas dos conhecimentos vivenciados no dia-a-dia.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Dividir a turma em grupos de alunos para a montagem e discussão da aula experimental.• Distribuir o material necessário para a realização da aula experimental.• Solicitar que os alunos respondam as perguntas citadas roteiro.• Ao final da aula, comunicar aos alunos para elaborarem um relatório sobre o desenvolvimento e realização do experimento, para ser entregue na aula seguinte.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz, material experimental.
Avaliação da aprendizagem:
<ul style="list-style-type: none">• Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.• Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade experimental e do relatório encaminhada para casa.
Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Realização de atividade experimental.	10 min.
Desenvolvimento	Aula experimental sobre a prensa hidráulica.	25 min.
Conclusão	Realização das questões sobre o experimento aplicado.	10min.
Atividade de Casa	Relatório.	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Título: Prensa Hidráulica

Objetivo: Explicar o Princípio de Pascal através de uma demonstração simples de funcionamento de uma prensa hidráulica. Antes mesmo de ser introduzida a teoria.

Material:

- ✓ Duas seringas de diâmetros diferentes: uma de 5 ml e a outra de 20 ml;
- ✓ Um tubo transparente de soro (± 30 cm), que fará a conexão das duas seringas;
- ✓ Fluido (de cor).

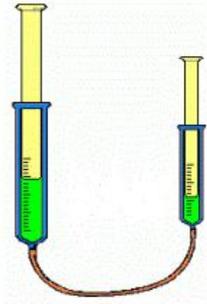


Figura 36: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu)

Procedimento Experimental:

- Retire os êmbolos das seringas;
- Junte as seringas às extremidades do tubo;
- Encha as seringas com o fluido até as colunas atingirem o mesmo nível nas duas seringas;
- Pressione o êmbolo da seringa menor até elevar a seringa maior;
- Em seguida, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem discutidas:

1. Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover.
2. Baseado na resposta da questão anterior, por que você acha que isso acontece?
3. Que situação de seu cotidiano poderia ser explicada usando o mesmo método desse experimento?

PLANO DE AULA 3 e 4

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Levar o aluno a compreender o Princípio de Pascal e sua relação com alguns fenômenos da natureza.
Objetivos Específicos:
Ao final da aula, os alunos deverão ser capazes de compreender: <ol style="list-style-type: none">1. Pressão Atmosférica;2. Vasos comunicantes;3. Princípio de Pascal.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir: <ol style="list-style-type: none">1. Pressão;2. Líquido em equilíbrio estático;3. Forças e pressões em fluidos;4. Lei de Stevin.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Exposição oral do professor, com apresentação do tema e subtemas, inicialmente analisando algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontar o senso comum com o conhecimento científico.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz, data show.
Avaliação da aprendizagem:

- Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.
- Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade encaminhada para casa.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Apresentação do tema e discussões sobre o cotidiano.	5 min.
Desenvolvimento	Aula expositiva.	35 min.
Conclusão	Tempestade de ideias	5min.
Atividade de Casa	Exercício de fixação e reflexão.	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- CHAVES, Alaor, SAMPAIO, J.F.: Física Básica: Mecânica - Rio de Janeiro: LTC, 2007.

PLANO DE AULA 5 e 6

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Realizar a Atividade Experimental conforme roteiro.
Objetivos Específicos:
Desenvolver a competência de investigação e compreensão – modelos explicativos e representativos – para que o aluno possa: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir: <ol style="list-style-type: none">1. Vasos comunicantes;2. Princípio de Pascal.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Dividir a turma em grupos de alunos para compreensão e discussão da atividade experimental.• Compartilhar o aparato experimental (elevador hidráulico) necessário para a realização da aula.• Explicar aos alunos as partes que compõem o experimento e como manuseá-lo.• Solicitar que alunos respondam as questões do roteiro e entregue ao professor no final da aula.• Ao final da aula, comunicar aos alunos para elaborarem um relatório sobre a realização do experimento, para ser entregue na aula seguinte.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz, material experimental.

Avaliação da aprendizagem:

- Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.
- Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade experimental e do relatório encaminhada para casa.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Realização de atividade experimental.	10 min.
Desenvolvimento	Aula experimental sobre a prensa hidráulica.	15 min.
Conclusão	Realização das questões sobre o experimento aplicado.	20min.
Atividade de Casa	Relatório.	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Título: Elevador Hidráulico

Objetivo: Esse experimento tem como objetivo a compreensão por parte do aluno e a observação da ocorrência do Princípio de Pascal durante o funcionamento do elevador hidráulico.

Material:

- ✓ Aparato experimental (elevador hidráulico)
- ✓ Objeto de massa de ± 3 Kg
- ✓ Paquímetro



Figura 37: Elevador Hidráulico

Procedimento Experimental:

- Com o paquímetro meça o diâmetro da seção transversal de cada seringa e coloque na tabela da questão 1;

- Coloque o corpo de massa 5kg na plataforma de elevação;
- Em seguida, faça o que se pede em cada questão abaixo.

Questões a serem discutidas:

1. Preencha a tabela com os com as medidas do diâmetro da secção transversal de cada seringa e em seguida calcule a área dessa secção.

Seringa	Diâmetro (cm) $\rightarrow D$	Raio (cm) $\rightarrow r = \frac{D}{2}$	Área (cm ²) $\rightarrow A = \pi r^2$
1 ml			
5 ml			
10 ml			
20 ml			
60 ml			

2. Acione o elevador hidráulico, utilizando cada seringa de uma vez até que a plataforma de elevação chegue à altura máxima. Verifique quantas vezes foi necessário pressionar cada seringa para que a plataforma de elevação suba totalmente. Discuta com os colegas se houve diferença.
3. O elevador hidráulico funcionaria com ar no interior das seringas em vez do fluido? Sim? Não? Por quê?
4. Com os valores das áreas de cada secção transversal das seringas e o peso colocado na plataforma de elevação. Calcule a intensidade da força que teve de ser aplicada a cada seringa da plataforma de acionamento.
5. Utilize a seringa de 20ml de acionamento para acionar o elevador ate que o mesmo suba completamente. Calcule o trabalho realizado pela força aplicada.
6. Utilizando a seringa de 60ml, faça o que foi feito na questão anterior. Verifique se houve ou não, mudança no trabalho. Justifique sua resposta.
7. Pode-se afirmar que neste experimento há conservação de energia mecânica?

PLANO DE AULA 7 e 8

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:

Retomar as questões da problematização inicial e também as questões discutidas na aplicação dos experimentos das aulas anteriores.

Objetivos Específicos:

Fazer um levantamento de tudo que foi discutido desde as aulas iniciais e verificar como se deu a aprendizagem dos alunos por meio das aulas com atividades experimentais.

Conhecimentos prévios:

Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir:

1. Pressão;
2. Líquido em equilíbrio estático;
3. Forças e pressões em fluidos;
4. Lei de Stevin;
5. Vasos comunicantes;
6. Princípio de Pascal.

Metodologia:

- Retomar as questões da problematização inicial, bem como as discutidas na aplicação dos experimentos para verificar se houve aprendizagem.
- Verificar com os alunos os resultados alcançados.
- Formular outras questões, de acordo com o dia-a-dia dos alunos, semelhantes às questões elaboradas na problematização inicial, e solicitá-los que respondam e entreguem na aula seguinte.
- Aplicar um questionário para verificar como se deu a aprendizagem.

Matérias e equipamentos necessários:

- Quadro negro, giz.

Avaliação da aprendizagem:

- Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.
- Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a discussão da atividade submetida a eles em sala.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Retomar as discussões sobre o cotidiano envolvendo os conceitos de Fluidostática.	10 min.
Desenvolvimento	Aula discursiva sobre as atividades problematizadoras.	30 min.
Conclusão	Tempestade de ideias e atividades sobre o conteúdo.	5min.
Atividade de Casa	-	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- GUALTER, NEWTON, HELOU: Tópicos de Física – Volume 1. 17ª ed. Saraiva, 2007.

6. Metodologia

O módulo didático de oito aulas foi aplicado no final do mês de Julho e no início do mês de Agosto de 2015 na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Abreu e Lima. Essa escola oferece ensino médio regular. O autor dessa dissertação era professor da disciplina de Física naquele ano de seis turmas do ensino médio no turno da noite, especificamente duas turmas da primeira, segunda e terceira série. As aplicações dos oito planos de aulas foram feitas nas duas turmas da primeira e terceira série.

As aulas foram esquematizadas como parte do curso de Física do ano letivo de 2015 e, assim, ocorreram em horário normal. Para cada uma das oito aulas, foi distribuído um material impresso e requerido dos alunos um registro formal das atividades realizadas, onde posteriormente, foi corrigido e avaliado pelo professor, que depois discutiu em sala as respostas dos alunos. Para as atividades propostas nas aulas, foi atribuída uma pontuação acrescentada na nota final do aluno.

O conteúdo programático previsto nessas aulas está relacionado à Fluidostática, abordando temas como, pressão, vasos comunicantes, tubos em U, líquidos imiscíveis e principalmente o princípio de Pascal. A sequência das aulas tem como foco aulas investigativas, teóricas e experimentais.

O quadro a seguir mostra o cronograma das datas em que foram realizadas as aulas.

Turma	Turno	Aula 1	Aula 2	Aula 3 e 4	Aula 5 e 6	Aula 7 e 8
1ª A	Noite	31/07/2015	03/08/2015	04/08/2015	05/08/2015	07/08/2015
1ª B	Noite	31/07/2015	03/08/2015			
3ª A	Noite	31/07/2015	03/08/2015	04/08/2015	05/08/2015	07/08/2015
3ª B	Noite	31/07/2015	03/08/2015			

Quadro 1: Distribuição das aulas

As aulas 1, 2 foram aplicadas em apenas uma hora-aula. Já as aulas 3 e 4, 5 e 6, 7 e 8 tiveram que ser aplicadas em aulas germinadas, ou seja, duas horas-aulas. Nesse caso, juntaram-se às turmas de cada série, para que fosse possível realizar as atividades propostas nessas aulas. Uma hora-aula equivale a 45 minutos, cada.

Para a realização das aulas experimentais propostas no módulo didático a turma foi dividida em grupos em média de três alunos, a divisão foi sempre de forma espontânea de modo que os alunos se agruparam por afinidade. Apesar de ser dividido em grupo, cada aluno do grupo respondia as atividades individualmente. As turmas nas quais foram aplicadas o módulo didático tinham em média 20 alunos.

As atividades experimentais descritas no módulo didático são relevantes para a metodologia adotada. Lembro que o objetivo deste trabalho é a busca de uma melhor compreensão sobre o ensino de Física para alunos de ensino médio. Para isso, procura-se evidenciar as compreensões dos alunos sobre o processo de aprendizagem, e de maneira especial, o aspecto dos conceitos científicos de física com aplicação de atividades experimentais. Nesse contexto, em cada uma das aulas experimentais realizadas, foi aplicado um roteiro com atividades.

No plano de aula 1 do módulo didático será realizada uma aula investigativa e discursiva, com apresentação de perguntas problematizadoras, inicialmente analisando algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontar o senso comum com o conhecimento científico. Solicita-se que os alunos respondam, por escrito, cada questão mencionada na lista de exercícios entregue a eles.

No plano de aula 2 será realizada uma aula experimental investigativa sobre a prensa hidráulica, para isso divide-se a turma em grupos de alunos para a montagem do experimento e discussão da aula experimental. Solicita-se que os alunos respondam as perguntas do roteiro.

O plano de aula 3 e 4 dá-se através de uma aula tradicional com exposição oral do professor, com apresentação do tema Fluidostática e subtemas como: Pressão; Líquido em equilíbrio estático; Forças e pressões em fluidos; Lei de Stevin; Vasos comunicantes; Tubos em U. Inicialmente analisam-se algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontamos o senso comum com o conhecimento científico. Nessa aula, será entregue ao aluno um material complementar para fundamentar os conteúdos ministrados.

No plano de aula 5 e 6 será realizada uma aula prática experimental utilizando o aparato experimental desenvolvido. Para realização da aula, a turma é dividida em grupos de alunos para compreensão e discussão da atividade experimental. O aparato experimental (elevador hidráulico) é compartilhado. É explicado aos alunos as partes que compõem o aparato e como manuseá-lo. Em seguida, solicita-se que alunos respondam as questões do roteiro.

No plano de aula 7 e 8 será feito um levantamento de tudo que será discutido desde as aulas iniciais, verificando como se deu a aprendizagem dos alunos por meio das aulas com atividades experimentais.

7. Análise de Resultados

As atividades experimentais permitiram que os objetivos de aprendizagem fossem alcançados, pois priorizavam a participação dos alunos nas soluções dos problemas de forma mais ativa. Foi visto que os alunos tiveram a oportunidade de analisar dados, elaborar hipóteses, sugerir conclusões, expondo seus pensamentos tanto para os colegas quanto para o professor. Essas atividades experimentais permitem a criação de um ambiente instigante ao desenvolvimento da argumentação, mas para isso é necessário que o professor esteja apto a criar um ambiente de diálogo e investigação, levando ao aluno argumentar e discutir tais ideias.

Em relação à aplicação do módulo didático os resultados esperados foram os melhores possíveis. Sobre as aulas investigativas, os alunos avaliados mostraram que já conheciam com antecipação o assunto abordado, pois alguns desses assuntos se relacionam com o cotidiano deles, porém, vários erros conceituais foram identificados em suas respostas. Um exemplo desses erros conceituais foi observado na aula 2, na atividade experimental investigativa sobre a prensa hidráulica como consta no módulo didático. Observando as respostas dos alunos identificamos tais erros conceituais.

Questão 1: Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover.

Alunos 1 e 2: “O êmbolo da seringa de 20ml.”

Questão 2: Baseado na resposta da questão anterior, por que você acha que isso acontece?

Aluno 1: “Porque o volume da seringa de 20ml é maior do que a de 5ml.”

Aluno 2: “Porque a seringa de 20ml é maior do que a de 5ml”

Questão 3: Que situação de seu cotidiano poderia ser explicada usando o mesmo método desse experimento?

Aluno 1: “Uma bomba de ar quando enchemos um pneu de bicicleta.”

Aluno 2: “Para levantar um carro com a ferramenta macaco.”



Figura 38: Aula experimental investigativa com a utilização da Prensa Hidráulica.

Já nas aulas 5 e 6 com a aplicação da aula experimental sobre o elevador hidráulico, alguns dos erros já não eram mais vistos, pois os alunos já tinham visto toda a teoria envolvida no experimento nas aulas 3 e 4, quando foi ministrado para eles o princípio de Pascal.



Figura 39: Aluno utilizando o aparato experimental para comprovar o princípio de Pascal.

Com o desenvolver das aulas do módulo didático, na aula 7 e 8 foi retomado as questões da problematização inicial, bem como as discutidas na aplicação dos experimentos, os erros conceituais foram sendo corrigidos pelo professor, até que aluno compreendesse a relação entre a prática e a teoria. Possibilitando o professor verificar se houve aprendizagem.

Nesse contexto foi aplicado um questionário (mostrado abaixo) ao aluno constituído por 16 perguntas para avaliar o grau de satisfação sobre as aulas experimental e o aparato experimental (elevador hidráulico). O questionário é dividido de modo que as 10 primeiras perguntas referem-se a ‘Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física’ e as outras 6 a ‘Avaliação do recurso didático (aparato experimental) - Elevador Hidráulico’. A

avaliação foi bem simples, os alunos apenas marcavam com um ‘X’ os espaços em branco, avaliando a pergunta como péssimo, ruim, regular, bom ou excelente.

QUESTIONÁRIO

Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.					
2. Desenvolve habilidades de manuseio experimental.					
3. Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.					
4. Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.					
5. Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.					
6. Pratica a resolução de problemas através da experimentação.					
7. Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.					
8. Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.					
9. Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.					
10. Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.					

Avaliação do recurso didático (aparato experimental) - Elevador Hidráulico	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação ao layout e estrutura do elevador hidráulico?					
3. Em relação ao manuseio do elevador hidráulico, como você avalia?					
4. Como você considera a aplicabilidade do elevador hidráulico para a compreensão do Princípio de Pascal?					
5. A relação entre Força/Área é bem evidenciada nesse recurso didático?					
6. Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de mostrar elevador hidráulico como um multiplicador de forças?					

Os questionários acima foram feitos baseados na escala Likert, essa escala é a mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação através de um critério que pode ser objetivo ou subjetivo. Normalmente, o que se deseja medir é o nível de concordância ou não concordância à afirmação. Usualmente são usados cinco níveis de respostas, apesar de que alguns pesquisadores preferem usar sete ou mesmo nove níveis. No caso do questionário desenvolvido acima o formato ficou:

1. Excelente

2. Bom
3. Regular
4. Ruim
5. Pésimo

Para Hayes (2001), serviços ou produtos podem ser avaliados por questionários de satisfação, onde o peso da resposta atribuída a cada item de satisfação dará o grau de satisfação do serviço ou do produto, pelo cliente. O questionário de resposta do tipo Likert é formulado justamente para permitir que clientes respondam a cada item que descreve o produto ou serviço, com níveis variados de satisfação.

Nesse âmbito, pensando na Educação como uma prestação de serviço ao cliente, como qualquer empresa, onde esse cliente expressa satisfação e insatisfação em relação aos serviços recebidos, podemos utilizar essa escala como forma de avaliar o produto educacional apresentado. O processo de qualidade da educação cria uma conscientização das necessidades do aluno e melhora significativamente a qualidade dos serviços ao atender as expectativas dos mesmos (SPANBAUER, 1995).

Para este estudo a escala de Likert se mostrou a mais adequada para mensurar o grau de satisfação dos alunos em relação às aulas propostas nesse módulo didático. Essa afirmação se confirma, tendo em vista que o público alvo dessa pesquisa são alunos de escolas públicas, carentes de uma infraestrutura adequada e de professores motivados. Além disso, são alunos que trabalham durante o dia e que chegam cansados para assistir aulas. Sendo assim qualquer iniciativa para melhorar essas condições são sempre bem vindas.

Dentre as quatro turmas que foram aplicados os planos de aula, apenas 61 alunos responderam o questionário, ou seja, a avaliação qualitativa desse módulo didático foi feita em cima da análise desses alunos.

No que diz respeito ao questionário aplicado aos alunos, o grau de satisfação encontram-se apresentados nas tabelas a seguir. Primeiramente serão mostrados os gráficos das 10 primeiras questões sobre a Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física, questão por questão.



Gráfico 1: Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.

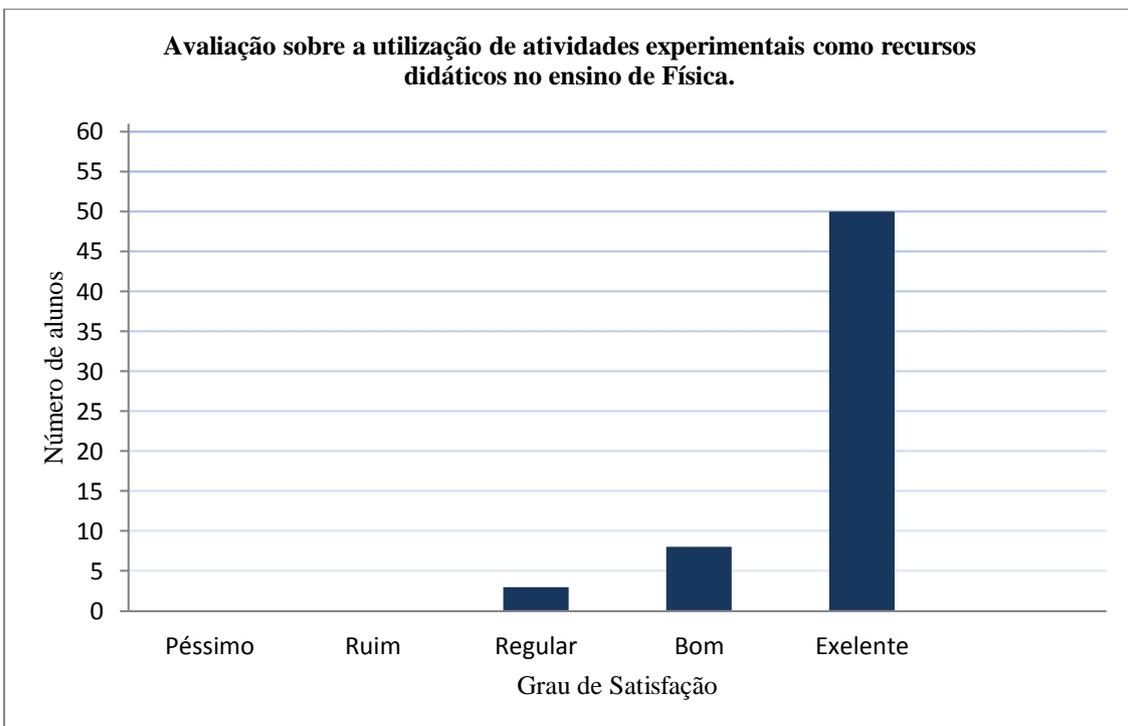


Gráfico 2: Desenvolve habilidades de manuseio experimental.

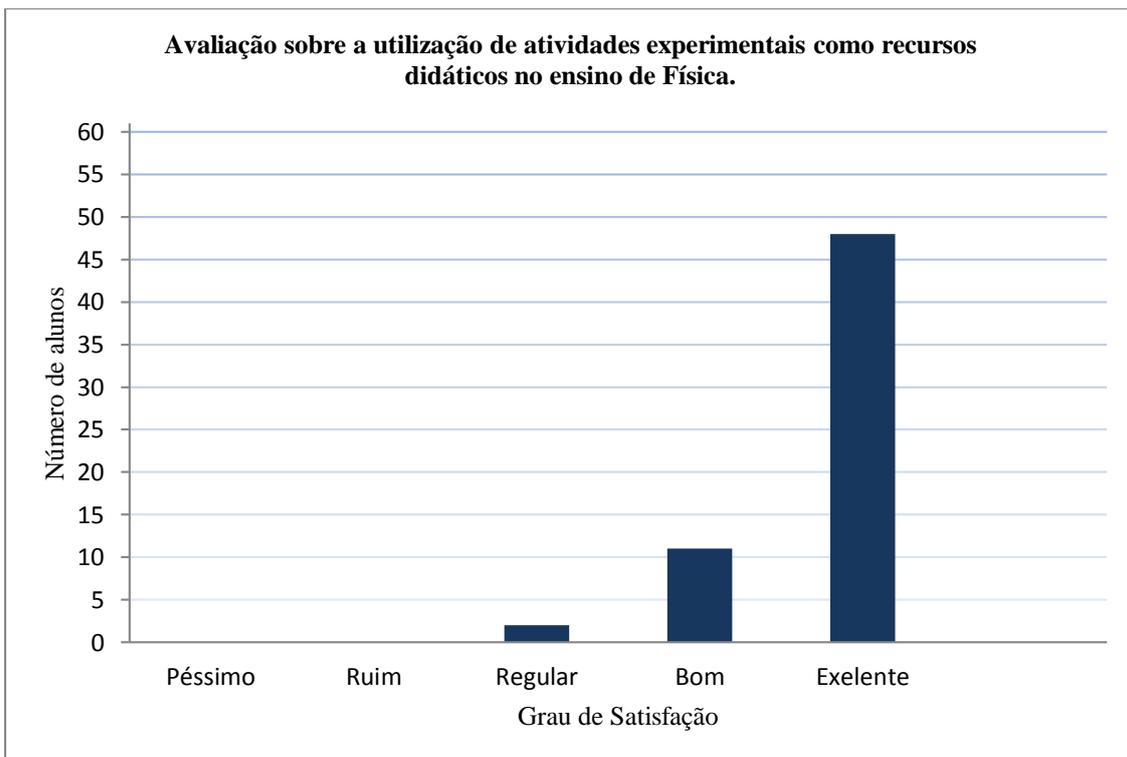


Gráfico 3: Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.

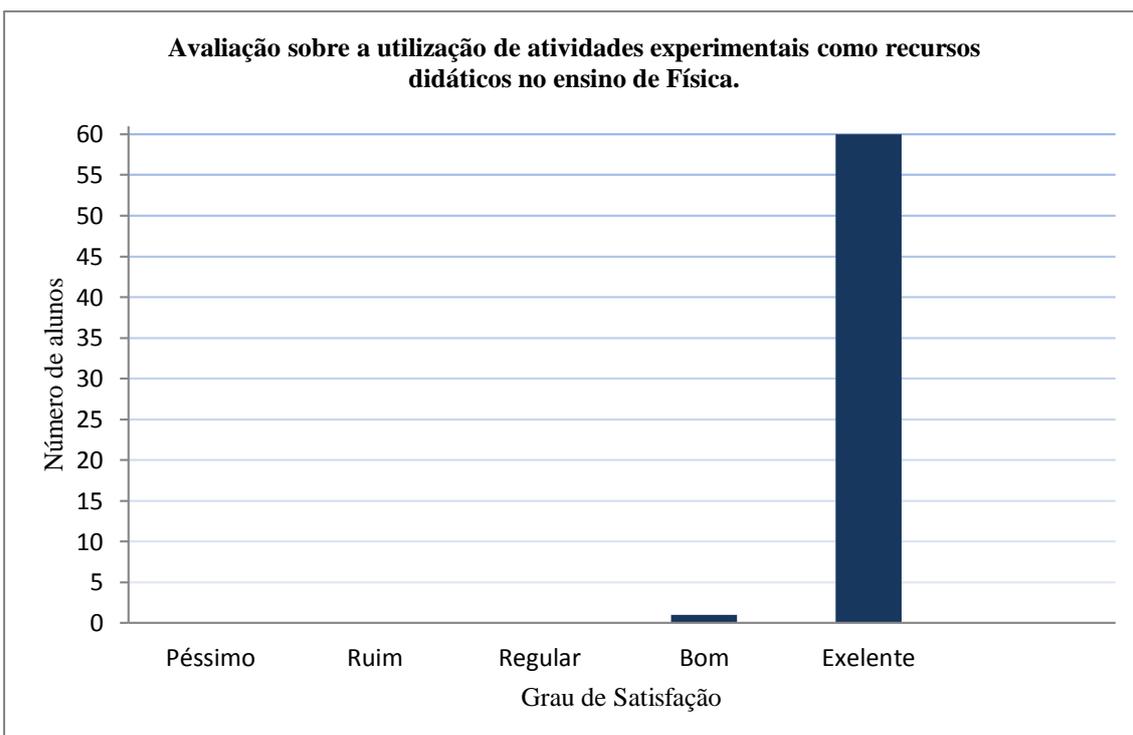


Gráfico 4: Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.

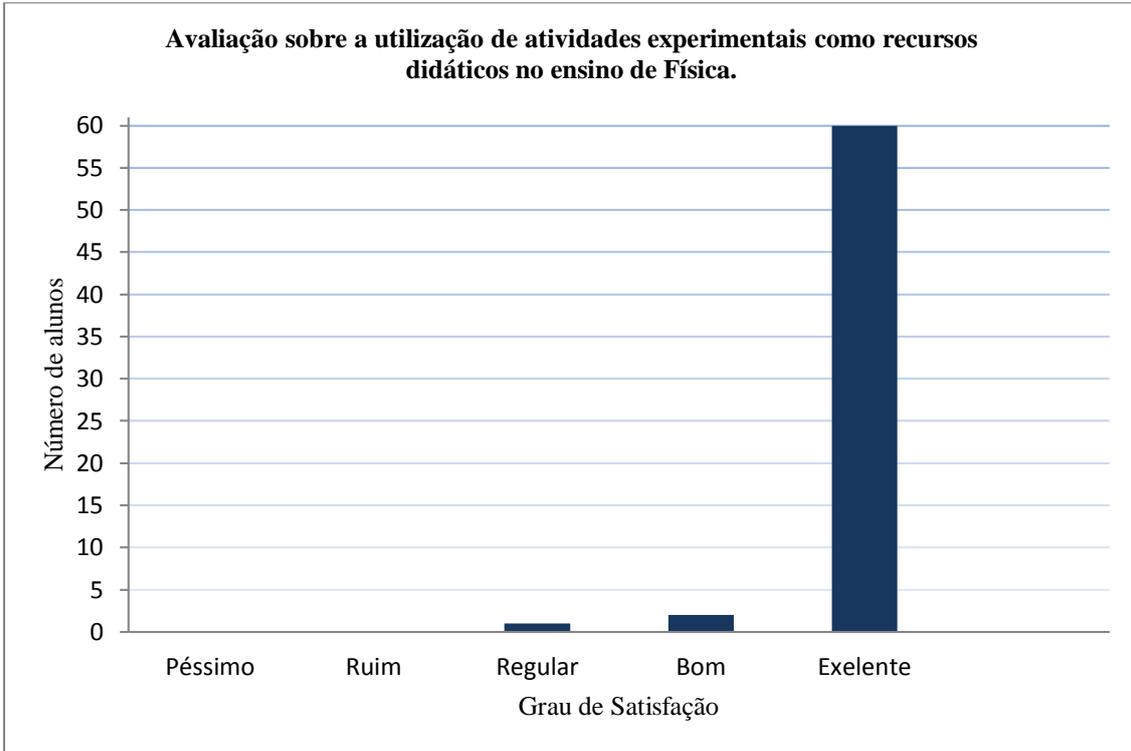


Gráfico 5: Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.

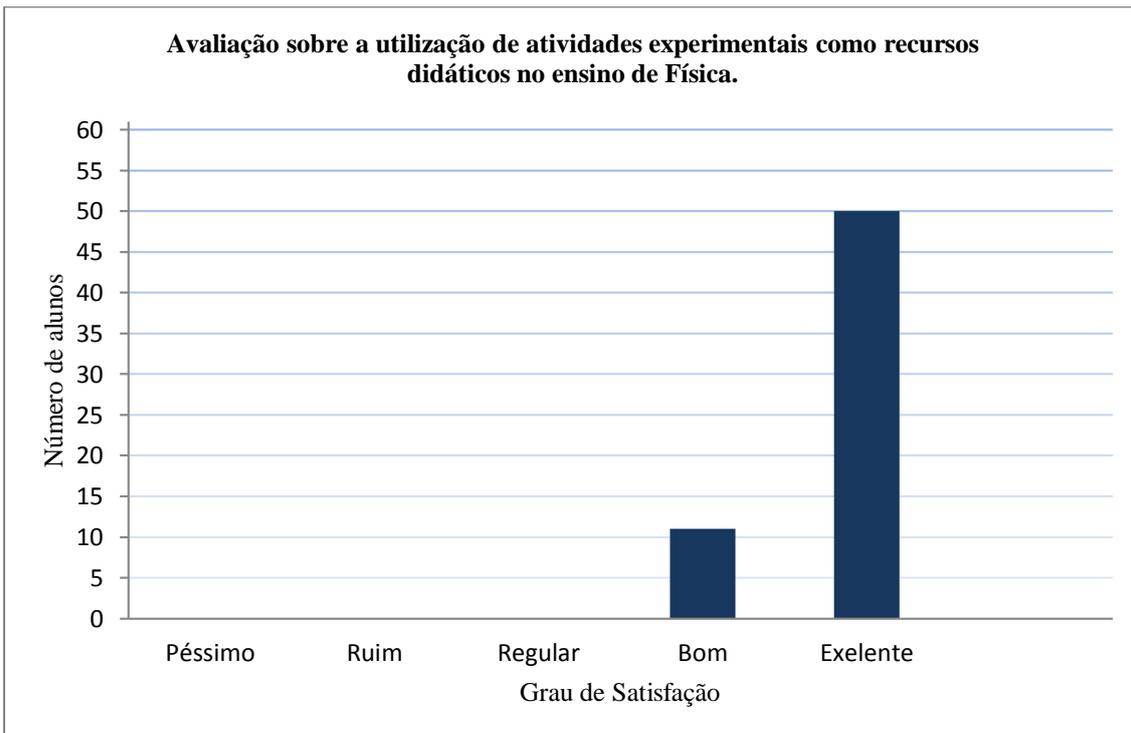


Gráfico 6: Pratica a resolução de problemas através da experimentação.

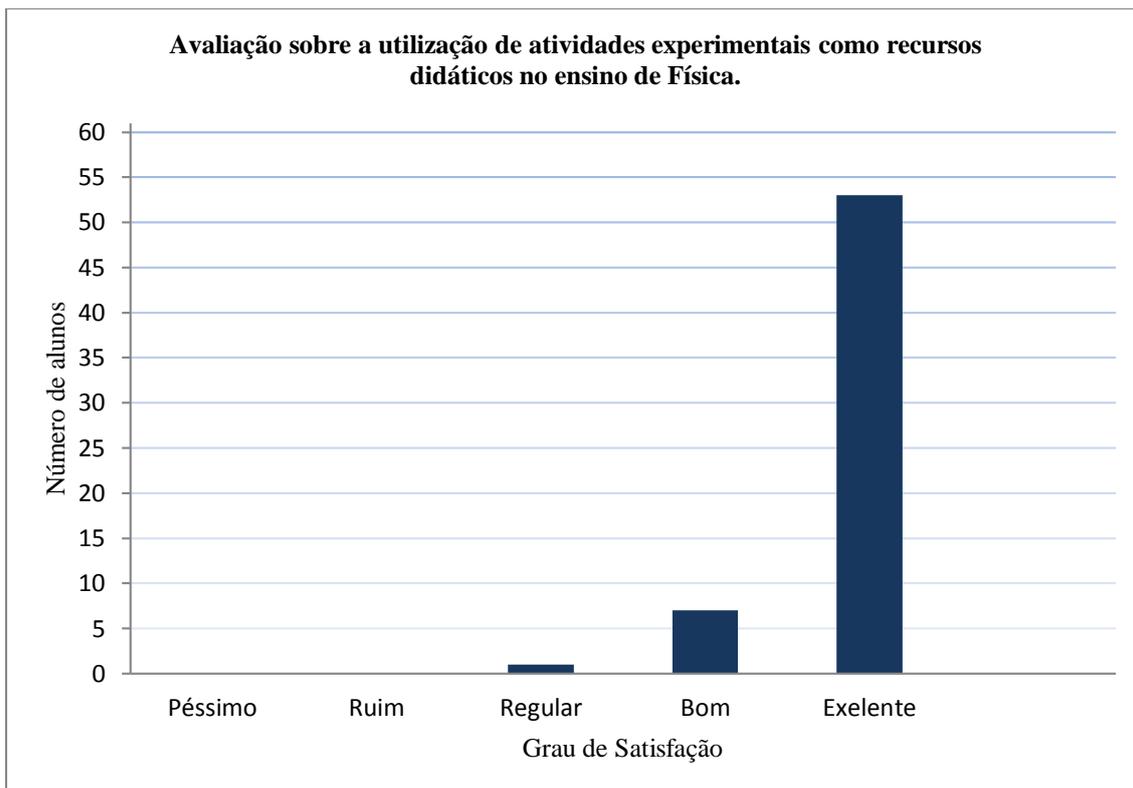


Gráfico 7: Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.

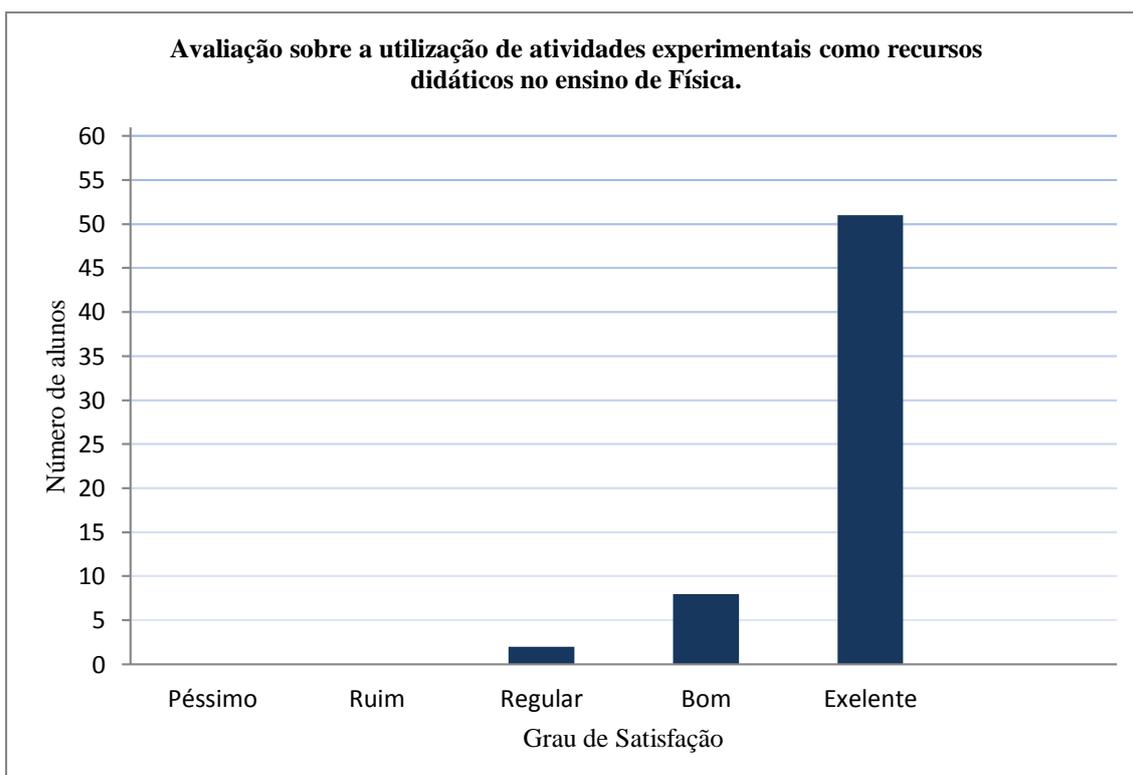


Gráfico 8: Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.

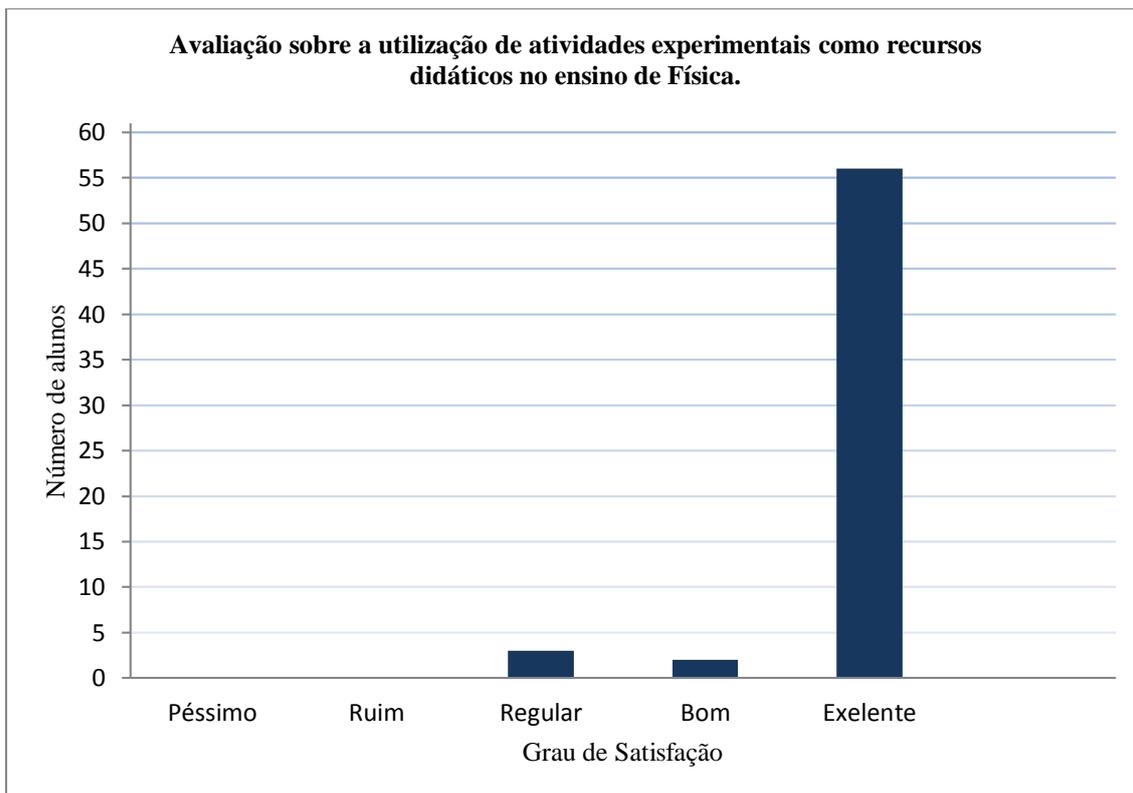


Gráfico 9: Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.

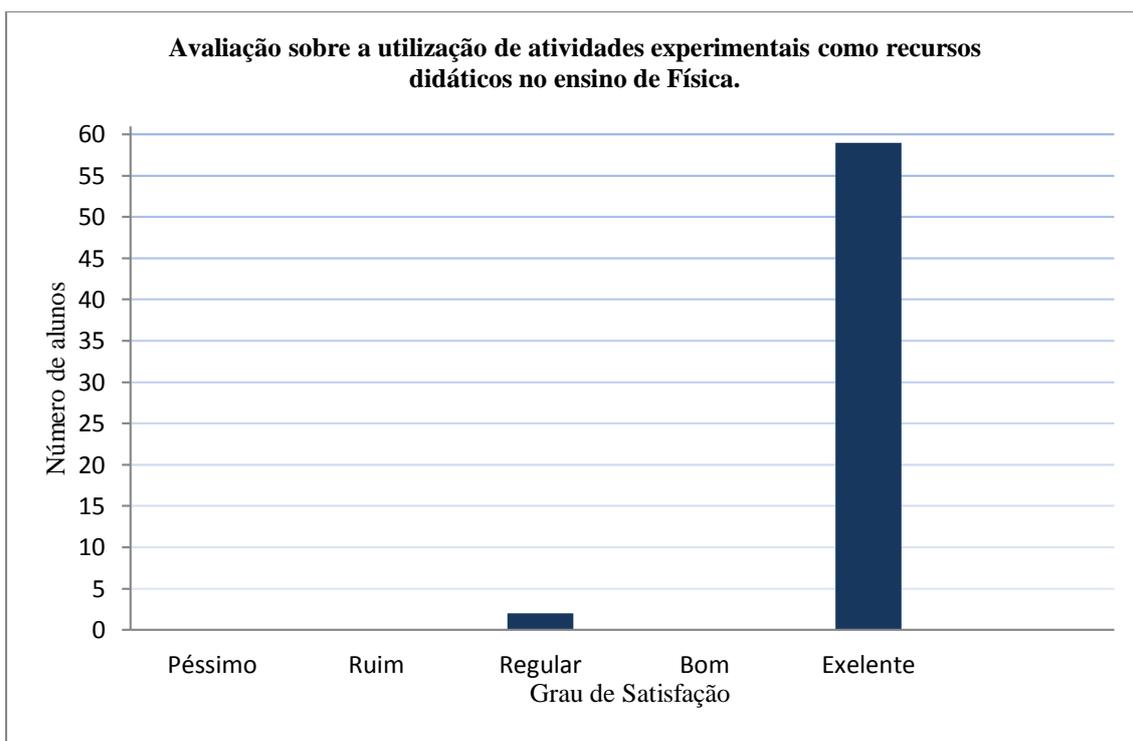


Gráfico 10: Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.

Analisando os gráficos acima, podemos observar que em média 87% dos alunos assinalaram como excelente e 10% assinalaram como bom a utilização das atividades experimentais nas aulas de Física. Ou seja, tais resultados nos levam a inferir que as atividades experimentais nas aulas de Física foram importantíssimas para a aprendizagem dos alunos. Também é observado nos gráficos que nenhum aluno assinalou ruim ou péssimo, levando a crer que, mesmo aqueles alunos que não gostam da disciplina veem as atividades experimentais como uma maneira diferente de aprender Física.

A seguir, mostraremos como os alunos avaliaram o aparato experimental (elevador hidráulico) desenvolvido neste trabalho, para isso seguem mais 6 gráficos.

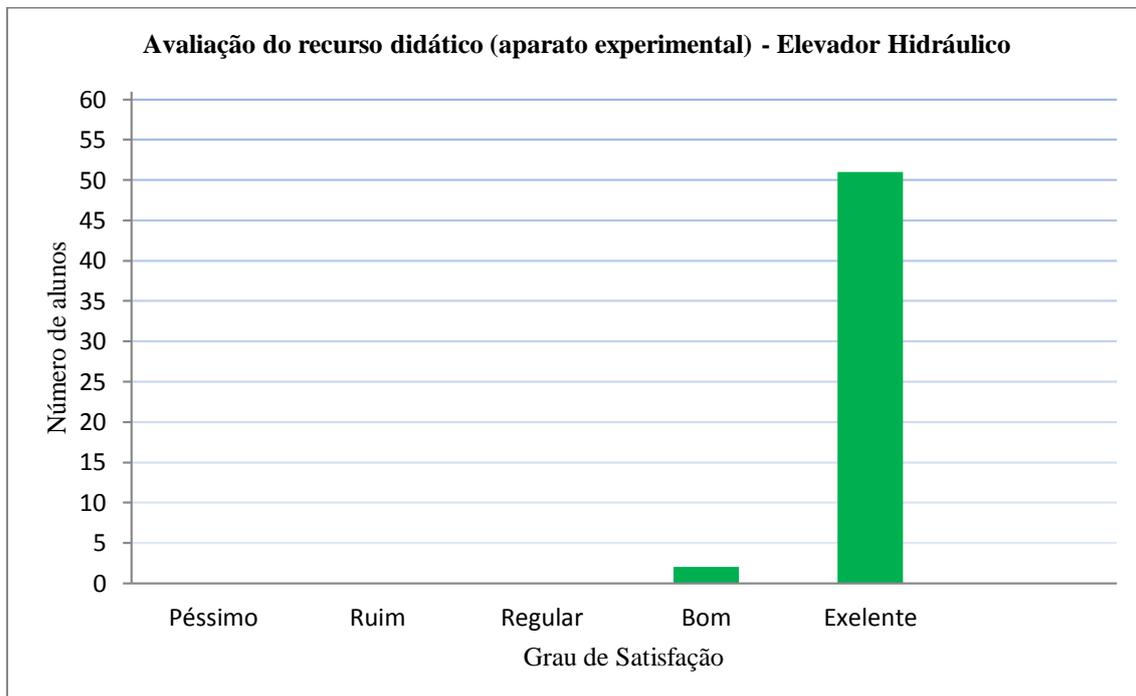


Gráfico 11: Como você avalia a qualidade desse recurso didático?

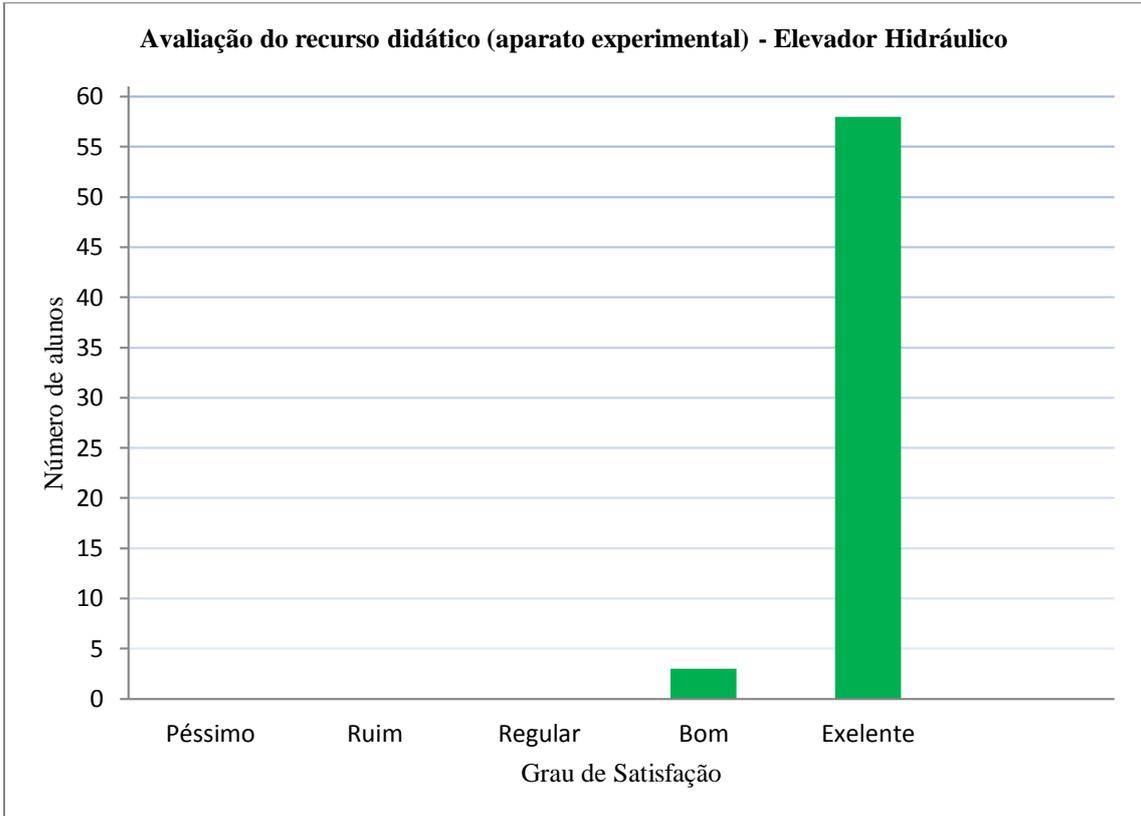


Gráfico 12: Qual a sua opinião em relação ao layout e estrutura do elevador hidráulico?

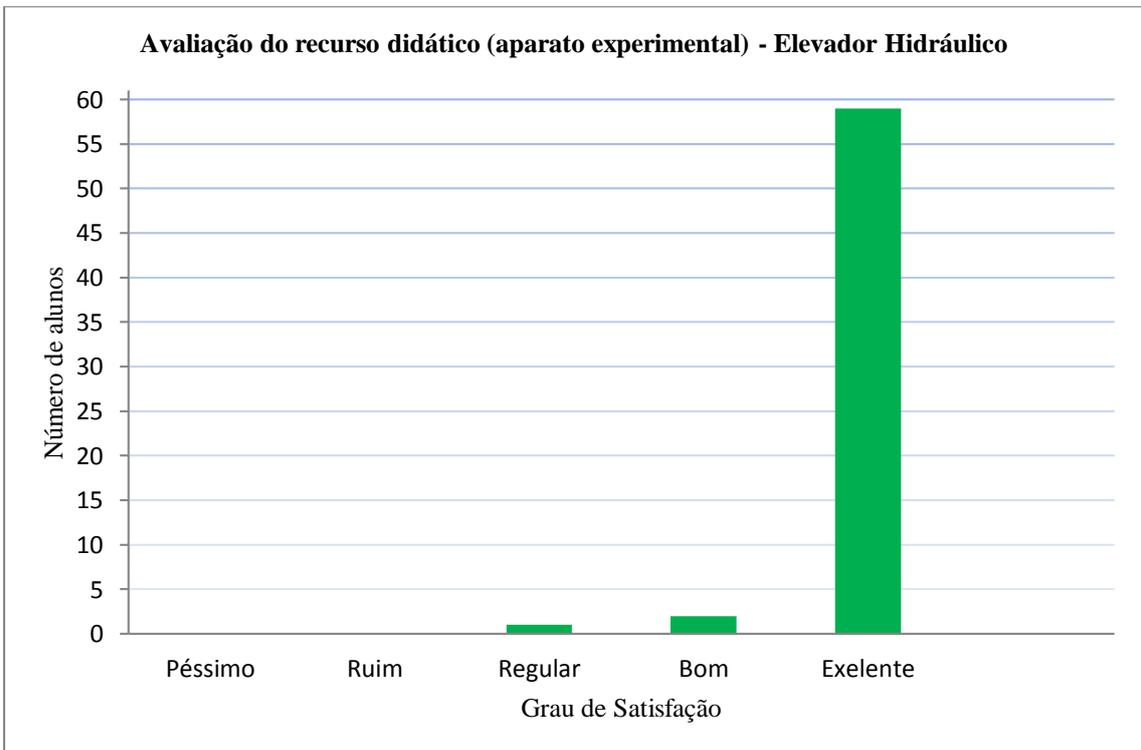


Gráfico 13: Em relação ao manuseio do elevador hidráulico, como você avalia?

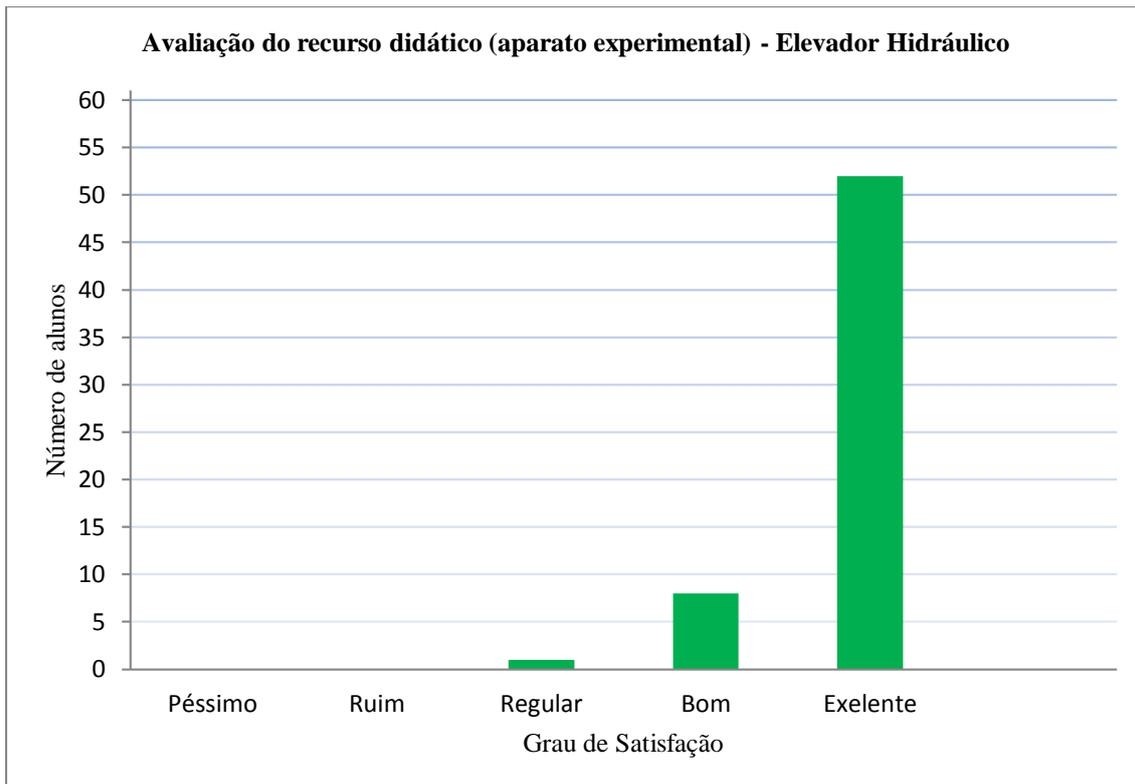


Gráfico 14: Como você considera a aplicabilidade do elevador hidráulico para a compreensão do Princípio de Pascal?

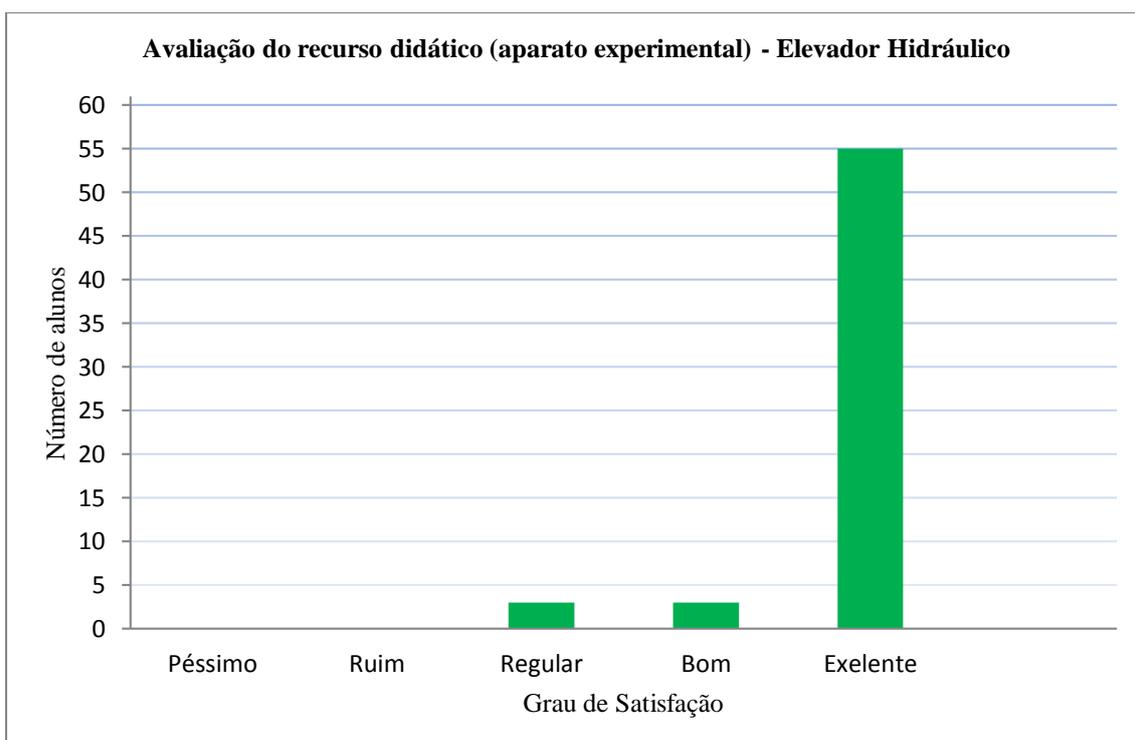


Gráfico 15: A relação entre Força/Área é bem evidenciada nesse recurso didático?

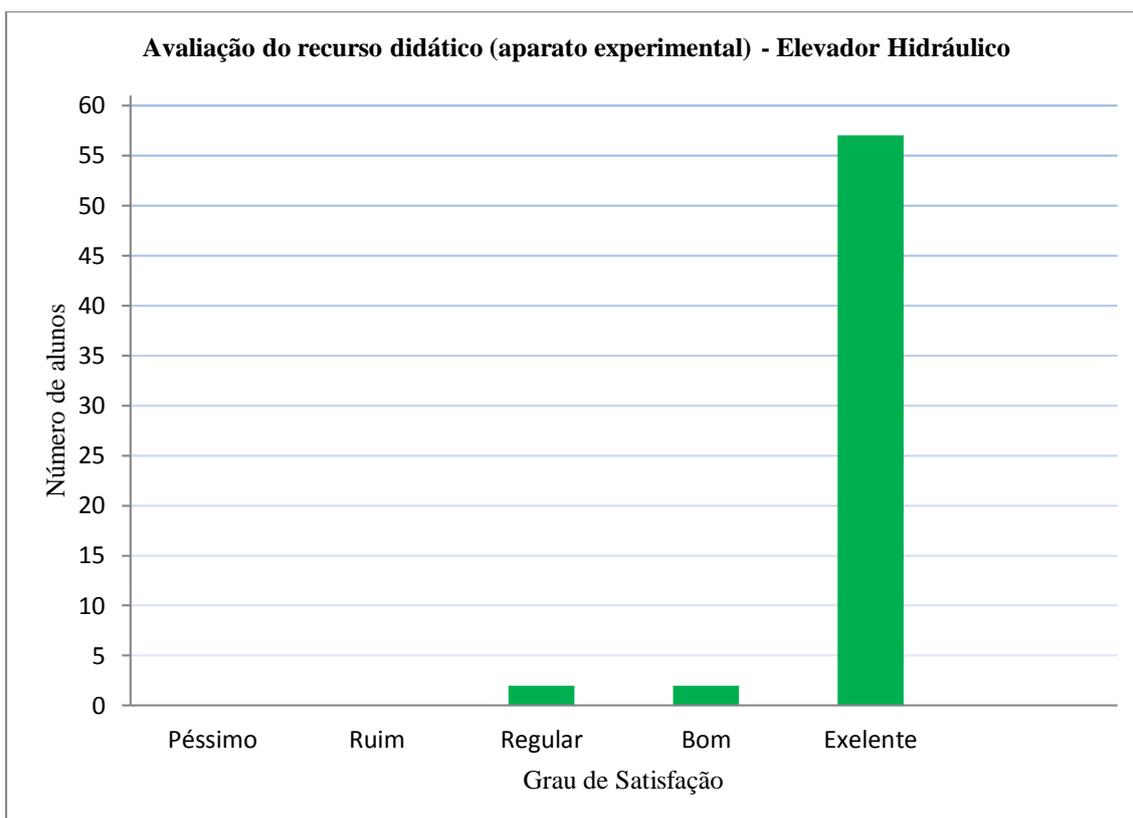


Gráfico 16: Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de mostrar elevador hidráulico como um multiplicador de forças?

Na avaliação do aparato experimental os resultados foram mais satisfatórios, pois em média 90% dos alunos assinalaram como excelente e 7% assinalaram como bom, ou seja, realmente o esperado foi alcançado, os alunos conseguiram compreender e assimilar o princípio de Pascal na utilização do elevador hidráulico.

O que se percebe com o resultado em relação ao grau de satisfação do aluno neste questionário aplicado é que, mesmo que a escola não tenha um laboratório de ciências para realização de aulas práticas experimentais é importante que o professor leve para a sala de aula convencional atividades experimentais para despertar no aluno interesse pela disciplina e confrontar a teorias científicas com o senso comum.

Observamos, também, que as aulas tornam-se muito mais dinâmicas com a interação dos alunos e os instrumentos experimentais, pois surgem dúvidas, ideias e questionamentos que mostram ser ricas em possibilidades de aprendizagem nos conteúdos abordados. O envolvimento dos alunos com as atividades experimentais

propostas no módulo didático foi evidente. Acreditamos que a aprendizagem dos conceitos de Fluidostática foi alcançada, no sentido amplo que inclui o princípio de Pascal.

Este trabalho não apresentou explicitamente uma medida quantitativa do aprendizado dos alunos. Porém, ele foi desenvolvido e realizado pensando em uma realidade das turmas em que leciono e que é uma realidade presente para um grande número de professores no Brasil. Professores que tem o objetivo de despertar o interesse científico em estudantes que são oriundos de uma educação em escolas públicas de má qualidade. São professores que lecionam para jovens e adultos estudantes, que em sua maioria, trabalham durante o dia para se manterem. Prender a atenção desses estudantes a fim de explicar teorias de Físicas, para eles complexas, é uma tarefa difícil para nós professores que convivemos com essa realidade.

Neste sentido, os resultados apresentados através dos gráficos acima mostram claramente que os objetivos pretendidos com este trabalho foram alcançados. Além disso, apesar de não ter sido possível uma medida quantitativa, as observações que realizamos durante e após a aplicação do produto nas turmas nos mostraram um aprendizado pelos alunos do conteúdo científico ensinado. Pudemos observar que o rendimento qualitativo do aprendizado dessas turmas foi maior com a utilização da metodologia adotada no presente produto quando comparado com o rendimento de turmas de anos anteriores onde o produto não foi aplicado.

Outro fato importante que vale a pena ressaltar é a construção do elevador hidráulico e sua utilização como ferramenta para ensinar conceitos de Fluidostática. Em escolas onde não se tem um laboratório de ciências, isso tornou possível a realização de uma aula experimental com baixo custo onde possibilitou aos estudantes o manuseio do kit permitindo que eles pudessem interagir com os fenômenos, algo antes visto apenas de forma estática nos livros.

8. Considerações Finais

Este trabalho foi pensado a partir de alguns questionamentos fundamentais na prática de ensino de um professor de Física no Ensino Médio. Poderíamos fazer algumas perguntas para poder entender isso, como: Por que ensinar Física? Para quem ensinar Física? Como ensinar Física? Refletir sobre essas perguntas, não nos traz uma resposta concreta, pois se trata mais de fazer uma análise consciente por um conjunto de objetivos e artifícios do que a busca de uma única resposta.

A adoção de um modelo no ensino de Física utilizando como metodologia ensino por investigação e experimentação confrontando com a teoria, são as opções feitas neste trabalho na produção e aplicação do módulo didático. Com a utilização de atividades experimentais de Física no Ensino Médio como propõe o módulo, conclui-se que a Física pode ser uma disciplina divertida e chamativa, onde os alunos não se preocupem em apenas resolver problemas sugeridos em livros e sim viver a dinâmica de uma experimentação e poder compreender a Física por trás dos experimentos, tornando a disciplina mais atraente, motivando na aprendizagem dos alunos.

Nota-se que com a exposição das experiências, explicação dos fenômenos envolvidos e com o contato dos alunos com aparato experimental, pôde-se concluir que alguns dos erros conceituais prévios dos alunos foram superados. Este trabalho vem esclarecer a utilização das atividades experimentais propostas, como sendo um dos instrumentos de ensino possíveis de serem empregados para a aprendizagem de Física no ensino médio. Assim, a questão de utilização de atividades experimentais, no que diz respeito à prática docente, esteve em pauta durante toda a elaboração dessa dissertação.

O planejamento do módulo didático composto por oito aulas foi feito tendo em vista os conceitos de Fluidostática dando ênfase ao princípio de Pascal. Para isso, a opção pela construção do elevador hidráulico foi de justamente mostrar o princípio de Pascal em uma situação concreta, mostrando que ele é um dispositivo multiplicador de forças.

A experimentação como tática de ensino que vincule dinamicamente a Física com vivências do aluno. Excede a visão desconjuntada e distante, os meros fardos de assuntos a serem reproduzidos sem inserções ou inter-relações de fato problematizadoras das formas de observar e lidar com circunstâncias, fatos e

fenômenos, nos viveres de dentro e fora do ambiente escolar. Isto é, almeja-se valorizar a visão do conhecimento como um mediador dinâmico, capaz de associar a prática com a teoria, a ciência com o cotidiano, e vice-versa. Nisto, da óptica de professor por profissão, é impossível ignorar que as atividades experimentais valerão à pena, previamente pelo seu potencial de envolvimento com alunos nas aulas de Física.

A interação dos alunos com as aulas práticas experimentais foi notável. Acreditamos que foi obtida a aprendizagem dos conceitos do princípio de Pascal com a utilização do elevador hidráulico. Acreditamos também, que o trabalho em questão é uma opção para que os professores procurem melhores as vias de ensinar física empregando a prática experimental e que possa voltar à sala de aula como instrumento útil, colaborando de alguma maneira com a prática docente no ensino médio.

Referências Bibliográficas

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. **Ciência e tecnologia e Investigação – ação na formação de professores de ciências**. Ciência e Educação, Bauru, SP, vol.07, n.02, p.78-90, 2001.

BORGES, A. T. **Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências**. Cad. Bras. Ens. Fís., vol. 19, n.3, 2002. (Reeditado em vol.21, Edição Especial, nov. 2004).

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)** - Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - FÍSICA. Brasília: MEC/SEC, 2006.

BRITO, S et al. **Apoio Automatizado à mediação da aprendizagem baseada em experimentos**. Novas Tecnologias da Educação, CINTED-UFRGS. vol.3, n.2, nov. de 2005 .

CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: **Física Clássica, 1: Mecânica** - vol.1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual, 2012.

CARVALHO, A. M. P.; GARRIDO, E. **Reflexão sobre a prática e qualificação da formação inicial docente**. Cad. Pesq. Fund. Carlos Chagas, São Paulo, vol.107, p.149-168, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; GONÇALVES, M. E. R. **Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n.111, p.71- 88, 2000.

CASSARO, Renato. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 76f. Departamento de Física de Ji-Paraná, Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2012.

CHAVES, Alaor, SAMPAIO, J.F.: **Física Básica: Mecânica** - Rio de Janeiro: LTC, 2007.

Ciências da Natureza e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, p.22 - 84, 1999.

DARRIGOL, O. **Hydrodynamics and hydraulics**. In: HEILBRON, J. L. (Ed.). The Oxford Companion to the History of Modern Science. Oxford: Oxford University Press, p.389–391, 2003.

DELIZOICOV D. **Problemas e Problematisações**. In: Maurício Pietrocola. (Org.). Ensino de Física - conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. 1ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, p.125-150, 2001.

- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNANBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- EDGEWORTH, R.L., & EDGEWORTH, M (1811). **Essays on practical education**. London: Johnson.
- FREIRE JUNIOR, O. **A relevância da filosofia e da história da ciência para o ensino de ciência**. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). Epistemologia e ensino de ciências. Salvador: Arcádia, p.13-30, 2002.
- GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola. Experimentação e ensino de Ciências, n.10, p.43-49, 1999.
- GUALTER, NEWTON, HELOU: **Tópicos de Física** – vol.1, 17ª ed., Saraiva, 2007.
- HALLIDAY D., RESNICK R. e WALKER J.; **Fundamentos de Física**, vol. 2, 8ª ed., LTC Editora, 1996.
- HAYES, B. E. **Medindo a Satisfação do Cliente**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- HODSON, D. **Teaching and learning science: Towards a personalized approach**. Buckingham: Open University Press, 1998.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003. (Coleção Educação em Química). MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- MORAES, A. M. e MORAES, I. J. **“A avaliação conceitual de força e movimento”**. Rev. Bras. Ens. Fís., vol.22, n.2, p.232-246, 2000.
- OLIVEIRA, M. Kohl de. **Vygotsky:aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.
- SPANBAUER, S. J. **Um sistema de qualidade para a educação**. 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.
- THOMAZ, M. F. **“A experimentação e a formação de professores: uma reflexão”**. Cad. Cat. Ens. Fís., vol.17, n.3, p.360-369, 2000.
- VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Cad. Cat. Ens. Fís., vol.15, n.2, p.121 – 135, 1998.
- VIGOTSKII, L.S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone: Editora da USP, 1998.

VIGOTSKII, Lev S. **A formação social da mente**. 6ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998 a.

_____. **Pensamento e linguagem**. 2ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998b.

_____. **Obras Escogidas II**: Problemas de Psicología General. Madrid: Visor, 1982.

_____. **Obras Escogidas III**: Problemas de desarrollo de la psique. Madrid: Visor, 1995.

Apêndice A

Construção do Elevador Hidráulico

ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO ELEVADOR HIDRÁULICO

1. Aparato Experimental

1.1. Descrição do Experimento

A proposta desse experimento é desenvolver um aparato bem parecido com um elevador hidráulico, utilizando um sistema hermeticamente fechado formado por seringas, conexões pneumáticas e tudo do tipo PU como mostra a Figura 1.

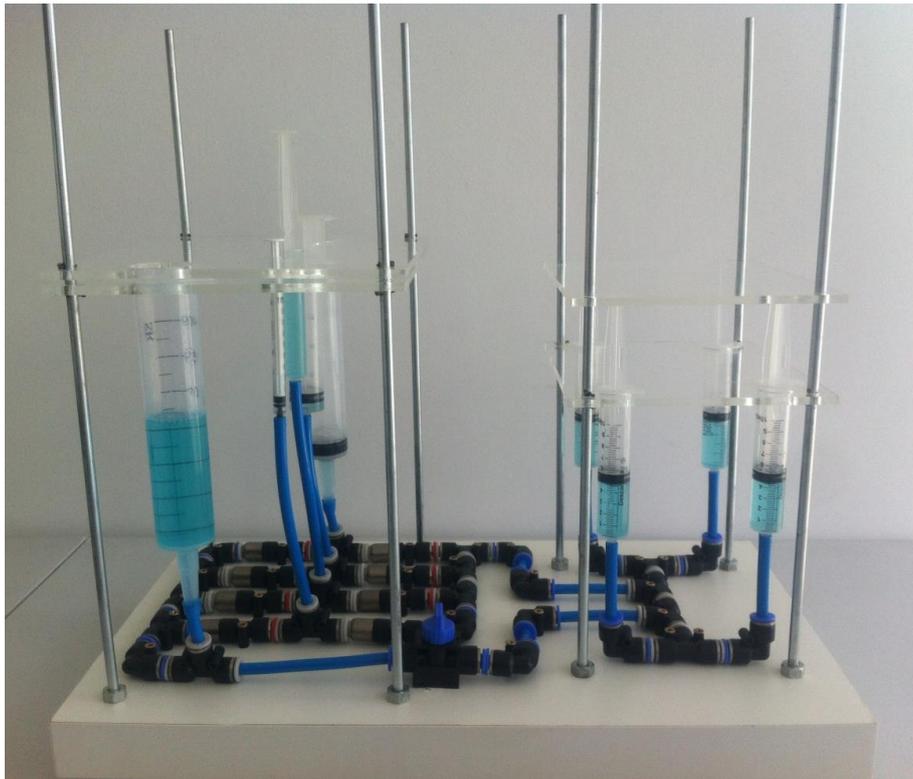


Figura 40: Vista lateral do aparato completo - Elevador Hidráulico

O funcionamento desse elevador hidráulico é baseado na transmissão de pressão exercida nas colunas (seringas) da plataforma de acionamento, até as outras colunas (seringas) da plataforma de elevação, elevando o objeto sobre a plataforma de elevação.

O elevador hidráulico utiliza três partes diferentes que compõe o sistema fechado, o primeiro composto por cinco seringas uma de 1ml, 5ml, 20ml e duas de 60ml que compõe a plataforma de acionamento, o segundo composto por quatro seringas iguais à 10ml que compõe a plataforma de elevação e o terceiro é um sistema hidráulico que foi montado utilizando conexões pneumáticas de 6mm. Essas três partes são ligados utilizando tubos do tipo PU de 6mm e alimentado por um fluido incompressível, fazendo com que o sistema fique hermeticamente fechado.

A utilização de experimento consiste em pressionar um dos êmbolos das seringas da plataforma de acionamento, contendo o fluido incompressível, fazendo com que este eleve um objeto posto sobre os êmbolos das seringas de 10 ml da plataforma de elevação.

Este processo é realizado através da ligação das três partes que compõe o sistema em conjunto, completamente cheio de fluido incompressível e sem nenhuma bolha de ar. A força aplicada nos êmbolos das seringas da plataforma de acionamento produz uma pressão sobre o fluido, que é transmitida as outras partes do sistema, fazendo com que o objeto posto sobre os êmbolos das seringas da plataforma de elevação seja elevado.

Na utilização do experimento devem-se pressionar as quatro seringas da plataforma de acionamento uma de cada vez, para verificar que com o aumentando da área da secção transversal de cada seringa, haverá também um aumento de força necessário para elevar o objeto que se encontra sobre os êmbolos das seringas da plataforma de elevação.

2. Aparato Experimental

2.1. Material

1. Uma base de madeira MDF de dimensão 24 cm x 40 cm;
2. Oito hastes em metal de $\frac{1}{4}$ com rosca em uma das pontas;
3. Quatro seringas com capacidade para 10 ml;
4. Uma seringa com capacidade para 1 ml;
5. Uma seringa com capacidade para 5 ml;
6. Uma seringa com capacidade para 20 ml;
7. Duas seringas com capacidade para 60 ml;
8. Quinze conexões pneumáticas TEE (T) igual inst. 6 mm;
9. Onze conexões pneumáticas cotovelo igual inst. 6 mm;
10. Oito conexões pneumáticas união igual inst.6 mm com retenção;
11. Uma válvula pneumática bloqueio 6 mm tubo/tubo;
12. Dois metros de tubo PU 6 mm;
13. Duas placas de acrílico 13 cm x 16 cm;
14. Duas placas de acrílico 16,5cm x 21 cm.

1. Base em MDF	2. Haste $\frac{1}{4}$ com rosca
	
3. Seringa 10 ml	4. Seringa 1 ml
	

5. Seringa 5 ml	6. Seringa 20 ml
	
7. Seringa 60 ml	8. Conexão pneumática TEE (T)
	
9. Conexão pneumática cotovelo	10. Conexão união com retenção
	
11. Válvula pneumática bloqueio	12. Tubo PU 6 mm
	
13. Placas de acrílico 13 cm x 16 cm	14. Placas de acrílico 16,5 cm x 21 cm

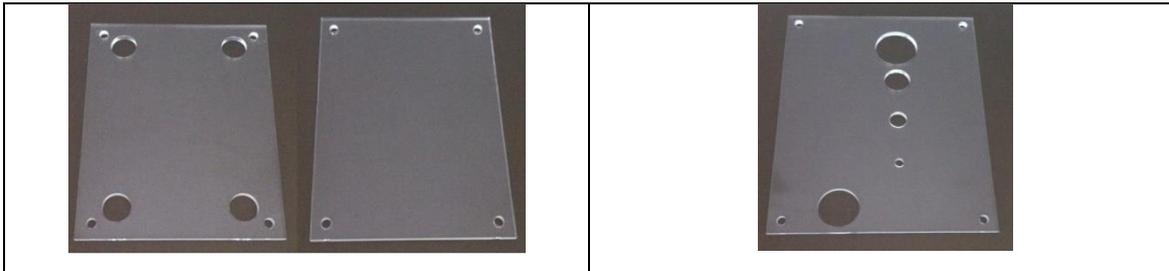


Tabela 1: Fotos de cada material que será utilizado na montagem do elevador hidráulico

Antes de descrever detalhadamente a montagem do elevador hidráulico, vejamos algumas das partes que compõe o aparato experimental, para que tenhamos uma visão geral do aparato.



Figura 41: Vista superior do aparato completo.

Foi criado um sistema hidráulico (parte 4) hermeticamente fechado utilizando conexões pneumáticas tubo PU (mangueira), seringas e um fluido incompressível necessário para transmitir a pressão exercida para todo do sistema, além disso, para a estruturação utilizamos uma base de madeira, hastes de metal e placas de acrílico, tudo isso para compor uma estrutura semelhante a um elevador hidráulico (partes 1, 2 e 3).

Podemos dizer que o aparato é composto essencialmente por quatro partes fundamentais, são elas:

- 1) Base do Aparato (parte 1)
- 2) Plataforma de Acionamento (parte 2)
- 3) Plataforma de Elevação (parte 3)
- 4) Sistema hidráulico (parte 4)

Para que tenhamos uma ideia mais clara da disposição das partes vejamos as figuras a seguir:

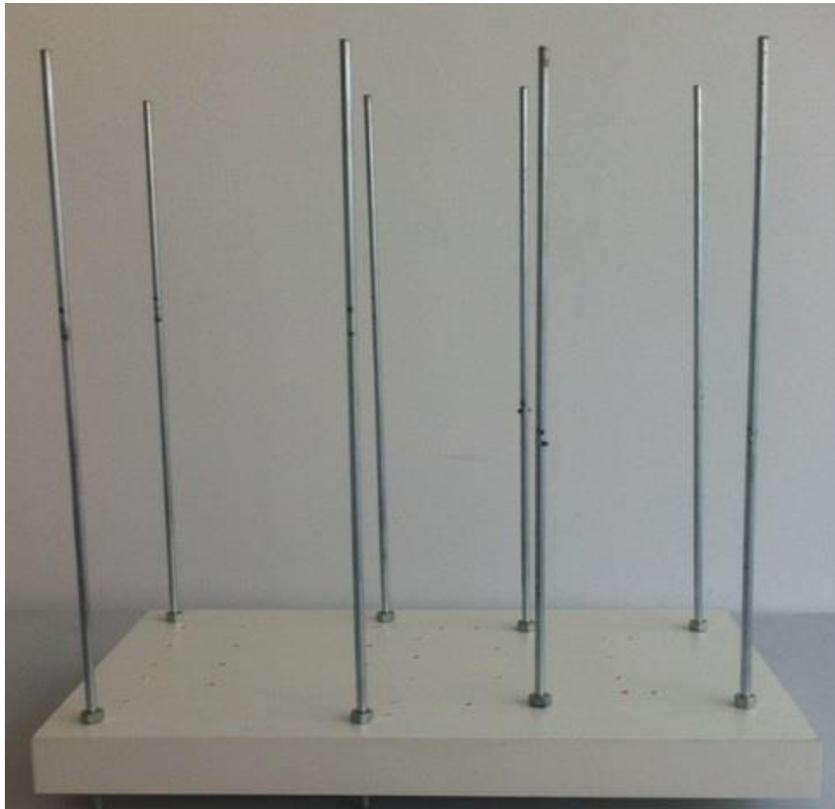


Figura 42: Vista lateral da base em MDF, com as hastes fixadas.



Figura 43: Vista lateral da plataforma de acionamento: haste + seringas + placas em acrílico.



Figura 44: Vista lateral da plataforma de elevação: haste + seringas + placas em acrílico.



Figura 45: Vista superior do sistema hidráulico, composto pelas conexões e tubos PU.

Passemos agora à descrição detalhada de cada parte principal que compõe o aparato:

- Parte 1: Base do Aparato

Base retangular em MDF, de dimensões (24 cm x 40 cm)

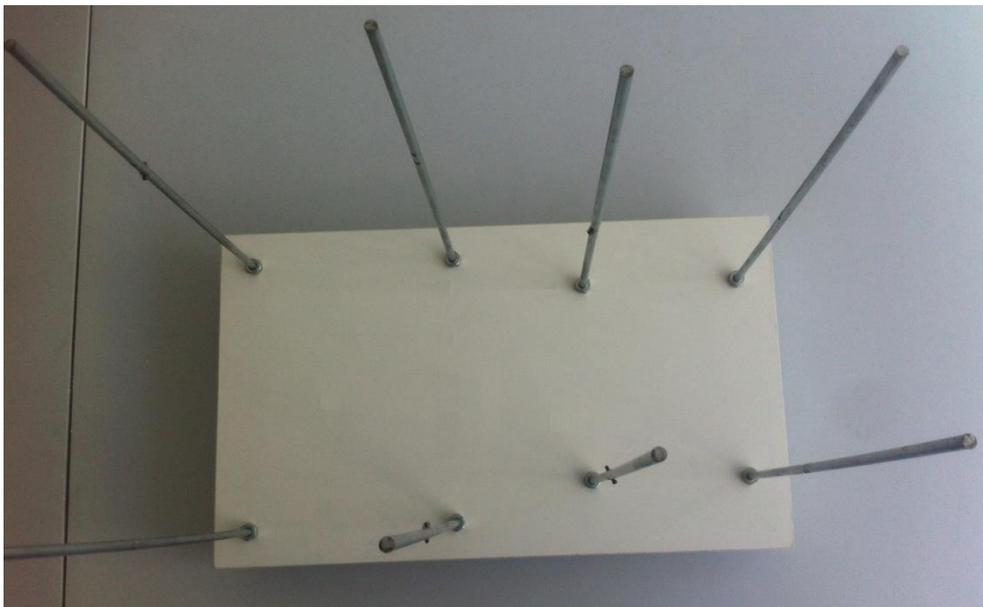


Figura 46: Vista superior da base do aparato: base em MDF + hastes de metal.

Na estrutura de MDF, são montadas duas plataformas utilizando as hastes de metal e as placas de acrílico. As placas de acrílico foram cortadas sob medida por profissionais da área de acordo com o diâmetro de cada seringa e também com o diâmetro das hastes de metal.

As plataformas são divididas da seguinte forma: uma para aplicação de forças, que foi chamado de plataforma de acionamento, onde serão necessárias duas placas iguais às mostradas na figura 8 e outra que servirá para erguer objetos, chamada de plataforma de elevação, onde serão utilizadas as placas mostradas na figura 9.

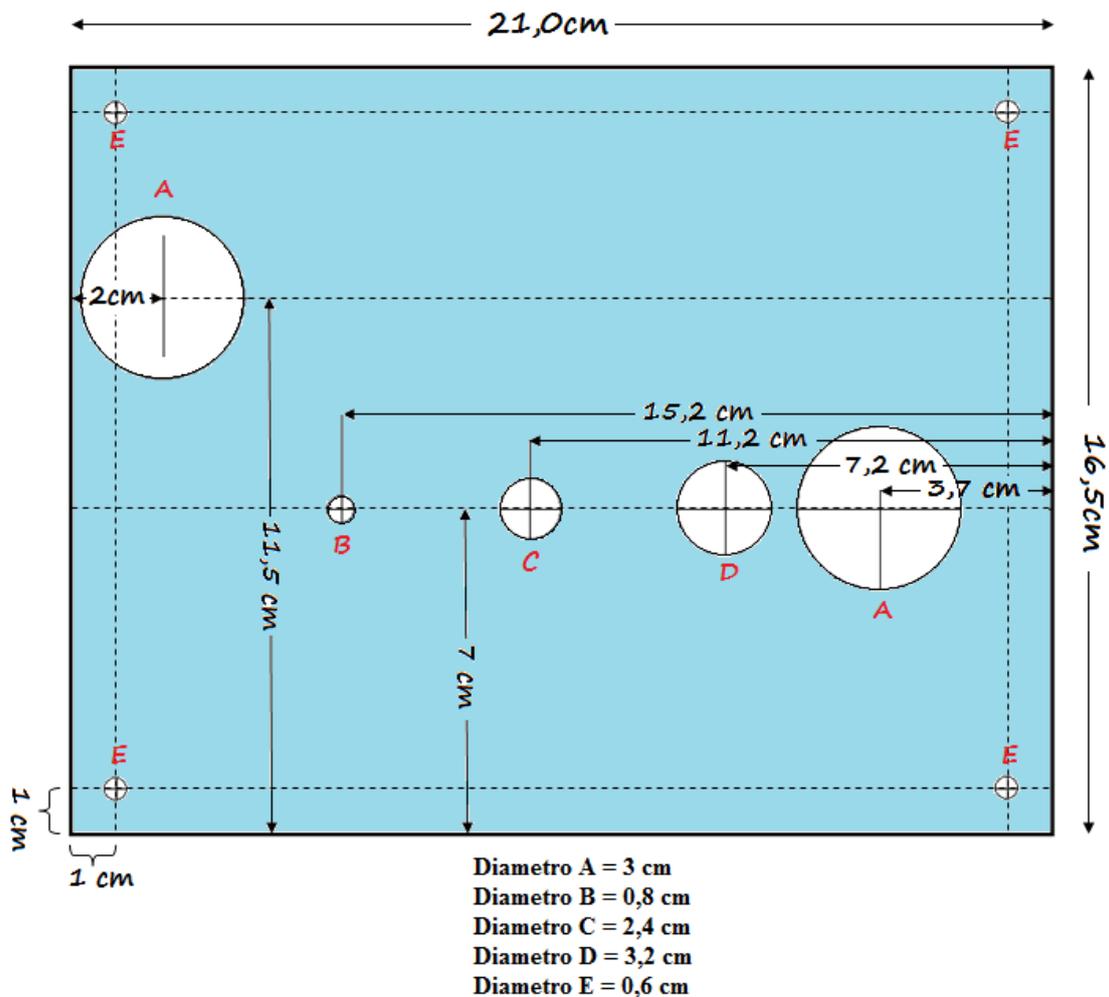


Figura 47: Gabarito da placa para plataforma de acionamento.

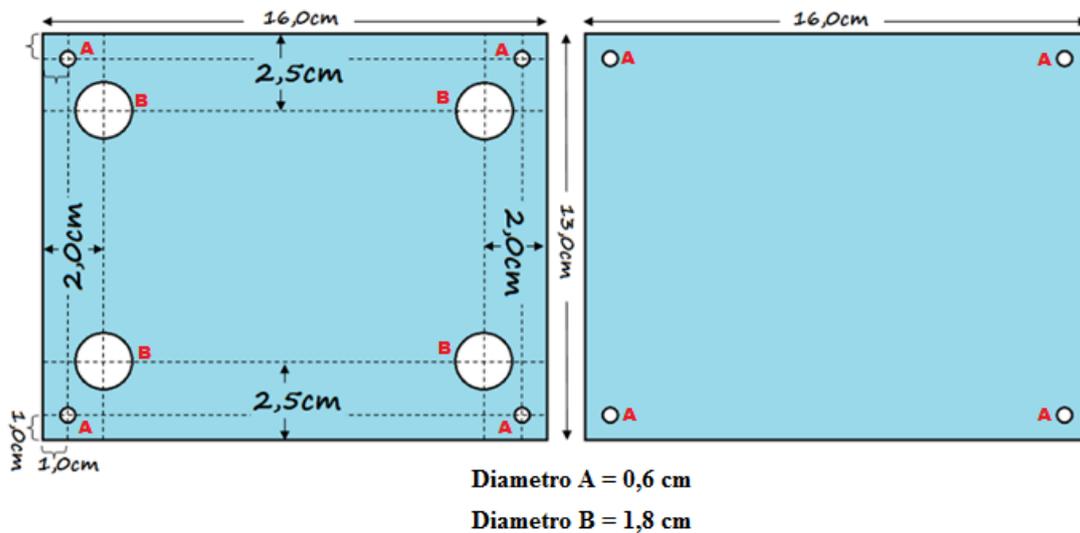


Figura 48: Gabarito das placas para a plataforma de elevação.

A disposição dos furos nas placas que compõe as plataformas de acionamento e a plataforma de elevação mostrada acima na figura 7 e na figura 8 foram feitos baseado no sistema hidráulico composto pelas conexões pneumáticas, que será mostrado com mais detalhe na montagem do aparato. Todas as medidas entre os furos mostradas nas figuras devem ser obedecidas para não haver problema na montagem.

- Parte 2: Plataforma de Acionamento

Na plataforma de acionamento contém cinco seringas com volumes diferentes, onde, uma de 60 ml serve como reservatório para o fluido alimentar o sistema hidráulico e as outras quatro de: 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml que serve para acionar a plataforma de elevação, de tal modo que, após ser aplicada uma força no êmbolo de uma dessas quatro seringas, a mesma produzirá uma pressão no fluido que será transmitida para todo o sistema, elevando o objeto que se encontra na plataforma de elevação. Dependendo da seringa que foi aplicada a força, esse objeto pode ser erguido com maior ou menor facilidade.



Figura 49: Vista lateral da plataforma de acionamento: conjunto (haste + placas + seringas).

- Parte 3: Plataforma de Elevação

Já a plataforma de elevação contém quatro seringas de volume iguais a 10 ml, onde seus êmbolos deverão subir sincronizados após receber a pressão transmitida pela plataforma de acionamento através do fluido que compõe o sistema.



Figura 50: Vista lateral da plataforma de elevação: conjunto (haste + placas + seringas).

- Parte 4: Sistema Hidráulico

Para a construção do sistema hidráulico foram usadas conexões pneumáticas do tipo instantâneas e tubo PU em nylon, mostradas na tabela 1, todos com diâmetro de 6 milímetros. Este sistema composto pelas conexões pneumáticas é montado unindo 15 conexões em TEE, 11 conexões cotovelo, 8 conexões união com retenção e 1 válvula de bloqueio, utilizando o tubo PU como fechamento. Essas conexões pneumáticas junto com as seringas formam o sistema hidráulico hermeticamente fechado.



Figura 51: Vista frontal superior do sistema hidráulico: apenas as conexões.

As conexões união de retenção citadas anteriormente foram colocadas no sistema de acionamento entre as seringas da plataforma de acionamento permitindo que o fluido do reservatório seja aspirado pelas seringas e impedindo que o fluido retorne ao reservatório quando o mesmo for expelido no acionamento.



Figura 52: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento e o reservatório, evitando o retorno do fluido para o reservatório).

Essas conexões união de retenção, colocadas entre o sistema de acionamento e de elevação permitem também que o fluido enviado pelo acionamento caminhe para as colunas do elevador, impedindo que o mesmo retorne para o sistema de acionamento. Dessa forma o fluido terá sempre um fluxo em apenas um sentido.

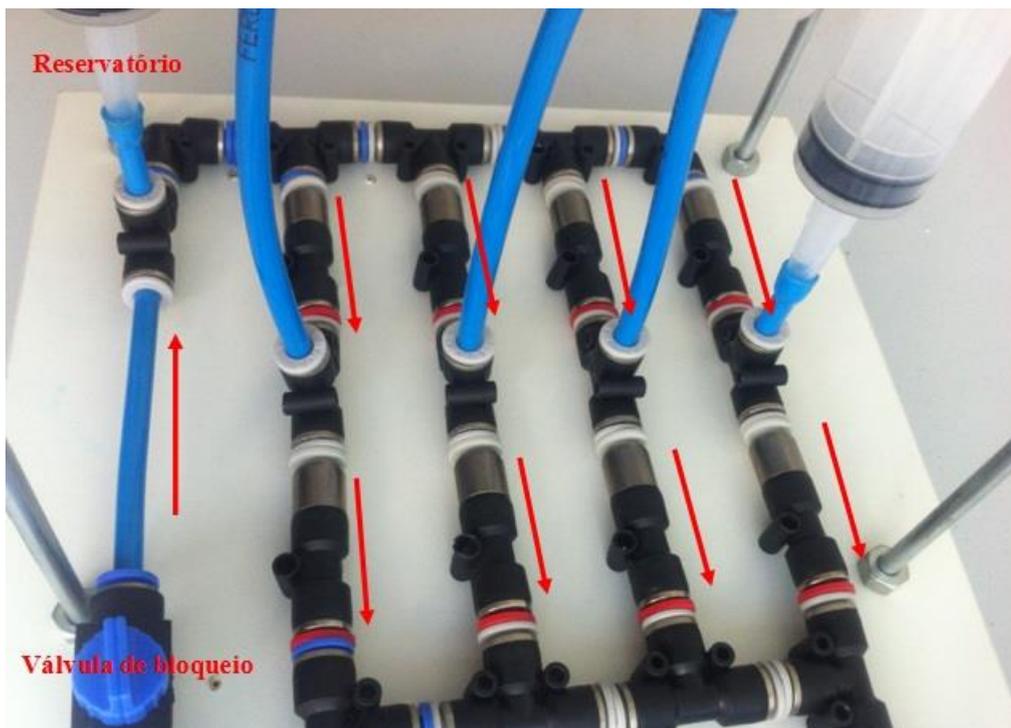


Figura 53: Vista das conexões união de retenção (entre as seringas da plataforma de acionamento, evitando o retorno do fluido, mantendo o fluxo em apenas um sentido).

As demais conexões servem apenas para guiar o fluido no sentido desejado e a válvula de bloqueio para fechar ou abrir o sistema para que o fluido acione o elevador hidráulico ou volte para o reservatório.



Figura 54: Válvula de bloqueio (utilizado para abrir e fechar o sistema).

Com todas essas partes do dispositivo citadas anteriormente trabalhando em perfeita harmonia, teremos um elevador hidráulico, onde teremos como explicar o Princípio de Pascal mostrando a relação entre a força aplicada nos êmbolos das seringas com as áreas de secção transversal da seringa, evidenciando a teoria do efeito multiplicador de força.

2.2. Montagem

Para a montagem do elevador hidráulico, além dos materiais descritos, precisaremos de algumas ferramentas, como furadeira de bancada, brocas, chave de boca, chave de fenda ou estrela.

Primeiramente, montaremos a estrutura do elevador, comece colocando as placas de acrílico em cima da base para servir de gabarito e marque onde serão feitos os furos na base para que sejam colocadas as hastes de metal, foi utilizada uma broca 7/32 polegadas para fazer os furos na base. Em seguida fixe as hastes na base de madeira, para isso utilize duas porcas, uma no final da rosca da haste e outra após ter passado pela base para que fique bem firme.

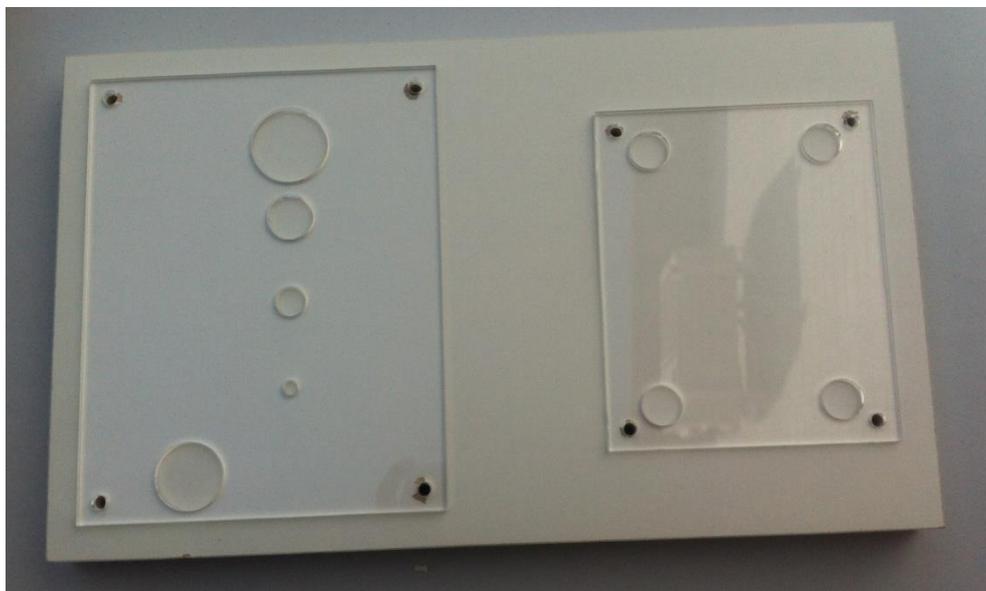


Figura 55: Placas de acrílico em cima da base para marcar onde serão os furos para as hastes de metal.

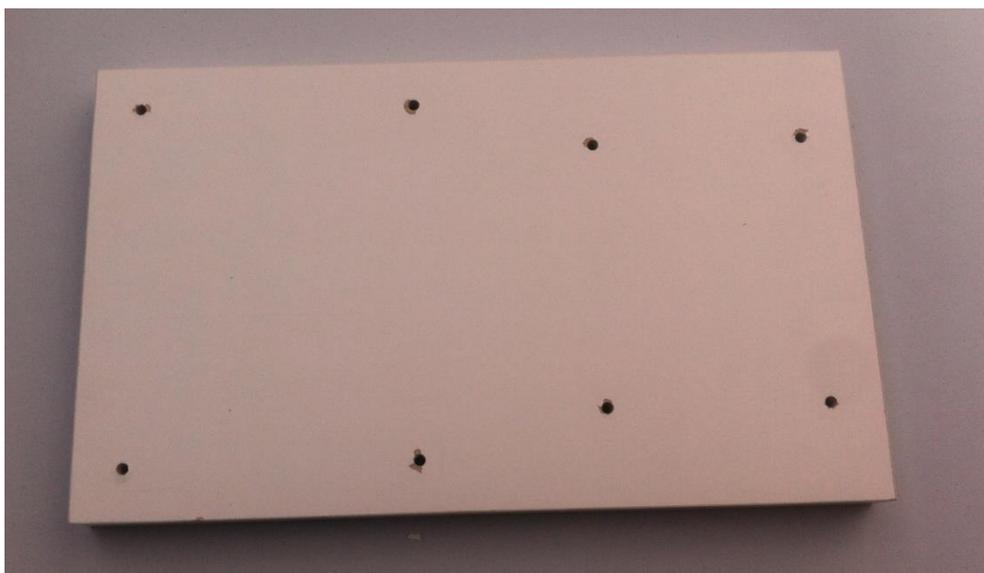


Figura 56: Base furada para receber as hastes de metal.



Figura 57: Hastes fixadas na base em MDF.



Figura 58: Vista de baixo mostrando como são fixadas às hastes na base.

Após ter feito a estrutura do elevador hidráulico, deve-se introduzir as placas de baixo em cada plataforma nas hastes e medir a altura em que vão ser fixadas, utilize as seringas de cada plataforma para que se tenha uma ideia de uma altura ideal. Para fixar as placas, foram feitos furos nas hastes com broca de 1 milímetro utilizando uma furadeira de bancada com baixa rotação e em seguida foi introduzido nesses furos pedaços de pregos com mesma espessura dos furos para que as hastes fiquem pressas e no mesmo nível. Lembrando que os furos nas hastes devem ser feitos após ser marcada a altura correta, para isso é necessário retirar as hastes da base para facilitar o processo de furação e depois recolocá-las.

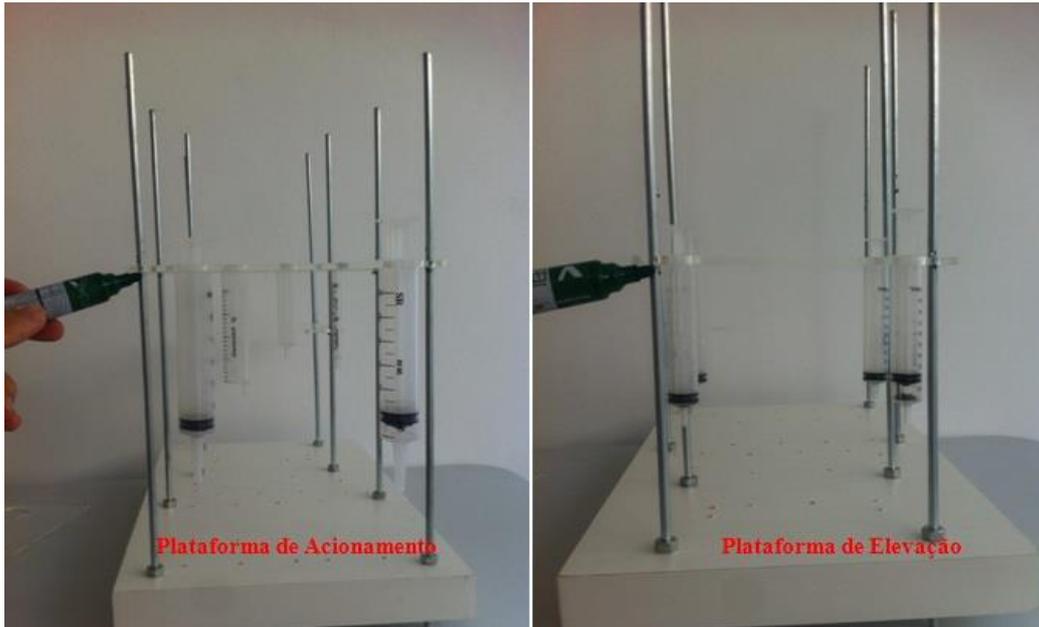


Figura 59: as placas de baixo em cada plataforma

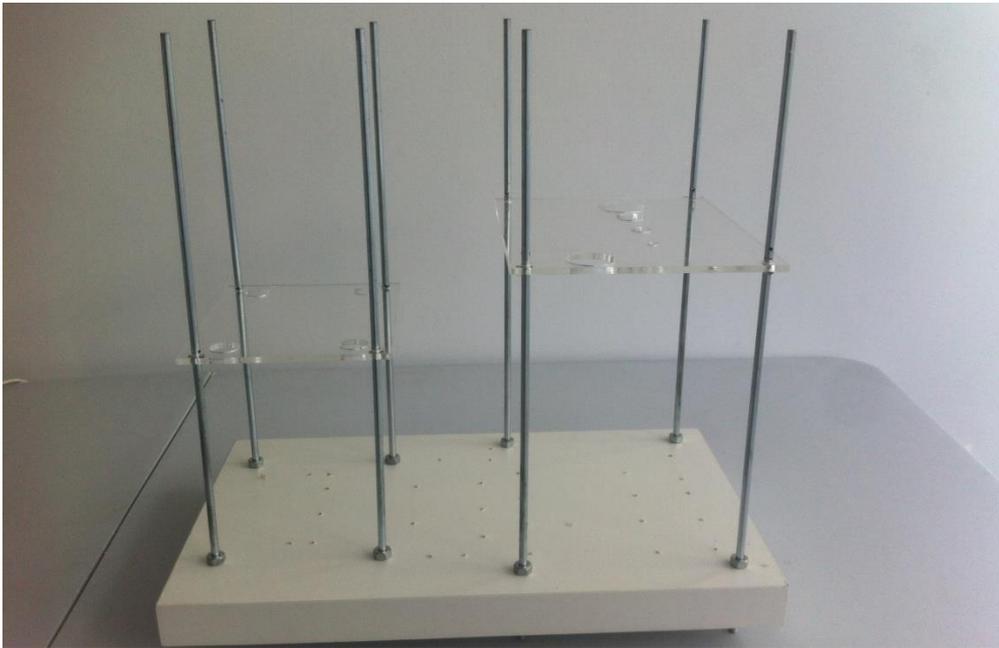


Figura 60: Placas de baixo de cada plataforma na altura ideal.



Figura 61: Hastes furadas por broca de 1 milímetro, após marcação da altura das placas.



Figura 62: Pedacos de pregos de mesma espessura dos furos que servirá para sustentação das placas de acrílico.

Colocando as placas da parte de baixo de cada plataforma, é hora de colocar as seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml na plataforma de acionamento e as quatro seringas de 10 ml na plataforma de elevação e em seguida fazer o fechamento com as placas da parte de cima. Na plataforma de elevação, a placa da parte de cima não pode ser fixada nas hastes, pois ela que servirá como apoio para o objeto quando as seringas de 10 ml da plataforma de elevação forem acionadas. Já a placa de cima da plataforma de acionamento deve ficar comprimindo as seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml com a placa de baixo, para que as mesmas não fiquem com folgas quando seus êmbolos forem puxados ou empurrados por meio de uma força.



Figura 63: Seringas de 1 ml, 5 ml, 20 ml e 60 ml que compõem a plataforma de acionamento.



Figura 64: Seringas de 10 ml que compõem a plataforma de elevação.



Figura 65: Placa de cima da plataforma de acionamento pressionando as seringas contra a placa de baixo, de modo que elas fiquem sem folgas.



Figura 66: Placa da parte de baixo fixa e a placa de cima móvel, para que o objeto colocado nessa plataforma seja elevado.

Na próxima etapa, montaremos o sistema hidráulico utilizando as conexões pneumáticas e os tubos PU de 6 mm para fazer o fechamento desse sistema, é importante que sempre que possível essas conexões fiquem unidas uma das outras, pois como citado anteriormente, as placas das plataformas foram furadas com base neste sistema. Assim os tubos devem ser cortados na medida correta para o fechamento. É importante também destacar que, quando as conexões de união com retenção forem coladas entre as seringas de acionamento, seja observado o sentido que o fluido passa por esta conexão, pois esse fluido deve seguir sempre um ciclo num único sentido.

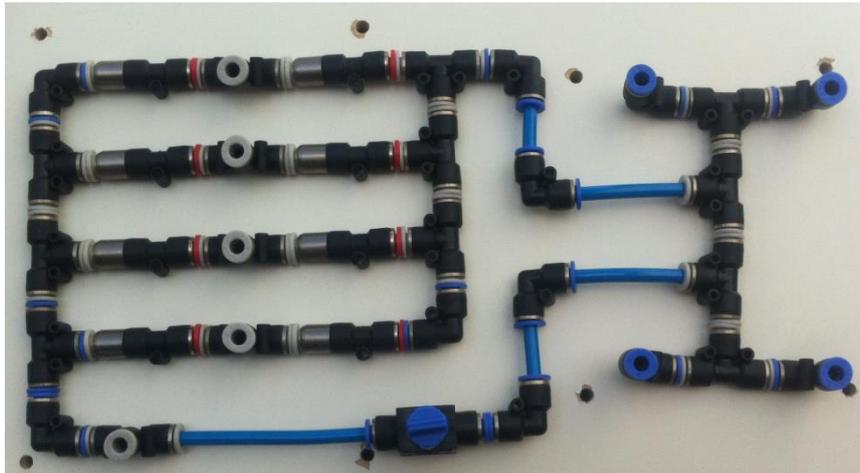


Figura 67: Sistema hidráulico utilizando as conexões pneumáticas e os tubos PU de 6 mm.

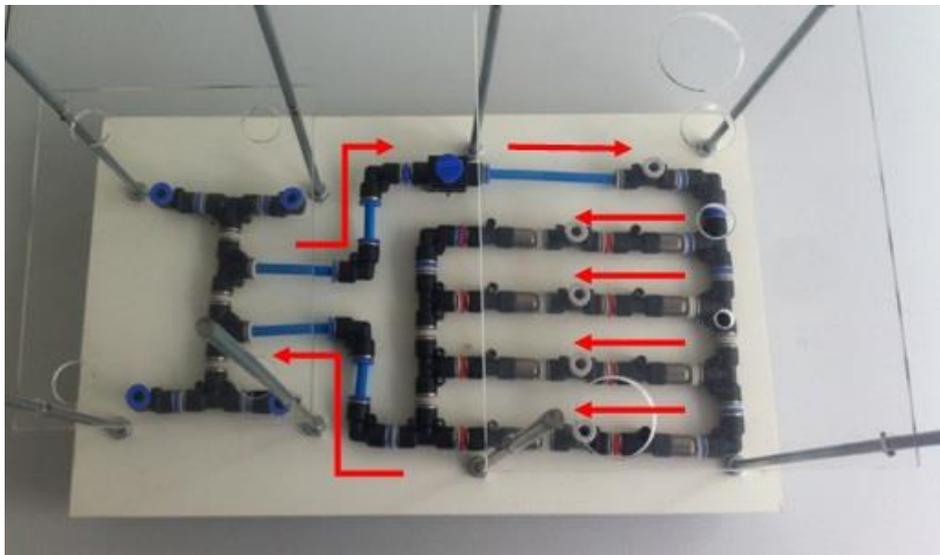


Figura 68: Esquema de como se dará o fluxo do fluido ao longo do sistema hidráulico.

Com todas as partes montadas corretamente, é necessário junta-las para finalizar o aparato - elevador hidráulico. Nesta fase da montagem, o sistema hidráulico deve ser fixado na base da estrutura do elevador com auxílio de parafuso, em seguida conectaremos o sistema hidráulico as seringas das plataformas utilizando os tubos PU para que o sistema fique hermeticamente fechado.

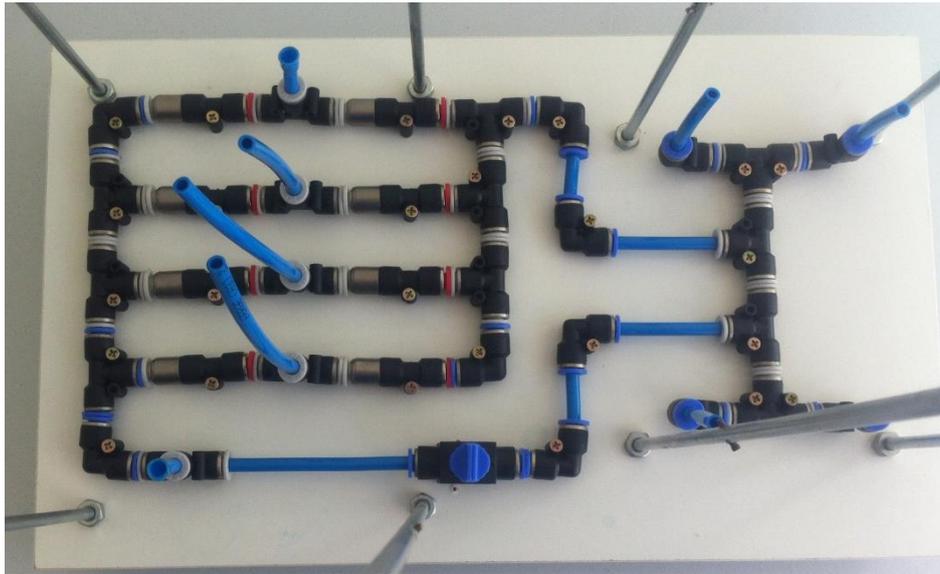


Figura 690: Sistema hidráulico parafusado na base de MDF.



Figura 701: Todas as partes do elevador conectados por tubos PU.

Como esse experimento foi idealizado para estudar o Princípio de Pascal, é necessário que seu sistema hidráulico seja alimentado por um fluido incompressível. Para ficar mais didático e fácil do aluno visualizar a coluna do fluido, é bom utilizar um

líquido de cor. Nunca utilizar óleo, pois as conexões pneumáticas utilizadas não são indicadas para o uso de óleo.



Figura 712: Fluido sendo adicionado ao sistema.

Com o elevador hidráulico terminado é importante testar e averiguar o seu funcionamento, para isso utilizou-se um objeto de aproximadamente 1,5 kg de massa. Após algumas repetições utilizando as seringas da plataforma de acionamento notaremos a diferença de força a ser aplicada nos êmbolos das seringas para erguer o objeto que se encontra na plataforma de elevação.

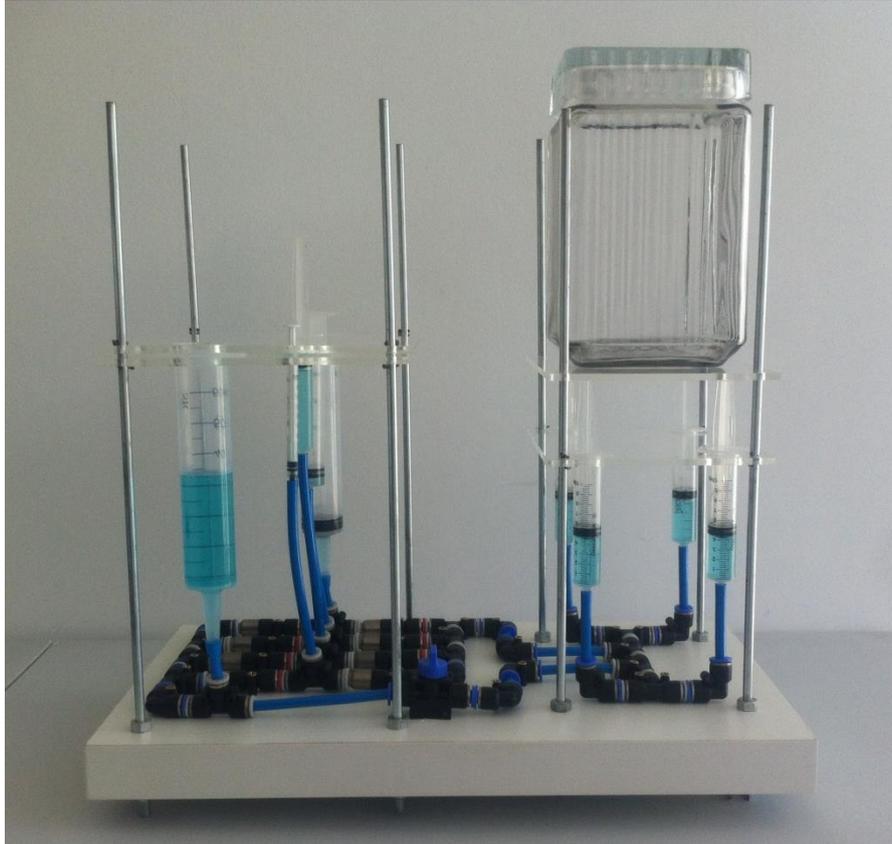


Figura 723: Elevador hidráulico em funcionamento.

3. Considerações Finais

A escolha deste experimento desde o início até toda a sua produção final me deixou muito satisfeito com o resultado final, acredito que sua aplicação será importante para que professores possam enfatizar a compreensão do Princípio de Pascal e mostrar aos seus alunos uma aplicação deste princípio em situação uma concreta, antes vista só em desenhos simplificados mostrados nos livros. Com o experimento o aluno vai poder sentir a força que esta sendo aplicada e assim, comprovar o princípio de Pascal.

A proposta de escolher esse experimento é também de mostrar a eficácia de aulas experimentais no ensino da física para alunos do Ensino Médio, explicado a eles o funcionamento de máquinas e aparelhos, confrontando as teorias científicas com as evidências experimentais, levando-os a previsões que possam ser testadas e estar aberto a questionamento e modificações, como propõe os Parâmetros Curriculares Nacionais de Física.

Os custos para confecção desse elevador hidráulico foi de aproximadamente R\$ 350,00. Este valor pode variar se optar em utilizar materiais mais simples. Por exemplo, é possível substituir as placas da plataforma por MDF ao invés de acrílico, pode-se utilizar menos seringas de acionamento, a base do elevador pode ser feita com uma madeira mais simples. No kit montado para este trabalho, o custo maior veio das conexões pneumáticas. Essas não podem ser substituídas por outras.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)** - Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - FÍSICA. Brasília: MEC/SEC, 2006.

CASSARO, Renato. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 2012. 76f. Departamento de Física de Ji-Paraná, Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2012.

PLAUSKA, Geraldo Claret. **Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos**. 2013. 87f. Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

Apêndice B

Módulo Didático

MÓDULO DIDÁTICO

Conteúdo geral do módulo:

Fluidostática

Conteúdo do módulo didático:

Princípios da mecânica em fluidos ideais e suas aplicações - Princípio de Pascal

Número de aulas previstas:

8 horas-aula

CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

- Pressão Atmosférica
- Vasos Comunicantes
- Princípio de Pascal

OBJETIVOS:

- Identificar a pressão em um ponto de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;
- Compreender o funcionamento de mecanismos hidráulicos simples (como prensas hidráulicas, freios hidráulicos, guindastes hidráulico);
- Relacionar o conceito de pressão a circunstâncias do dia-a-dia como: sugar líquidos por canudos, pressão sentida nos ouvidos ao mergulhar ou mudar de altitude, pressurização no interior do avião;
- Reconhecer vasos comunicantes e suas características físicas (manômetros);
- Reconhecer o Princípio de Pascal e mostrar sua aplicação no funcionamento de mecanismos hidráulicos.

CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS:

- Ler os enunciados com cautela e registrar as informações fornecidas;
- Reconhecer o motivo do problema apresentado;
- Classificar as variáveis quanto sua dependência ou independência, diretamente ou inversamente proporcional, uma às outras;
- Apresentar uma estratégia para a resolução do problema;
- Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física;
- Relacionar observações de situações do cotidiano;
- Analisar os resultados criticamente, tanto teóricos quanto experimentais;
- Mencionar suas ideias quando for requerida sua opinião em questionamentos.

POSTURA ESPERADA DO ALUNO

- Participar com vigor e empenho na elaboração dos trabalhos em equipe;
- Contribuir com as discussões da classe sobre o tema em questão;
- Respeitar as opiniões e concepções dos outros colegas;

PLANO DE AULA 1

Data:	Duração: 45 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Apresentar e discutir situações problematizadoras encontradas no nosso cotidiano.
Objetivos Específicos:
Investigar dos alunos, conhecimentos prévios sobre os conceitos de Fluidostática.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos necessitam apenas dos conhecimentos vivenciados no dia-a-dia.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Aula investigativa e discursiva, com apresentação de perguntas problematizadoras, inicialmente analisando algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontar o senso comum com o conhecimento científico.• Solicitar que seus alunos respondam, por escrito, cada questão mencionada na lista de exercícios. Em seguida, convidá-los para que exponham oralmente as suas respostas, que serão explanadas pelo grupo e resumidas no quadro. Neste momento devem ser explicitadas as ideias prévias dos alunos a respeito desse conteúdo. Ao final, o professor deve dar um “feedback” aos alunos sobre as questões.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz.
Avaliação da aprendizagem:
<ul style="list-style-type: none">• Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.• Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade submetida a eles em sala.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Apresentação do tema e discussões sobre o cotidiano.	10 min.
Desenvolvimento	Aula discursiva sobre as atividades problematizadoras.	20 min.
Conclusão	Tempestade de ideias sobre atividades problematizadoras.	15min.
Atividade de Casa	-	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- GUALTER, NEWTON, HELOU: Tópicos de Física – Volume 1. 17ª ed. Saraiva, 2007.

Lista de exercícios

4. Por que é mais fácil comprimir o embolo de uma seringa quando a mesma esta com ar, do que quando colocamos um líquido dentro da mesma?
5. Por que os pedreiros utilizam mangueira para nivelar a obra toda, desde a marcação da obra até o nivelamento dos pisos, batentes e azulejos?
6. Quando se fala em relógios resistentes a água, o termo “Á prova d’água” e “resistente à água” são a mesma coisa?

PLANO DE AULA 2

Data:	Duração: 45 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:
Realizar a Atividade Experimental conforme roteiro.
Objetivos Específicos:
Desenvolver a competência de investigação e compreensão – modelos explicativos e representativos – para que o aluno possa: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Conhecimentos prévios:
Para esta aula, os alunos necessitam apenas dos conhecimentos vivenciados no dia-a-dia.
Metodologia:
<ul style="list-style-type: none">• Dividir a turma em grupos de alunos para a montagem e discussão da aula experimental.• Distribuir o material necessário para a realização da aula experimental.• Solicitar que os alunos respondam as perguntas citadas roteiro.• Ao final da aula, comunicar aos alunos para elaborarem um relatório sobre o desenvolvimento e realização do experimento, para ser entregue na aula seguinte.
Matérias e equipamentos necessários:
<ul style="list-style-type: none">• Quadro negro, giz, material experimental.
Avaliação da aprendizagem:
<ul style="list-style-type: none">• Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.• Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade experimental e do relatório encaminhada para casa.
Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Realização de atividade experimental.	10 min.
Desenvolvimento	Aula experimental sobre a prensa hidráulica.	25 min.
Conclusão	Realização das questões sobre o experimento aplicado.	10min.
Atividade de Casa	Relatório.	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Título: Prensa Hidráulica

Objetivo: Explicar o Princípio de Pascal através de uma demonstração simples de funcionamento de uma prensa hidráulica. Antes mesmo de ser introduzida a teoria.

Material:

- ✓ Duas seringas de diâmetros diferentes: uma de 5 ml e a outra de 20 ml;
- ✓ Um tubo transparente de soro (± 30 cm), que fará a conexão das duas seringas;
- ✓ Fluido (de cor).

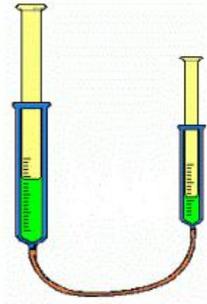


Figura: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu)

Procedimento Experimental:

- Retire os êmbolos das seringas;
- Junte as seringas às extremidades do tubo;
- Encha as seringas com o fluido até as colunas atingirem o mesmo nível nas duas seringas;
- Pressione o êmbolo da seringa menor até elevar a seringa maior;
- Em seguida, pressione o êmbolo da seringa maior até deslocar o êmbolo da seringa menor.

Questões a serem discutidas:

4. Verifique qual dos êmbolos é mais difícil de mover.
5. Baseado na resposta da questão anterior, por que você acha que isso acontece?
6. Que situação de seu cotidiano poderia ser explicada usando o mesmo método desse experimento?

PLANO DE AULA 3 e 4

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:

Levar o aluno a compreender o Princípio de Pascal e sua relação com alguns fenômenos da natureza.

Objetivos Específicos:

Ao final da aula, os alunos deverão ser capazes de compreender:

1. Pressão Atmosférica;
2. Vasos comunicantes;
3. Princípio de Pascal.

Conhecimentos prévios:

Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir:

1. Pressão;
2. Líquido em equilíbrio estático;
3. Forças e pressões em fluidos;
4. Lei de Stevin.

Metodologia:

- Exposição oral do professor, com apresentação do tema e subtemas, inicialmente analisando algumas concepções espontâneas dos alunos para criar uma problematização e confrontar o senso comum com o conhecimento científico.

Matérias e equipamentos necessários:

- Quadro negro, giz, data show.

Avaliação da aprendizagem:

- Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.
- Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade encaminhada para casa.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Apresentação do tema e discussões sobre o cotidiano.	5 min.
Desenvolvimento	Aula expositiva.	35 min.
Conclusão	Tempestade de ideias	5min.
Atividade de Casa	Exercício de fixação e reflexão.	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- CHAVES, Alaor, SAMPAIO, J.F.: Física Básica: Mecânica - Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MATERIAL TEÓRICO COMPLEMENTAR

1. VASOS COMUNICANTES

A Lei de Stevin nos fornece a diferença de pressão entre dois pontos quaisquer de um fluido em equilíbrio e sob ação da gravidade, independentemente da forma do recipiente.

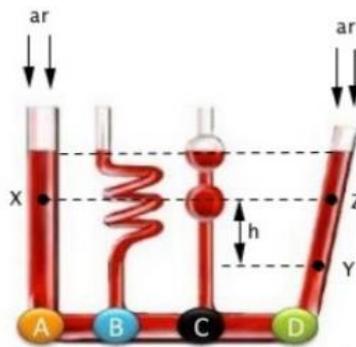


Figura: Vasos comunicantes (Fonte: www.sxc.hu)

Assim, como mostrado na figura, podemos escrever:

$$P_y = P_{atm} + P_x + d \cdot g \cdot h \text{ ou } P_y = P_{atm} + P_z + d \cdot g \cdot h$$

Os pontos X e Z, pelo fato de estarem no mesmo nível, têm pressões iguais:

$$P_x = P_z$$

IMPORTANTE: Em locais onde o valor da pressão atmosférica, p_0 , é o mesmo em todos os pontos de um mesmo líquido (como nos recipientes comunicantes acima), o líquido subirá mantendo níveis iguais em todos esses pontos. A pressão hidrostática em um ponto do líquido não depende do volume de líquido e sim da profundidade desse ponto. Como todos os recipientes acima possuem o mesmo nível do mesmo líquido então a pressão que o líquido exerce sobre o fundo do recipiente é a mesma para todos.

1.1 LÍQUIDOS IMISCÍVEIS

São líquidos que não se misturam devido à natureza de suas moléculas (polar ou apolar).



Figura: Líquidos imiscíveis (Fonte: www.sxc.hu)

Líquidos imiscíveis, pela ação da gravidade, posicionam-se de tal forma que o mais denso ocupa sempre a posição mais inferior em relação aos menos densos.

1.2 TUBOS EM U

Quando dois líquidos imiscíveis são colocados num mesmo recipiente, eles se dispõem de modo que o líquido de maior densidade ocupe a parte de baixo e o de menor densidade a parte de cima. A superfície de separação entre eles é horizontal.

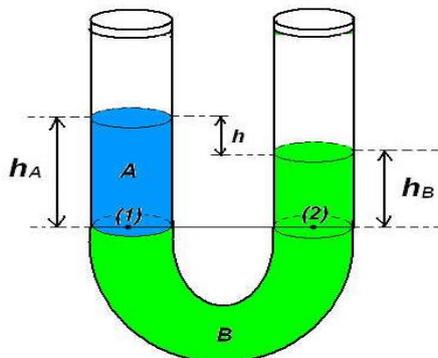


Figura: Tubos em U (Fonte: www.sxc.hu)

Os pontos 1 e 2, pelo fato de estarem no mesmo nível, têm pressões iguais, logo:

$$P_1 = P_2$$

$$P_{\text{atm}} + d_A \cdot g \cdot h_A = P_{\text{atm}} + d_B \cdot g \cdot h_B$$

$$d_A \cdot h_A = d_B \cdot h_B$$

2. PRINCÍPIO DE PASCAL

Blaise Pascal em 1652 anunciou um princípio que explicava que uma pressão aplicada a um fluido contido dentro de um recipiente é transmitida para todo o fluido, bem como as paredes do recipiente. Para explicar esse princípio, Pascal estabeleceu que o fluido fosse incompressível.

O princípio de Pascal pode ser enunciado da seguinte forma:

“Uma variação de pressão aplicada a um fluido incompressível contida em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às partes da parede do recipiente.” (HALLIDAY, p. 64).

Para demonstrar o princípio de Pascal, devemos considerar um fluido incompressível contido em um cilindro como mostra a figura abaixo.

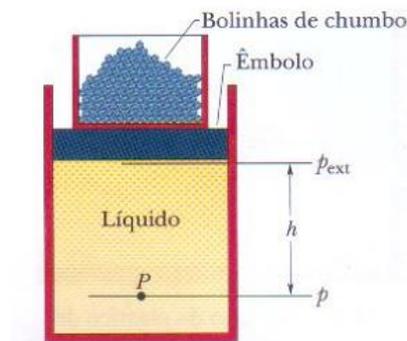


Figura: Bolinhas de chumbo colocadas sobre o êmbolo criam uma pressão externa no líquido. (Fonte: HALLIDAY)

Esse cilindro é fechado por um êmbolo móvel e acima dele é colocado um recipiente contendo bolinhas de chumbo. Sobre o êmbolo agem as pressões exercidas, pela atmosfera e pelo recipiente contendo as bolinhas de chumbo e esta pressão resultante é transmitida ao líquido. Considerando a pressão p em qualquer ponto no nível P do líquido e p_{ext} é a pressão na interface superior do líquido com o êmbolo, temos

$$p = p_{\text{ext}} + \rho \cdot g \cdot h \text{ (eq.1)}$$

Ao adicionar mais bolinhas de chumbo ao recipiente ocasiona um aumento de pressão sobre o êmbolo levando a um Δp_{ext} na interface do líquido. Como os parâmetros ρ , g e h não variam, teremos uma variação de pressão no ponto P que é

$$\Delta p = \Delta p_{\text{ext}} \text{ (eq.2)}$$

Concluimos que, p é um ponto qualquer no interior do fluido e a variação da pressão não depende da altura h , essa variação é a mesma em todos os pontos do interior do fluido, bem como nas paredes do cilindro, como afirma Pascal em seu princípio.

2.1 Relações entre pressão exercida por um fluido e força em determinada área

Em sua versão mais simples, a prensa hidráulica é um tubo em U, cujos ramos têm áreas da secção transversal diferentes. Em geral o tubo é preenchido com um fluido incompressível viscoso, na maioria das vezes óleo, e é aprisionado por dois pistões como mostra a Figura.

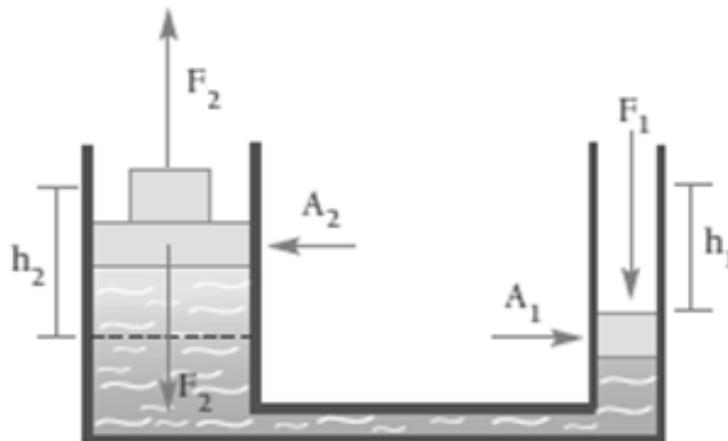


Figura: Esquema da prensa hidráulica. (Fonte: www.sxc.hu)

Suponha que uma força externa de intensidade F_1 seja aplicada de cima para baixo sobre o embolo da direita, cuja área da secção transversal é A_1 . O líquido incompressível produz no êmbolo da esquerda de área A_2 uma força para cima, cuja

intensidade é F_2 . Para manter o sistema em equilíbrio deve existir uma força F_2 para baixo produzida por uma carga externa não mostrada na figura.

Tanto a força F_1 aplicada ao lado direito, e a força F_2 para baixo exercida pela carga externa no lado esquerdo, produzem no fluido uma variação de pressão Δp dada por

$$\Delta p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \text{ (eq.3)}$$

Sendo $A_2 > A_1$, pela equação acima concluímos que $F_2 > F_1$. Por este motivo a prensa hidráulica é conhecida como um dispositivo multiplicador de forças, porque aplicando uma força de pequena intensidade em um lado, podemos obter uma força de grande intensidade do outro lado.

Se deslocarmos o êmbolo da direita para baixo por um percurso h_1 , o êmbolo da esquerda se deslocará para cima percorrendo uma distância h_2 , de modo que o mesmo volume V do líquido incompressível é deslocado de um lado para o outro. Logo,

$$V = A_1 \cdot h_1 = A_2 \cdot h_2 \text{ (eq.4)}$$

Mais uma vez, sendo $A_2 > A_1$, o êmbolo da esquerda percorre uma distância menor do que o êmbolo da direita.

Então, de acordo com as equações 3 e 4, podemos escrever que o trabalho realizado por essas forças pode ser dado por:

$$W = F_1 \cdot h_1 = F_2 \cdot h_2 \text{ (eq.5)}$$

Portanto, os trabalhos realizados pelas forças F_1 e F_2 são iguais, isso significa que um mecanismo hidráulico multiplica força, mas mantém a energia conservada.

PLANO DE AULA 5 e 6

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:

Realizar a Atividade Experimental conforme roteiro.

Objetivos Específicos:

Desenvolver a competência de investigação e compreensão – modelos explicativos e representativos – para que o aluno possa: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.

Conhecimentos prévios:

Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir:

1. Vasos comunicantes;
2. Princípio de Pascal.

Metodologia:

- Dividir a turma em grupos de alunos para compreensão e discussão da atividade experimental.
- Compartilhar o aparato experimental (elevador hidráulico) necessário para a realização da aula.
- Explicar aos alunos as partes que compõem o experimento e como manuseá-lo.
- Solicitar que alunos respondam as questões do roteiro e entregue ao professor no final da aula.
- Ao final da aula, comunicar aos alunos para elaborarem um relatório sobre a realização do experimento, para ser entregue na aula seguinte.

Matérias e equipamentos necessários:		
<ul style="list-style-type: none"> • Quadro negro, giz, material experimental. 		
Avaliação da aprendizagem:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica. • Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a entrega da atividade experimental e do relatório encaminhada para casa. 		
Cronograma:		
Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Realização de atividade experimental.	10 min.
Desenvolvimento	Aula experimental sobre a prensa hidráulica.	15 min.
Conclusão	Realização das questões sobre o experimento aplicado.	20min.
Atividade de Casa	Relatório.	-
		45 Min.
Referências:		
<ul style="list-style-type: none"> • CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012. 		

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Título: Elevador Hidráulico

Objetivo: Esse experimento tem como objetivo a compreensão por parte do aluno e a observação da ocorrência do Princípio de Pascal durante o funcionamento do elevador hidráulico.

Material:

- ✓ Aparato experimental (elevador hidráulico)
- ✓ Objeto de massa de ± 3 Kg
- ✓ Paquímetro



Figura: Elevador Hidráulico

Procedimento Experimental:

- Com o paquímetro meça o diâmetro da secção transversal de cada seringa e coloque na tabela da questão 1;
- Coloque o corpo de massa 3kg na plataforma de elevação;
- Em seguida, faça o que se pede em cada questão abaixo.

Questões a serem discutidas:

1. Preencha a tabela com os com as medidas do diâmetro da secção transversal de cada seringa e em seguida calcule a área dessa secção.

Seringa	Diâmetro (cm) $\rightarrow D$	Raio (cm) $\rightarrow r = \frac{D}{2}$	Área (cm ²) $\rightarrow A = \pi r^2$
1 ml			
5 ml			
10 ml			
20 ml			
60 ml			

2. Acione o elevador hidráulico, utilizando cada seringa de uma vez até que a plataforma de elevação chegue à altura máxima. Verifique quantas vezes foi necessário pressionar cada seringa para que a plataforma de elevação suba totalmente. Discuta com os colegas se houve diferença.
3. O elevador hidráulico funcionaria com ar no interior das seringas em vez do fluido? Sim? Não? Por quê?
4. Com os valores das áreas de cada secção transversal das seringas e o peso colocado na plataforma de elevação. Calcule a intensidade da força que teve de ser aplicada a cada seringa da plataforma de acionamento.

5. Utilize a seringa de 20ml de acionamento para acionar o elevador ate que o mesmo suba completamente. Calcule o trabalho realizado pela força aplicada.
6. Utilizando a seringa de 60ml, faça o que foi feito na questão anterior. Verifique se houve ou não, mudança no trabalho. Justifique sua resposta.
7. Pode-se afirmar que neste experimento há conservação de energia mecânica?

PLANO DE AULA 7 e 8

Data:	Duração: 90 min.
Turma:	Disciplina: Física
Tema: Fluidostática	

Objetivos Gerais:

Retomar as questões da problematização inicial e também as questões discutidas na aplicação dos experimentos das aulas anteriores.

Objetivos Específicos:

Fazer um levantamento de tudo que foi discutido desde as aulas iniciais e verificar como se deu a aprendizagem dos alunos por meio das aulas com atividades experimentais.

Conhecimentos prévios:

Para esta aula, os alunos já devem ter concluído outros assuntos, principalmente os referentes aos conteúdos listados a seguir:

1. Pressão;
2. Líquido em equilíbrio estático;
3. Forças e pressões em fluidos;
4. Lei de Stevin;
5. Vasos comunicantes;
6. Princípio de Pascal.

Metodologia:

- Retomar as questões da problematização inicial, bem como as discutidas na aplicação dos experimentos para verificar se houve aprendizagem.
- Verificar com os alunos os resultados alcançados.
- Formular outras questões, de acordo com o dia-a-dia dos alunos, semelhantes às questões elaboradas na problematização inicial, e solicitá-los que respondam e entreguem na aula seguinte.
- Aplicar um questionário para verificar como se deu a aprendizagem.

Matérias e equipamentos necessários:

- Quadro negro, giz.

Avaliação da aprendizagem:

- Sobre os procedimentos e atitudes: participação, cooperação, disciplina, autonomia, criatividade, expressão e crítica.
- Sobre o domínio dos conteúdos estudados: ocorrerá mediante a discussão da atividade submetida a eles em sala.

Cronograma:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Tempo de duração
Motivação	Retomar as discussões sobre o cotidiano envolvendo os conceitos de Fluidostática.	10 min.
Desenvolvimento	Aula discursiva sobre as atividades problematizadoras.	30 min.
Conclusão	Tempestade de ideias e atividades sobre o conteúdo.	5min.
Atividade de Casa	-	-
		45 Min.

Referências:

- CALÇADA, C. S; SAMPAIO, J. L.: Física Clássica, 1: Mecânica - Volume 1. – 1ª ed. – São Paulo: Atual. 2012.
- GUALTER, NEWTON, HELOU: Tópicos de Física – Volume 1. 17ª ed. Saraiva, 2007.

QUESTIONÁRIO

Para melhor facilidade nas respostas, segue a escala de referência:

Excelente	10-9
Bom	8-7
Regular	6-5
Ruim	4-3
Péssimo	2-1

Faça a sua avaliação marcando com um X cada item abaixo.

Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.					
2. Desenvolve habilidades de manuseio experimental.					
3. Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.					
4. Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.					
5. Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.					
6. Pratica a resolução de problemas através da experimentação.					
7. Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.					

8. Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.					
9. Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.					
10. Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.					

Avaliação do recurso didático (aparato experimental) - Elevador Hidráulico	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação ao layout e estrutura do elevador hidráulico?					
3. Em relação ao manuseio do elevador hidráulico, como você avalia?					
4. Como você considera a aplicabilidade do elevador hidráulico para a compreensão do Princípio de Pascal?					
5. A relação entre Força/Área é bem evidenciada nesse recurso didático?					
6. Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de mostrar elevador hidráulico como um multiplicador de forças?					

