



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FRANCISCO DE PAULO VIEIRA LIMA

**O USO DO APLICATIVO HIDROMAT NO PROCESSO ENSINO E
APRENDIZAGEM DA HIDROSTÁTICA NA INTERFACE COM CONCEITOS
MATEMÁTICOS NO ENSINO MÉDIO.**

TERESINA

2019

FRANCISCO DE PAULO VIEIRA LIMA

**O USO DO APLICATIVO HIDROMAT NO PROCESSO ENSINO E
APRENDIZAGEM DA HIDROSTÁTICA NA INTERFACE COM CONCEITOS
MATEMÁTICOS NO ENSINO MÉDIO.**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ribeiro
Barbosa

TERESINA

2019

FRANCISCO DE PAULO VIEIRA LIMA

**O USO DO APLICATIVO HIDROMAT NO PROCESSO ENSINO E
APRENDIZAGEM DA HIDROSTÁTICA NA INTERFACE COM CONCEITOS
MATEMÁTICOS NO ENSINO MÉDIO.**

Dissertação apresentada à Coordenação do
Curso de Mestrado Profissional em Ensino de
Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí
como requisito para obtenção do grau de Mestre
em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ribeiro
Barbosa

Teresina - PI, _____ de _____ de 2019.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Dr. Paulo Henrique Ribeiro Barbosa.

Orientador – UFPI

Prof. Dr.

Examinador Externo -

Prof. Dr.

Examinador Interno – UFPI

Prof. Dr.

Examinador Externo -

Prof. Dr.

Examinador Interno - UFPI

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, que foi sem dúvida nenhuma, meu alicerce nas horas difíceis, me auxiliando a contornar os mais diversos obstáculos.

Dedico também aos colegas de curso pelas horas de estudo em grupo, pela ajuda nos momentos de dúvidas, enfim, por toda torcida e apoio.

Termino esta jornada fortalecido e com mais garra para vencer novos desafios, certo de que não estou sozinho, e que posso contar com familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos...

...à Deus, pois, sem sua ajuda, nada teria sido possível;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

Em especial aos meus amigos, Francisco das Chagas Soares, Reges Carvalho dos Santos e ao meu orientador Paulo Henrique Ribeiro Barbosa.

“Se os teus projetos forem para um ano, semeia o grão. Se forem para dez anos, planta uma árvore. Se forem para cem anos, educa o povo. ”

(Provérbio chinês)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Definição de Pressão.	39
Figura 2: Forças que atuam em um elemento de volume de um fluido em repouso.	40
Figura 3: Ilustração do Princípio de Pascal.	42
Figura 4: Corpo imerso em um fluido.	45
Figura 5: Captura da tela inicial do aplicativo.	51
Figura 6: Captura da tela do aplicativo-Menu Teoria.	52
Figura 7: Tela referente ao tema Densidade.	53
Figura 8: Exercícios sobre densidade.	54
Figura 9: Ajuda para o usuário ou passar para a questão seguinte.	55
Figura 10: Ajuda de Matemática para auxiliar na resolução da questão.	56
Figura 11: Simulação da variação da densidade de um corpo.	57
Figura 12: Simulação do cálculo da densidade de um corpo.	58
Figura 13: Tela para o tema Pressão.	59
Figura 14: Tela para o tema Princípio de Arquimedes.	60
Figura 15: Alunos utilizando o Produto educacional.	62
Figura 16: Manuseio do Produto Educacional pelos alunos.	63
Figura A 1: Definição de pressão.	95
Figura A 2: Forças que atuam em um elemento de volume de um fluido em repouso.	96
Figura A 3: Ilustração do Princípio de Pascal.	99
Figura A 4: Corpo imerso em um fluido.	101
Figura A 5: Tela inicial do aplicativo.	103
Figura A 6: Menus da parte de teoria.	104
Figura A 7: Imagem mostrando o botão utilizado para voltar em um smartphone ou tablet com Android.	105
Figura A 8: Tela da parte referente à Densidade.	106
Figura A 9: Explicação para a situação de dois líquidos não se misturarem.	107
Figura A 10: Exercícios sobre densidade.	108
Figura A 11: Modificação da densidade com a variação do volume.	109
Figura A 12: cálculo da densidade de um corpo.	110
Figura A 13: Tela com o tema Pressão.	111
Figura A 14: Tela com o tema Princípio de Pascal.	112
Figura A 15: Tela referente ao Empuxo.	113
Figura A 16: Simulação de variação do Empuxo.	114
Figura A 17: Recurso de cálculo do empuxo e do Peso.	115
Figura A 18: Segundo menu da tela inicial.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acertos da primeira turma nos dois questionários.	65
Tabela 2: Acertos da segunda turma nos dois questionários.	66
Tabela 3: Acertos da terceira turma nos dois questionários.	68
Tabela 4: Acertos da quarta turma nos dois questionários.	69
Tabela 5: Avaliação dos alunos em alguns itens do aplicativo	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	17
2.1	Aprendizagem Significativa	17
2.2	Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa	19
3	O ENSINO DE FÍSICA E O USO DA MATEMÁTICA BÁSICA NAS AULAS	23
3.1	Possíveis Causas das Deficiências em Matemática Apresentadas pelos Alunos no Ensino Médio	23
3.2	O Uso de Ferramentas Tecnológicas e a Física	25
3.3	Sugestões para lidar com as Dificuldades dos Alunos em Matemática ao Estudar Física	28
3.4	O Android na Educação	33
3.5	Sistema Operacional Android	35
4	HIDROSTÁTICA.....	37
4.1	Hidrostática no tempo	37
4.2	Fluidos	38
4.3	Massa Específica ou Densidade	38
4.4	Pressão	39
4.5	Fluidos em Repouso	40
4.6	Princípio de Pascal.....	42
4.7	Princípio de Arquimedes	44
5	METODOLOGIA.....	47
5.1	Local da Pesquisa	48
5.2	Desenvolvimento do aplicativo Hidromat.....	49
5.3	Descrição do Produto Educacional.....	50
5.3.1	Densidade.....	53
5.3.2	Pressão.....	58
5.3.3	Princípio de Pascal	59
5.3.4	Teorema de Arquimedes.....	59
5.4	Aplicação do pré-teste.....	61
5.5	Descrição dos Métodos de Utilização do Aplicativo.....	61
5.6	Aplicação do pós-teste	64
5.7	Avaliação do aplicativo Hidromat pelos alunos.....	64
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	64
7	CONCLUSÕES	73

REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	79
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL	79
INTRODUÇÃO	83
TEORIA DA APRENDIZAGEM AUSUBEL	87
Aprendizagem Significativa	87
Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa	90
HIDROSTÁTICA	93
Hidrostática no tempo	93
Fluidos	94
Massa Específica ou Densidade	94
Pressão	95
Fluidos em Repouso	96
Princípio de Pascal	98
Princípio de Arquimedes	100
METODOLOGIA	103
Conhecendo o aplicativo	103
Guia de utilização do produto educacional com orientações do professor.	105
CONCLUSÕES	117
APÊNDICE B: QUESTÕES DO PRÉ-TESTE	118
APÊNDICE C: QUESTÕES DO PÓS-TESTE	120
APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO	122

RESUMO

O objetivo deste trabalho é produzir um objeto de aprendizagem na área de Física, tendo como foco o conteúdo de Hidrostática, mas que também o auxilie acerca da Matemática básica exigida na resolução da questão Física, deficiência muito comum entre alunos de Física. Assim, o estudo visa auxiliar os docentes de Física na abordagem dessa deficiência, através da criação e do uso de um aplicativo de Física, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Trata-se de uma abordagem quantitativa, quanto aos fins a pesquisa classifica como descritiva. A técnica utilizada foi a aplicação de questionários, um pré-teste e um pós-teste e de uma avaliação de alguns itens do aplicativo, com o objetivo de avaliar se o aplicativo auxilia no aprendizado de Física. Como resultado, as turmas apresentaram evolução onde se utilizou o produto educacional mostrando, portanto, que houve melhoria no aprendizado.

Palavras Chave: Hidrostática. Matemática. Teoria da Aprendizagem Significativa. Objeto de Aprendizagem.

ABSTRACT

The objective of this work is to produce a learning object in the area of physics, focusing on the content of hydrostatics, but also providing a review of the basic mathematics required in solving the physical question. Since students with mathematical disabilities will surely encounter difficulties in the discipline of physics. Thus, the study aims to help physics teachers in this problem, through the elaboration of a Physics application, based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. It is a quantitative approach, as to the purposes the research classifies as descriptive. The technique used was the application of a pre-test and a post-test questionnaires and an evaluation of some items of the application, in order to evaluate if the application helps in learning physics. As a result, the classes presented evolution where the educational product was used, showing, therefore, that there was an improvement in the learning.

Keywords: Hydrostatic. Mathematics. Meaningful Learning Theory. Learning Object.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo aborda uma das dificuldades enfrentados pelos docentes de Física no Nível Médio, em escolas públicas, durante o ensino de seu conteúdo, para alunos cujos conhecimentos são pouco insuficientes em Matemática. Fato, que por sua vez, gera dificuldades tanto para o professor por não conseguir levar o conteúdo adiante, quanto para o aluno que não consegue acompanhar a disciplina de uma maneira satisfatória.

Uma das implicações desse fato é que alguns estudantes não assimilam bem e não compreendem com perfeição a descrição quantitativa dos fenômenos físicos tendo, portanto, uma tendência de aprender Física de uma maneira apenas superficial.

Esta pesquisa foi realizada tomando como base os debates sobre as diversas maneiras de se ensinar, devido à importância do tema para a formação do estudante. As habilidades que o docente deve possuir, as técnicas e os métodos são estudados frequentemente, assim como as possíveis soluções para os problemas no ensino. Como afirma Tardif (2008), “a relação dos docentes com os saberes, não se reduz a uma função de transmissão dos conhecimentos já constituídos”. E ainda completa: “Pode-se definir o saber docente como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”.

O professor deve possuir uma diversidade de conhecimentos, que deve ser transmitido durante as aulas, bem como deve sempre continuar buscando novas formas de ensinar, para que possa contornar esta dificuldade presente no processo de ensino-aprendizagem.

A questão do saber ensinar é bastante complexa, e envolve métodos educacionais, não só adquiridos nos cursos de formação de docentes, mas também nas práticas vividas por eles, e o mais importante, que desperte a atenção e a curiosidade nos alunos. Como ressalta Pérez e Carvalho 1995, “Saber que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica propor a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse para os alunos”. O que significa dizer que os docentes, devem privilegiar situações de aprendizagem que despertem a atenção dos alunos, para que a aula tenha os objetivos propostos alcançados.

Outro ponto trabalhado pelos estudiosos em ensino, é que o professor nunca pode esquecer que a sala de aula é um ambiente heterogêneo, onde cada aluno possui seu próprio ritmo de aprendizado, por isso deve existir bastante respeito ao ritmo de aprendizagem disponibilizado pelo estudante. Dentre as atribuições do docente está a elaboração de avaliações coerentes e contextualizadas, para atender às necessidades prévias destes alunos. Tal comunicação deve ser espontânea, sempre se considerando os conceitos prévios existentes. Observando todos esses fatores, haverá o desenvolvimento do pensamento dos alunos, haverá também o melhoramento da capacidade reflexiva e a compreensão que têm do mundo que os cerca. (MENEGOTTO E FILHO, 2008).

Na prática de um ensino tradicional, ainda muito usada nos dias de hoje, o professor de Física, geralmente, utiliza logo no início da exposição de seu conteúdo, demonstrações de equações Matemáticas para resolver problemas físicos. O aluno, por sua vez, não conseguir acompanhar o raciocínio matemático, fica questionando a utilidade de tantos cálculos no dia a dia. O aluno fica desinteressado pelo fenômeno simplesmente por não saber Matemática suficiente para isto.

A necessidade em ter que cumprir carga horária exigida e ter que concluir os conteúdos planejados para o ano letivo, acaba fazendo com que os professores não deem tanta atenção aos alunos com dificuldades. Este fato pode ser contornado através de técnicas pedagógicas que promovam a participação de todos os estudantes, bem como uma “dose” de boa vontade por parte do docente. Como cita Rosa e Rosa (2005), “Os professores que se dizem educadores, voltam suas práticas pedagógicas para questões que transcendem a lógica interna da disciplina”.

A educação é fundamental na vida de qualquer indivíduo, sempre acrescenta, traz algo positivo, embora muitos não reconheçam, pode não ser algo palpável. Mas de uma forma ou de outra torna as pessoas melhores. O educador, desse modo, faz parte da vida de seus alunos, serve como exemplo, de inspiração e contribui de uma certa forma para o seu destino e suas escolhas profissionais. Assim o comprometimento do professor com sua profissão contribui para a melhora das aulas e conseqüentemente para a melhoria do desempenho dos alunos. A adoção de um estilo próprio pelo docente gera uma aprendizagem mais satisfatória para o discente, tornando a escola um lugar onde os professores livremente mostram sua relação com o conhecimento teórico ou experimental (ARRUDA, 2004).

Dessa forma, o docente de Física que realmente sente-se responsável pelo acompanhamento de sua turma, pelo aprendizado satisfatório dos alunos, deve buscar meios e metodologias, para enfrentar uma turma na qual os alunos não possuem os requisitos matemáticos necessários. Por isso, destaca-se aqui, a importância de se estudar e de se conhecer alternativas para ensinar Física em tais condições.

Assim, o presente estudo “O uso do aplicativo Hidromat no processo ensino e aprendizagem da Hidrostática na interface com conceitos matemáticos no Ensino Médio” traz a seguinte pergunta de pesquisa: Como ensinar Física a alunos com deficiência em Matemática?

Motivado pela problemática no processo ensino e aprendizagem, descrita acima, e especificamente na área de Física, com o desejo de encontrar alternativas para amenizar o problema, objetiva-se neste trabalho analisar pesquisas sobre Ensino de Física, mais especificamente quando o estudante não possui pré-requisitos necessários em Matemática. Como lidar com esta dificuldade? Que sugestões são feitas na literatura para superar tal obstáculo? Desejamos também, contextualizar a pesquisa descrevendo os motivos para as deficiências dos alunos do Ensino Médio em Matemática e conseqüentemente em Física, bem como apresentar sugestões para reduzir as dificuldades do processo ensino-aprendizagem de Física.

O presente trabalho busca elaborar um objeto de aprendizagem que contemple tanto a Física como a Matemática. Uma vez que, segundo a Teoria de David Ausubel o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa. Propusemos um aplicativo que objetivava facilitar o ensino da Física para alunos com dificuldade em Matemática básica, contemplando a Hidrostática e será testado com alunos da 2ª série do ensino médio da escola pública.

Não é admissível que alunos continuem acessando séries com a disciplina de Física sem saber a Matemática básica. É necessário oferecer uma ferramenta de auxílio para estes discentes. É claro que desde as primeiras séries trabalha-se o conteúdo de Matemática, mas ainda na carência de um acompanhamento pedagógico que enfatize a boa formação do aluno nesta disciplina.

O estudo das deficiências Matemáticas no ensino da disciplina da Física é de fundamental importância para a realidade do ensino público no país, uma vez que a

educação pública, em especial as disciplinas de exatas, possuem maiores taxas de reprovação, bem como são relatadas como disciplinas mais “difíceis” por parte dos alunos. Só poderemos combater este foco dissociativo de que as disciplinas de exatas são difíceis, recorrendo a técnicas de ensino interdisciplinares cujas abordagens sejam contextualizadas com atividades do cotidiano do aluno. Isso se justifica por ser a Física uma disciplina que perde muito da sua beleza e da própria essência como ciência quando a descrição qualitativa dos fenômenos se dissocia da abordagem quantitativa.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

2.1 Aprendizagem Significativa

A ideia da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. A ideia é simples, mas a explicação de como e por que esta ideia é defensável é complexa (Novak, 1977a). O conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, existentes na capacidade estrutural e cognitiva do indivíduo, ou seja, do educando em formação

É importante ressaltar que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos do conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos.

Para Moreira (2012), aprendizagem significativa acontece quando as ideias manifestam de forma figurada e relacionando de maneira substantiva e não-arbitraria com o conhecimento que o estudante já possui. Tal relação ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante existente na estrutura cognitiva do estudante. Esse Conhecimento, que pode ser mantido como um conceito, um modelo mental, um símbolo ou até mesmo uma imagem, que é de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem, denominado por David Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora. Subsunçor é o nome concedido ao conhecimento peculiar efetivo na estrutura de conhecimento do estudante, que lhe concede dar significado a novo conhecimento apresentado ou por ele encontrado.

No estudo de cinemática, por exemplo, se o conceito de rapidez já existe na estrutura cognitiva do estudante, ele poderá servir de subsunçor para o conceito de velocidade, fato que, conseqüentemente, o auxiliará no conceito de aceleração. Este processo de ancoragem da nova informação resulta em desenvolvimento e transformação do conceito subsunçor. Isso significa que aos subsunçores existentes

na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. Contudo, Moreira & Masini, (2006, p.18) afirmam a fixação do novo conhecimento:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

A não-arbitrariedade acarreta na relação do novo conhecimento com um conhecimento específico considerável (subsunçor) e não com outro conhecimento presente na estrutura cognitiva do estudante. À proporção que esteja devidamente explícito e permissível na estrutura cognitiva, o conhecimento prévio serve como ancora para novos conceitos e os mesmos serão bloqueados, ou seja, compreendidos significativamente. Quando a ancoragem ocorre, o conhecimento prévio consegue novos significados e torna-se mais sólido nessa estrutura.

Para Moreira (1997), a substantividade é a inclusão da essência para o novo conhecimento, novas ideias à estrutura cognitiva e não das palavras que determinam de forma (não literal). A aprendizagem significativa não depende de determinados signos ou grupos de signos em literal, quer dizer, um mesmo conceito pode ser apresentado de múltiplas maneiras, por diferentes signos, que os tornam em significados.

Constrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos.

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica. Porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa

como sendo uma dicotomia, e sim a ideia em que uma completa a outra. Se o estudante não possui subsunçor do assunto ou um conceito confuso deste subsunçor, é pertinente questionar como obter o conhecimento? De acordo com Moreira & Masini, 2006, (p.18-20), a formação de um subsunçor pode decorrer da aprendizagem memorística, e verifica-se a afirmação a seguir:

[...] a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a que há entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se relacionar a conceitos de subsunçores relevantes já existente na estrutura cognitiva. Ou seja, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva.

Supondo que a aprendizagem significativa deva ser preferida em relação à aprendizagem mecânica, e que isso pressupõe a existência prévia de conceitos subsunçores, o que fazer quando estes não existem? De onde vêm os subsunçores? Como se formam? Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele; isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

2.2 Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Para Ausubel (1968, pp. 37- 41), a essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de

maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal) ao que o aprendiz já sabe. Ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento (isto é, um subsunçor que pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo). A aprendizagem significativa pressupõe que:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o estudante, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-literal (substantiva);
- b) o estudante manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

A primeira dessas condições depende, obviamente, de pelo menos dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do estudante. Quanto à natureza do material, deve ser “logicamente significativa”, suficientemente não-arbitrária e não-aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza da estrutura cognitiva do estudante, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável.

A outra condição traz implícito que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do estudante é, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânico ou sem significado. Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo.

De acordo com Ausubel, a estrutura cognitiva prévia é o fator de suma importância que pode abalar a aprendizagem e a retentiva de novos conhecimentos. Quanto mais nítido, consolidado e delineado for o conhecimento prévio, maior sua influência na obtenção de conhecimentos de sua área. Na relação com o novo conhecimento ganha significado, incorpora e se difere do conhecimento existente, e adquire novos significados, maior solidez, maior intensidade e maior capacidade de ancorar novos conhecimentos. Para o estudante que não possui subsunçores

acomodados para adequar significados aos novos conhecimentos, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios.

Para Moreira (2011), organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusive em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um apanhado ou mesmo um resumo que geralmente estão no mesmo grau de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma literatura introdutória, uma simulação.

Os organizadores prévios dividem-se em dois tipos: quando o material de aprendizagem não é familiar e quando o estudante não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um organizador expositivo, supostamente, faz ponte entre o que o estudante sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao estudante. Quando o novo material é relativamente familiar, é recomendado o uso de um organizador comparativo que ajudará o estudante a integrar novos conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

Como recurso para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados com conhecimentos prévios, organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, pois o estudante muitas vezes não percebe essa relação e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios. Organizadores prévios devem ajudar o estudante a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia. Por exemplo, antes de introduzir os conceitos de movimentos, o professor deve retomar o conceito de velocidade e aceleração em um nível mais elevado de abstração e inclusividade anteriormente aprendido.

A principal função dos organizadores prévios é então, superar o limite entre o que o estudante já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitem promover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e o outro similar já incorporado na estrutura cognitiva ou ainda, ressaltar as ideias ostensivamente conflitivas. No caso

do material totalmente não-familiar, um organizador “explicativo” é usado para prover subsunçores relevantes aproximados.

Esses subsunçores sustentam uma relação superordenada como novo material, fornecendo, em primeiro lugar, uma ancoragem ideacional em termos do que já é familiar para o estudante. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” é usado para integrar novas ideias com conceitos basicamente similares existentes na estrutura cognitiva, bem como para aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as já existentes, as quais possam parecer similares a ponto de confundirem (AUSUBEL 1968).

Por várias razões, os organizadores específicos deliberadamente constituídos para cada uma das unidades de ensinar, devem ser mais efetivos do que simples comparações introdutórias entre o material novo e o já conhecido. Sua vantagem é permitir ao estudante o aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja:

- a) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) promover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados no início das tarefas de aprendizagem, do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam salientadas. Para serem úteis, porém, precisam ser formulados em termos familiares ao estudante, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica.

3 O ENSINO DE FÍSICA E O USO DA MATEMÁTICA BÁSICA NAS AULAS

3.1 Possíveis Causas das Deficiências em Matemática Apresentadas pelos Alunos no Ensino Médio

O verdadeiro educador sente-se responsável pelo acompanhamento de sua turma, pelo seu aprendizado, assim, certamente, o docente de Física vai tentar identificar as possíveis causas para as deficiências dos alunos em Matemática. Nota-se que as dificuldades dos alunos em relação às disciplinas da área de exatas causam um “efeito dominó”, ou seja, a falta de domínio em uma disciplina causa dificuldade, ou mesmo aversão a outra. Como por exemplo, as deficiências em conceitos básicos de Matemática, implicam em dificuldades de aprendizagem em Física, que por sua vez se utiliza de modelos matemáticos para expressar suas leis.

No caso da Matemática, existem pessoas que naturalmente possuem dificuldades de aprendizagem em relação à disciplina. Como explica García (1998):

Essas dificuldades não são ocasionadas pela deficiência mental, nem por escolarização escassa ou inadequada, nem por *déficits* visuais ou auditivos. Apenas se classificam como tais se acontece uma alteração ou deterioração relevante dos rendimentos escolares ou da vida cotidiana.

Nessa situação, a dificuldade para aprender Matemática é um processo natural, e isso se deve ao fato de alguns alunos não se identificarem com a disciplina. É um transtorno, que não está relacionado à escolarização inadequada ou a deficiência mental, mas que faz parte da personalidade do aprendiz.

Outro fator que provoca resultados negativos nas aulas de Matemática são as condições precárias do ensino público, tais como: baixa carga horária da disciplina, má formação dos professores, insuficiência ou ausência de material didático e de apoio inadequado, professores desmotivados, dentre outros. No caso da atuação dos professores na rede pública de ensino, o seu desempenho ainda deixa a desejar. Segundo Araújo (2007), “a formação da cidadania crítica do educando não tem ocorrido, de fato, apenas no espaço escolar”. O que se observa de fato, são meras transmissões de informações para os alunos, de maneira mecânica e repetitiva, sem nenhuma aprendizagem significativa, bem diferente do que é recomendado durante os cursos de formação profissional de docentes, que trata de temas como formação de capacidades cognitivas e intelectuais nos alunos.

Segundo Rios, Teresinha Azeredo (2005), a prática pedagógica vai além da sala de aula, pois ele diz:

O fazer a aula não se restringe à sala de aula, está além de seus limites, no envolvimento de professores e alunos com a aventura do conhecimento, do relacionamento com a realidade.

Muitas vezes, no estágio da docência, os estudantes de Licenciatura se deparam com situações que fogem da teoria oferecida durante o processo de Graduação, seja em Física, Matemática ou em outras áreas afins. Como ressalta Torres (1998), “[...] os professores não estão aprendendo o quê e como necessitam aprender”. Isto é, o que é aprendido nas universidades não está totalmente adequado para uma boa formação docente. Há, portanto, muita teoria e pouquíssimas práticas. Entretanto, não é justo responsabilizar o professor por esta dicotomia social existente em todo o processo educativo. Como descreve Lima (2007), “Tamanhas são as expectativas depositadas nos professores que eles podem até mesmo ser considerados como semideuses.” Sobre o assunto, Lima ainda ressalta:

A elaboração de uma proposta de formação docente, acompanhada de medidas destinadas a melhorar, substancialmente, a qualidade de vida e a qualidade profissional dos professores, não recebem tanto destaque quanto a indicação de um rol de competências necessárias aos docentes.

A realidade vivida no Brasil, pelos licenciados, durante o curso deixa muito a desejar, conforme relata Gurgel:

Um curso que tem como missão formar profissionais tão diversos como professores de diferentes segmentos, além de coordenadores pedagógicos, gestores, supervisores de ensino e pesquisadores, não tem como prioridade no currículo o "quê" e o "como" ensinar determinadas faixas etárias.

Consequentemente profissionais mal preparados vão para as salas de aulas, comprometendo o futuro da educação no país. Lembrando ainda que há uma cobrança excessiva sobre o papel do docente, porém seus salários são baixos e suas condições de trabalho são muitas vezes precárias.

Os cursos de formação de docente deverão deixar claro a necessidade de o futuro professor compreender adequadamente o processo de ensinar e aprender, respeitando a heterogeneidade dos alunos e buscando sempre a inovação no ato de ensinar. É na prática pedagógica, ou seja, no primeiro contato com a sala de aula, que se possibilita o encontro, a troca de experiências e a compreensão do processo educativo. Não esquecendo de que todas as teorias estudadas nas universidades são fundamentais e devem ser aplicadas no dia a dia, bem como devem ser complementadas com novos estudos, pois a educação e os métodos educacionais,

estão em constantes transformações e devem ser acompanhadas para uma boa formação do docente e conseqüentemente de seu aprendiz.

Dessa forma, resumindo as reais causas dos alunos apresentarem deficiências em Matemática, a literatura consultada no assunto, aponta essencialmente as seguintes causas: aquelas pessoas que naturalmente possuem dificuldades em aprender Matemática, ou seja, possuem necessidades educacionais especiais; baixa carga horária da disciplina em escolas pública (Resende e Ostermann) (2005), má formação dos professores, bem como desmotivação dos mesmos; material didático insuficiente e escasso, dentre outros problemas existentes, especialmente, na rede pública de ensino.

3.2 O Uso de Ferramentas Tecnológicas e a Física

Ausubel (1980) afirma que “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece”. Ou seja, no caso particular das aulas de Física, o aluno em algum momento terá que recorrer aos seus conhecimentos matemáticos preexistentes.

Entretanto, nas escolas públicas esse conhecimento matemático preexistente nem sempre existe, como aborda Resende e Ostermann (2005), “a falta de conhecimentos gerais do aluno da escola pública é motivo de preocupação dos professores de Física, especialmente a falta de base em Matemática. ” Uma vez que, quando o estudante não consegue acompanhar a disciplina de uma maneira satisfatória, quando não domina conteúdos que são pré-requisitos para outros, o professor não consegue ministrar a disciplina de uma maneira plena.

No entanto, sabe-se que há conteúdos matemáticos essenciais para a análise e compreensão de leis e princípios da Física, “[...] quando professores de Física acabam por acreditar que seus alunos não aprendem os conteúdos ministrados por insuficiente formação Matemática”, como cita Pietrocola (2002). Assim, quando os alunos não possuem um conhecimento suficiente na área de cálculo, torna-se difícil ensinar o conteúdo da Física,

Uma vez que, por mais básico e introdutório que seja o assunto de Física, ele sempre necessitará que o estudante detenha pelo menos os conhecimentos relacionados à Matemática elementar. Conforme cita Karam (2007),” é impossível fazer Física sem Matemática porque é ela que sustenta este conhecimento, que o

estrutura”. Ou seja, a Matemática é realmente uma linguagem fundamental para o aprendizado de Física.

Pode-se afirmar então, que o estudante que não souber Matemática não poderá apreciar verdadeiramente a Física, como explica Bastos e Bastos Filho:

Em primeiro lugar, pela razão de serem bastante íntimas as relações da Matemática com a Física. Não esqueçamos do importante fato histórico segundo o qual desde os tempos de Galileu e de Newton a Física vem se tornando cada vez mais Matemática.

Dessa forma, encontrar maneiras diferentes de ensinar Física é importante, principalmente, em turmas de alunos que não possuem os pré-requisitos matemáticos. Onde os estudantes, geralmente, estão desmotivados com os estudos, e sentem enorme dificuldade nas aulas, em especial na de Física. Se o aluno despertar curiosidade pela matéria, provavelmente, terá mais empenho no momento dos estudos, buscará superar suas próprias dificuldades e terá bastante vontade de aprender.

Dessa forma, o presente trabalho sugere a criação de um objeto de aprendizagem para facilitar o aprendizado da Física para alunos com deficiência Matemática. "Um objeto de aprendizagem pode ser conceituado como sendo todo o objeto que é utilizado como meio de ensino/aprendizagem. Um cartaz, uma maquete. Uma canção, um ato teatral, uma apostila, um filme, um livro, um jornal, uma página na web, podem ser objetos de aprendizagem" (GUTIERREZ, 2004).

Outra característica peculiar, muito recorrente dos professores, como objeto de aprendizagem é a reutilização: dessa forma, tal objeto de aprendizagem desenvolvido por um indivíduo poderá ser disponibilizado a outras pessoas e estes também poderão utilizá-lo em diferentes propósitos educacionais (KEMCZINSKI, 2011).

Sabe-se que os objetos de aprendizagem, em especial os ligados a tecnologia, constituem uma fonte de saber acessível a todos os alunos por meio do celular, bem como mais atrativo, devido a possibilidades de se usar os aplicativos. Araújo 2009, aborda o tema:

(...) as chamadas “aulas teóricas” têm sido insatisfatórias, quer porque carecem de contextualização, quer porque oferecem poucas oportunidades de conceitualização aos alunos. Também nessas aulas seria desejável reflexão por parte do aluno, promovida por meio de estratégias múltiplas que requerem sua participação ativa e o engajamento emocional e cognitivo. Algumas dessas estratégias, nos dias atuais, são concebidas e implementadas com o uso de recursos computacionais.

Até mesmo porque aparelhos eletrônicos como celulares e tablets estão cada vez mais comuns no cotidiano dos adolescentes, conforme explica Alves (2015) e Souza (2016):

(...) ocorre de forma mais ativa e por um tempo maior em sala de aula. A capacidade de demonstrar ao aluno que um dispositivo que é utilizado por ele no dia a dia pode ser usado para melhorar suas aulas é possível obter resultados mais interessantes para o professor.

As tecnologias das novas mídias estão na escola quer queiramos ou não. Nossos alunos, na sua grande maioria, possuem dispositivos móveis e têm habilidades inatas com as aplicações móveis, por isso, entendemos que os professores podem tirar proveito desses aplicativos para fins pedagógicos.

Entretanto, para se elaborar um aplicativo ou outro recurso virtual, deve-se ter alguns cuidados com a interface, como por exemplo, na utilização de ícones:

Deste modo, preocupar-se com a otimização da interface a partir de um projeto de ícones que contempla avaliações e testes, vem ao encontro da construção da qualidade do sistema como um todo e se faz necessária no meio de comunicação (CARDOSO; GONÇALVES e OLIVEIRA, 2013).

A área da computação atrelada à área da Física para o estudo de temas como ícones, chamada de Interação Humano-Computador (IHC). Tem como principal objetivo tornar a máquina mais acessível no que se refere à interação com o usuário (CARVALHO, 2012).

Por isso é que a respeito de recursos virtuais relacionados ao ensino, Moita (2013) fez uma adaptação do aplicativo *Angry Birds Rio* como ferramenta educacional para a Matemática. Com isso, ele conseguiu relatar o fascínio dos jovens no que diz respeito ao mundo virtual e ao modelo educacional a eles oferecido

A facilidade das crianças e jovens de hoje em lidar com recursos tecnológicos vai de encontro com as dificuldades provenientes do estudo de conteúdos ligados à Matemática, como a necessidade de abstração e de relacionar contextos naturais com os conceitos sistematizados.

O resultado de seu estudo mostra que, o aplicativo *Angry Birds Rio*, ajuda no desenvolvimento cognitivo dos alunos para resolução de problemas.

Para Souza (2016) o uso de ferramentas tecnológicas também auxilia no processo de ensino-aprendizagem:

Há indícios de que o uso contínuo dos aplicativos tem desenvolvido o letramento visual dos alunos e apresentado como resíduo uma imagem visual relevante para os momentos de resolução de exercícios e avaliações, em situações nas quais o simulador não está disponível.

Da Silva e Duarte (2014) também comenta o assunto “O uso de animações e simulações permitiu a abordagem de um número maior de fenômenos num intervalo de tempo menor e proporcionou um enriquecimento da visão do modelo adquirida pelo aluno”.

3.3 Sugestões para lidar com as Dificuldades dos Alunos em Matemática ao Estudar Física

O autêntico educador Bordenave e Pereira (L999), deve extrapolar os limites do conteúdo previsto para a aula, deve buscar contribuir para uma formação mais completa do estudante, tanto acadêmica quanto filosófica e ética. Principalmente, quando existem dificuldades de aprendizado acumuladas de séries anteriores, uma vez que, ao professor se acomodar com a situação, não fará um acompanhamento da disciplina de forma satisfatória, prejudicando ainda mais os alunos.

Na realidade, o que o professor faz é dar uma parcela de contribuição para a formação cidadã do aprendiz. Mas para isso acontecer de verdade, o profissional da educação deve gostar do que faz, ou seja, deve-se auto realizar como educador “[...] o segredo do bom ensino é o entusiasmo pessoal do professor, que vem de seu amor à ciência e aos alunos. ”, afirmam Bordenave e Pereira (1999). Os mesmos autores acrescentam ainda:

As instituições de ensino deveriam formar seu corpo docente com professores que tenham uma autêntica vocação para ensinar, e dar-lhes todo apoio e incentivo para que o façam com liberdade e tranquilidade.

Os estudantes terão melhor aproveitamento do conteúdo visto em sala de aula, quando perceberem também que o professor possui total dedicação e comprometimento com a aprendizagem de todos.

No entanto, sabe-se que há conteúdos matemáticos essenciais para a análise e compreensão de leis e princípios da Física, “[...] quando professores de Física acabam por acreditar que seus alunos não aprendem os conteúdos ministrados por insuficiente formação Matemática”, como cita Pietrocola (2002). Assim, quando os alunos não possuem um conhecimento suficiente na área de cálculo, torna-se difícil ensinar o conteúdo da Física,

Desse modo, quando o docente de Física deverá transformar-se em professor autêntico visto que precisará encarar uma turma de estudantes desnivelados e sem conhecimentos básicos de Matemática, o mesmo sentindo dificuldades ele poderá

até mesmo se sentir desmotivado, mas jamais incapacitado para transmitir os conhecimentos de Física. Porque, na realidade, este desnível ocorre devido à baixa carga horária da disciplina de Física, que os alunos soubessem pelo menos o básico da Matemática, assim como diz Pietrocola (2002), “Os professores de Física gostariam que seus alunos chegassem à sala de aula com os pré-requisitos matemáticos completos”.

Assim, numa turma de alunos que apresenta insuficientes conhecimentos de Matemática elementar, como ressalta Peduzzi (2003), “impede uma adequada formalização e tratamento ‘sem erros’ da situação-problema”. Atividades básicas como resolução de problemas e exercícios são vistas pelos alunos como inacessíveis e incompreensíveis. Fato que realmente dificulta o papel do professor de ensinar seu conteúdo, pois por mais básico e introdutório que seja o assunto de Física, este necessita que o estudante saiba pelo menos a Matemática elementar. Como cita Karam (2007), “é impossível fazer Física sem Matemática porque é ela que sustenta este conhecimento, que o estrutura”. Ou seja, a Matemática é realmente uma linguagem fundamental para o aprendizado de Física.

Pode-se afirmar então, que o estudante que não souber Matemática não poderá apreciar verdadeiramente a Física, como explica Bastos e Bastos Filho (2003):

Em primeiro lugar, pela razão de serem bastante íntimas as relações da Matemática com a Física. Não esqueçamos do importante fato histórico segundo o qual desde os tempos de Galileu e de Newton a Física vem se tornando cada vez mais Matemática.

Os conteúdos de Física, por mais qualitativos que sejam, necessitam de modelos matemáticos e manipulações algébricas.

Em geral, os livros didáticos adotados nas escolas, colocam a Física bastante atrelada a Matemática, como afirma Rosa e Rosa (2005):

Porém, o mais problemático das obras está na forte identificação que elas agregam entre a Física e os algoritmos matemáticos. Os textos e, principalmente, os exercícios são apresentados como Matemática aplicada, na qual a questão fundamental se resume a treinar o estudante na resolução de problemas algébricos.

Desse modo, os alunos acabam por acreditar que Física é puramente Matemática, e se os mesmos não possuem uma “base” Matemática de séries anteriores, fatalmente apresentarão dificuldades em aprender conteúdos de Física.

Entretanto, o professor de Física ao deparar-se com uma turma sem os pré-requisitos matemáticos fundamentais, sempre deverá acreditar que seja possível explicar o conteúdo e obter dos alunos um feedback conforme cita Lopes(2004). Para ele, o professor deve introduzir, primeiramente, os assuntos de Física, a partir de exemplos do cotidiano, através de situações Físicas cuja existência seja de conhecimento empírico dos mesmos, para depois explorar os modelos matemáticos e suas manipulações algébricas.

A relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva, isto é, a exploração Física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida. Logo que esse passo esteja assegurado, a situação Física que se está a estudar deve ser aperfeiçoada e precisada com a introdução progressiva da linguagem Matemática. A tentação de se fazer ao contrário é grande.

Na verdade, o que atrapalha o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física, é o fato dos professores se preocuparem excessivamente com as fórmulas, com a resolução Matemática dos problemas, mesmo antes de uma explicação da situação Física em análise, como afirma Silva e Carvalho (2009):

De modo geral, mesmo tendo incentivado os licenciandos a realizarem práticas educativas inovadoras, constatamos que eles privilegiaram, em todos os planos, exclusivamente as atividades de ensino que enfatizavam o formalismo matemático dos conceitos físicos e a aplicação desses em exercícios algébricos.

Como se observa nos parágrafos anteriores, a postura do professor é bastante importante para a qualidade da aula, uma vez que, alunos motivados dependem de um mestre que esteja com autoestima elevada e que adote uma metodologia adequada a cada estágio ou nível do processo ensino-aprendizagem. Para tanto é necessário que o docente aprenda também com a adversidade, como mostra Arruda (2004):

Então, a primeira ajuda que o professor pode dar é não querer ajudar demais, e deixar o espaço para que o estudante consiga elaborar por si mesmo suas estratégias. Aprendizagem satisfatória não exclui tensão, esforço, dúvidas e angústia.

Numa aula de Física, devem existir perguntas e questionamentos, mesmo que seja sobre a Matemática básica, pois a dúvida de um pode ser na realidade a dúvida de muitos, que não perguntaram simplesmente por timidez ou vergonha.

Assim, os métodos de ensino devem ser atualizados, os professores devem estar sempre se qualificando, buscando novas formas de ensinar, respeitando as diferenças e as peculiaridades de cada aluno. Autoestima, acompanhamento, auxílio,

qualificação, incentivo. Sempre buscando através dos conhecimentos adquiridos na vida acadêmica, soluções para problemas vivenciados em sala, pois estes sempre serão de fundamental importância para a qualidade da prática pedagógica, como bem afirma Gurgel (2008), ao dizer:

Para garantir a aprendizagem de todos os alunos, é preciso começar com uma “jogada” que define todo o processo: a formação inicial dos professores. Se ela for boa, todos saem ganhando. Se, no entanto, ela for ruim...

O professor ao tentar compreender as dificuldades dos alunos em Matemática, deve lembrar que “aprender não é primeiramente memorizar, estocar informações, mas reestruturar seu sistema de compreensão de mundo”, como bem afirma Perrenoud ^[31], ou seja, deve levar em conta o grau de dificuldade do aluno em todos os seus aspectos, não considerando apenas o nível matemático, mas também a noção ou a capacidade de compreensão das situações Físicas.

É visível que na formação do caráter dos alunos, além do professor, são responsáveis também: a família, a mídia, a escola e a sociedade de uma forma geral na qual estão inseridos. Como explica Lima (2004):

Aqui se englobam o papel social da escola, o trabalho de todos os professores, dos alunos, pais, comunidade dentro de sociedade em contínuo processo de transformação histórica.

Em especial, o que deve existir é uma parceria entre alunos de qualquer idade, família e professores para que haja uma significativa interação e os interesses objetivados sejam alcançados. “Educar depende de uma relação mais ampla entre os pais do aluno e os professores do que a prevista em uma mera prestação de serviços (MENEZES, 2005).

O estudante inexperiente, por sua vez, também contribui para a estreita relação entre a Física e a Matemática, pois este aluno não aprendeu a ver uma situação Física qualitativamente, como um desafio que exige análise e reflexão. Ele apenas quer encontrar a fórmula a ser usada e manipulada, o que para ele é difícil. Como explica Favero e Sousa (2001):

Por outro lado, o *novato*: não analisa qualitativamente a situação problema, partindo de imediato para a busca de princípios e equações que o ajudem na solução Matemática do problema; fixa-se em aspectos superficiais do problema e utiliza muitas regras, sem levar em conta que a mesma regra se aplica a várias situações.

Essa postura adotada pelo aluno, que de certa forma, é induzida ou formada pela própria metodologia do professor, prejudica seu aprendizado, pois o mesmo deve compreender a situação Física como um todo, deve buscar interpretar, analisar e compreendê-la, para em seguida aplicar os princípios da teoria Física. Dessa forma,

cabe ao professor, além de orientar e de conduzir o processo educativo, estabelecer junto ao estudante, nesta prática de análise Física da questão, as soluções viáveis e palpáveis ao método para desenvolvimento e para o sucesso do processo de ensino aprendizagem.

Outra sugestão para ensinar Física a alunos com dificuldade em Matemática, é ministrar o conteúdo através de propostas desafiadoras como também firmar parceria com a família a fim de despertar nos estudantes o real interesse pela reflexão, análise e investigação, bem como facilitar a compreensão. Como recomenda Silva (1999):

As aulas deverão conter situações desafiadoras para os alunos, em forma de situações-problema para introduzir e desenvolver conceitos; as situações ou atividades elaboradas deverão privilegiar o diálogo entre os alunos e elas deverão explorar, dentro das possibilidades, situações do cotidiano dos estudantes.

Traçar objetivos diferentes, mas voltados para o processo de ensino aprendizagem de Física é de fundamental importância, principalmente, em turmas de alunos do ensino público os quais, muitas vezes, não possuem os pré-requisitos matemáticos exigidos para que tal processo obtenha êxito. Isso, geralmente, torna os estudantes desmotivados com os estudos, em função das enormes dificuldades que sentem no transcorrer de todo o curso. Seja nas aulas, em especial na de Física. Ou de Matemática. Se o aluno despertar curiosidade pela matéria, provavelmente, terá mais empenho no momento dos estudos, buscará superar suas próprias dificuldades e terá bastante vontade de aprender. Daí a importância da metodologia utilizada pelo professor na sala de aula, como sugere Pietrocola (2001):

O conhecimento promovido pelas aulas tradicionais estabelece poucas relações com o mundo real. É necessário que antes de se preocupar se o aluno sabe ou não resolver a parte Matemática, o docente incentive a aprendizagem de Física a partir de situações cotidianas.

Desse modo, o estudante poderá compreender qualitativamente as situações Físicas de uma maneira mais fácil, relacionando o conteúdo físico com situações do cotidiano e com a prática de experimentos.

A sugestão de Garcia (1998) para um processo de ensino e aprendizagem de Física satisfatório, é introduzir conteúdos sempre fazendo revisões de assuntos anteriores e trabalhando os conteúdos que os alunos apresentem dificuldades.

Iniciar cada período de aula com um resumo das lições anteriores e uma visão geral dos novos temas. Igualmente, escrever a data, o tema a aprender e as

tarefas para casa no quadro-negro, devendo o aluno fazer cópia desses dados ao início de cada aula.

Revisar conteúdos de aulas anteriores, bem como de fórmulas e sua manipulação algébrica de que o aluno não se lembre mais, é fundamental para a continuidade do conteúdo. Apesar de ser mínimo o tempo de aula, o docente não pode deixar de, “ao finalizar cada aula, fazer uma síntese, o que facilita a captação das ideias fundamentais e a aquisição das aprendizagens”. Incentivar a participação, é uma forma também de prender a atenção dos estudantes, como afirma Garcia “Expor questões e, depois, dirigir-se a um aluno para que as responda. Isso poderá mantê-lo mais atento e menos disperso durante a exposição de conteúdos, mas não significará que estão perfeitos e hábeis quanto ao assunto. Dar sugestões, ajudas ou guia-lo para que o aluno saiba encarar e visualizar adequadamente os próprios erros” (GARCIA, 1998).

O consenso existente entre os estudiosos aqui citados centra-se na ideia de que o docente não pode ser temerário nem acomodar-se diante das dificuldades. Ele deverá buscar meios para contornar os obstáculos surgidos durante o processo no que diz respeito às deficiências dos estudantes, seja no campo da Matemática ou no campo da Física. Cabe ao docente instrutor disponibilizar-se de motivações para ministrar o conteúdo de Física valendo-se ou não de situações que requeiram aplicação da Matemática. Tudo isso pode ser, como já foi dito anteriormente, através de situações desafiadoras durante a exposição do conteúdo, ou por meio da prática de experimentos que possuem relação com o cotidiano do aluno.

3.4 O Android na Educação

O Sistema Android vem sendo bastante utilizado na Educação em virtude da sociedade está cada vez mais dependente das tecnologias da informação e comunicação (Bittencourt e Albino, O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI, 2017). Tem-se a utilização de dispositivos móveis que usam esse sistema operacional para simulação e para o ensino de Física Moderna (Souza e Gomes, Uso de um aplicativo em androids para simulação e o ensino de Física Moderna, 2015). Outra utilização desse sistema é para facilitar ou para auxiliar no ensino e na aprendizagem da disciplina de Física (Perez, Viali, e Lahm, 2016). Alguns aplicativos disponíveis podem ser utilizados em sala de aula, tais como a Física do basquete, o aplicativo faz uma descrição da cinemática em duas dimensões, dando ênfase ao

lançamento oblíquo. Outro aplicativo é o simulador de pêndulo, esse faz uma análise bidimensional do movimento de um pêndulo, possibilitando variar o comprimento do fio, a massa que fica suspensa e a situação de atrito. É mostrado também o Atomify, um aplicativo em inglês desenvolvido para tablets, que possui gráficos tridimensionais, que mostram o comportamento do átomo de argônio em diferentes situações. Outro aplicativo é o Ray Optics, esse é outro aplicativo que usa a língua inglesa, possibilitando a resolução de problemas envolvendo lentes convergentes e divergentes e espelhos esféricos côncavos e convexos (Perez, Viali, & Lahm, 2016).

Também é apresentado o C. Magnético – Hilo Rectilíneo, um aplicativo com guias teóricos sobre campos magnéticos baseados na lei de Biot-Savart. Outro aplicativo também mostrado é o Kepler's Conundrum, permite trabalhar com atração gravitacional entre massas, apresentando gráficos bidimensionais. Outra aplicação é o Bouncy Zone: Ball Simulator, apesar de também ser apresentado no idioma inglês é bastante fácil de manipular, sendo possível utilizar bolas em diferentes situações, possibilitando variar aceleração, atrito, etc. Electron é mais uma aplicação que se pode utilizar, nele tem-se o desafio de fazer com que partículas percorram determinados caminhos devido a influência de campos elétricos gerados por cargas positivas e negativas. Ainda se tem o Particle Physics Simulator, neste é possível manipular vários parâmetros como massa das várias partículas, tamanho das partículas, atrito, elasticidade e as velocidades antes e após as colisões.

Existe ainda o Physics Sketchpad Beta, este aplicativo apresenta uma plataforma simplificada com conceitos de gravitação, colisões, aceleração e atrito. Oersted é outro aplicativo, neste simula-se a experiência de Oersted, verificando-se que surge um campo magnético ao se aplicar uma corrente elétrica em um fio. Encontra-se também o Wave Simulator, um simulador de ondas geradas por fontes pontiformes, sendo possível mostrar os fenômenos de interferência, difração e reflexão. O Simphysics é uma aplicação com vários tópicos de Física, possibilitando simulações de eletromagnetismo, energia mecânica, cinemática linear e rotacional, óptica Física e geométrica entre outros.

O aplicativo Leis de Newton é um aplicativo onde se joga discos de hóquei procurando deixá-los o mais próximo possível do centro e ao mesmo tempo procurando dificultar que seu adversário atinja o objetivo primeiro. Outro aplicativo simples é o Projectile Motion Simulator, onde se pode variar velocidade inicial, ângulo

de lançamento, possibilitando conhecer altura máxima e alcance do lançamento (Perez, Viali e Lahm, 2016). Um aplicativo ainda em desenvolvimento que já pode ser baixado em smartphones e tablets é o Física interativa, onde se tem uma revisão de boa parte da Física, com as principais equações da Mecânica, da Óptica e do Eletromagnetismo.

Recentemente, no MNPEF da UFPI, foram defendidas duas dissertações onde os produtos educacionais eram aplicativos destinados à plataforma Android. O primeiro produto educacional, defendido em dezembro de 2018, é um aplicativo denominado ELETROMAGNETINTERATIVO. Este aplicativo faz uma abordagem a respeito das ondas eletromagnéticas e uma revisão sobre ondulatória, de uma forma geral (SOARES, 2018). O segundo produto, defendido em maio de 2019, é denominado ELETROFIS, trazendo uma abordagem sobre eletrodinâmica (SANTOS, 2019). Nesses aplicativos há várias curiosidades relacionadas aos temas explorados e em ambos é possível encontrar uma série de exercícios para que o estudante possa praticar os assuntos estudados.

3.5 Sistema Operacional Android

Aparelhos de telefonia celular passaram por diversos avanços desde quando iniciou seu uso. O Sistema Operacional Android, hoje oferece uma variedade de recursos que cada vez mais atrai os usuários dos atuais telefones celulares (smartphones). Entre os vários recursos oferecidos pelos smartphones estão câmeras com excelente qualidade, aplicativos para a execução de músicas, transmissão de dados por Bluetooth, aplicativos de vários estilos, localização por GPS e utilização do GPS para se direcionar a determinado local e também oferece recurso para acesso à internet e e-mails entre outros (LECHETA, 2015). Levando em conta apenas o recurso de acesso à internet, oferecido pelos Smartphones, no ano de 2014 o acesso à internet em domicílios brasileiros ocorreu mais vezes em Smartphones que em computadores. A Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) realizada no ano de 2014 mostrou que o acesso à internet por smartphones passou de 53,6%, em 2013, para 80,4% em 2014. Já o acesso através de computadores apresentou uma diminuição, haja vista que em 2013 88,4% dos acessos eram por computador e em 2014 apenas 76,6% utilizaram esse equipamento para acessar a internet em casa (IBGE, 2017). O lançamento do Android em 2003, despertou a atenção de algumas empresas da área. Logo após o surgimento desse sistema operacional, a empresa Google passou a ser

a principal representante do Android. Com o objetivo de criar um sistema com código aberto e assim padronizar uma plataforma para celulares, a Google associou a outras empresas, formando o OHA (Open Handset Alliance), grupo formado por várias empresas fabricantes de celulares. Entre as empresas do grupo destacam-se: Motorola, LG, Samsung, Sony Ericson Toshiba, HTC, Huawei, Sprint Nextel, China Mobile, T-Mobile, ASUS, Intel, Acer, Dell e Garmin (LECHETA, 2015).

O Sistema Operacional Android vem inovando a cada versão e atualmente tem disponibilidade para vários dispositivos. Entre os vários dispositivos que podem operar com o Android estão os tradicionais Smartphones e tablets, além de TV (Google TV), relógios (Android Wear), óculos (Google Glass) e centrais multimídia de carros (Android Auto). Com essas características o Android se tornou o sistema operacional mais utilizado em todo o mundo (LECHETA, 2015).

Uma das consequências que veio com o Android foi a adesão de várias empresas aos aplicativos destinados a Smartphones e tablets com o objetivo de se aproximar cada vez mais de seus clientes (LECHETA, 2015).

O sistema operacional Android surgiu como a primeira plataforma livre, de código aberto (open source), característica que contribuiu para a evolução do Android ao longo do tempo. A característica de ter código aberto, faz com que desenvolvedores possam contribuir para trazer melhorias para o sistema operacional (LECHETA, 2015).

Esse sistema operacional oferece vantagens também para as empresas fabricantes de Smartphones, sendo permitida a utilização do sistema operacional nos aparelhos sem a necessidade de realizar nenhum pagamento referente a esse uso. Outra possibilidade com o sistema operacional Android é a customização do sistema por determinadas empresas, como acrescentar logomarca entre outras modificações. Essas modificações são permitidas por uma licença chamada ASF (Apache Software Foundation), que autoriza modificações no código-fonte do Android (LECHETA, 2015).

4 HIDROSTÁTICA

4.1 Hidrostática no tempo

Nesse capítulo faremos uma breve revisão sobre Hidrostática, destacando as propriedades e fenômenos associados aos fluidos em repouso.

Por volta de 200 anos a.C. Arquimedes deu início ao estudo da parte da Física chamada Hidrostática que pertence a Mecânica dos Fluidos. Por Fluido, deve-se entender toda e qualquer substância que escoar facilmente, exemplos: os gases e os líquidos. A Mecânica dos Fluidos é a parte da Física que se dedica ao estudo dos fluidos, em movimento ou repouso.

As divisões da Mecânica dos Fluidos são:

A Fluido-estática que se encarrega de estudar os fluidos em parados (repouso) e a Fluidodinâmica que se dedica a estudar os fluidos em movimento.

Antigamente o líquido mais estudado era a água, e vem daí os nomes hidrostática e hidrodinâmica, onde hidro significa água.

Muitos cientistas contribuíram para o desenvolvimento da Mecânica dos Fluidos, dentre eles destacam, Evangelista Torricelli entre (1608 e 1647), Stevin entre (1548 e 1620), Blaise Pascal entre (1623 e 1662) e Arquimedes.

Na Mecânica dos Fluidos, mas exatamente na Hidrostática compreendemos conceitos como: densidade, pressão, pressão devido a uma coluna de líquido, o princípio de Pascal, o princípio de Arquimedes.

Nos estudos dos fluidos, um dos conceitos fundamentais é o de densidade. Começamos com um exemplo. Ao final de uma peça de teatro, um espectador fica surpreso ao ver um funcionário carregar uma grande rocha do cenário com apenas uma das mãos. Como isso é possível?

(...)

No estudo dos fluidos, é mais conveniente trabalhar com a massa por unidade de volume (densidade) do que com a massa total. De modo análogo, no caso das forças exercidas por fluidos, é também mais conveniente trabalhar com a força por unidade de área – conceito de pressão.

(...)

Princípio de Arquimedes: Todo corpo mergulhado num fluido (líquido ou gás) fica sujeito a uma força vertical para cima, exercida pelo fluido, sendo a intensidade dessa força igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo (PHAN, 2016).

A partir desses conceitos passamos a compreender muitos fenômenos, como por exemplo: o motivo das solas dos sapatos dos esquimós terem área bem maior do

que sapatos normais; aprendemos como medir e compreender a pressão atmosférica, entendemos que nadar numa piscina (água doce) é diferente de nadar numa piscina contendo água salgada; e também qual é o princípio físico utilizado na construção de uma prensa hidráulica.

A hidrostática explica também que alguns corpos afundam e outros boiam na superfície ou próximos a superfície quando mergulhados em líquidos, e que isso vai depender do peso dos corpos e da força de empuxe gerada pelos líquidos.

4.2 Fluidos

Os fluidos apresentam enorme importância no cotidiano do Homem atualmente. É através dos fluidos que o ser humano respira, mantém o corpo na temperatura ideal para seu perfeito funcionamento, através da ingestão de líquidos. Os fluidos também são responsáveis pelo clima. Na área tecnológica, o Homem desenvolve máquinas como aviões e navios, que por sua vez, também funcionam aproveitando as propriedades apresentadas pelos fluidos, além de outras aplicações.

Um fluido diferencia-se de um sólido, praticamente pela capacidade de escoar, dessa forma, um fluido assume a forma do recipiente onde é colocado. Esse comportamento dos fluidos deve-se a eles não suportarem uma força aplicada paralelamente a sua superfície (tensão de cisalhamento) (HALLIDAY RESNICK; WALKER, 2016).

Há substâncias aparentemente sólidas, como o vidro, que levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

4.3 Massa Específica ou Densidade

Ao analisar uma situação envolvendo corpos rígidos, como por exemplo uma barra de metal, ou quando se observa uma esfera que desliza em um plano, é comum se levar em consideração as grandezas Físicas massa e força, que são as mais utilizadas para a expressão das leis de Newton (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Ao descrever situações envolvendo fluidos, por estes não apresentarem forma definida, utiliza-se para essa descrição as grandezas massa específica e pressão ao invés de se utilizar a massa e a força.

Na determinação da massa específica, ρ , de um fluido, isola-se um elemento diferencial de volume (dV), mede-se a massa (dm) apresentada por esse elemento de volume, do fluido. A massa específica é obtida pela relação entre o elemento de massa e o elemento de volume (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

$$\rho = \frac{dm}{dV} \quad (4.1)$$

A massa específica é uma grandeza escalar, sua unidade de medida no SI (*Sistema Internacional de Unidades*) é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3).

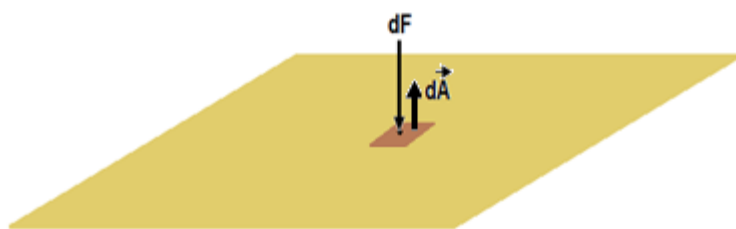
Normalmente, leva-se em consideração que o fluido possui a mesma massa específica para todos os elementos de volume, e que esse fluido é contínuo, permitindo que se escreva a massa específica como sendo a razão entre a massa e o volume do fluido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.2)$$

4.4 Pressão

Considerando uma superfície como a mostrada na figura 1, tem-se um elemento diferencial de área (dA), onde se aplica uma força ($d\vec{F}$).

Figura 1: Definição de Pressão.



Fonte: Autor, 2019

A pressão exercida nesse ponto dessa superfície será dada pela relação entre os módulos da força normal à superfície ($d\vec{F}$) e o elemento de área onde se aplica essa força (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$p = \frac{|(d\vec{F})|}{|dA|} \quad (4.3)$$

Sendo a pressão dada pelo limite dessa razão, com o elemento de área tendendo a zero, se uma força uniforme é aplicada sobre uma superfície plana de área A , a pressão pode ser expressa por (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013):

$$p = \frac{|\vec{F}|}{|A|} \quad (4.4)$$

Onde $|\vec{F}|$ é o módulo da força normal aplicada à área A.

No SI, a pressão é medida em newton por metro quadrado, tendo a denominação especial de pascal (Pa). Em alguns países, os medidores de pressão de pneus estão calibrados em quilopascals (kPa). A seguir, tem-se uma relação entre o pascal e outras unidades de pressão muito usadas, mas que não pertencem ao S.I. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016):

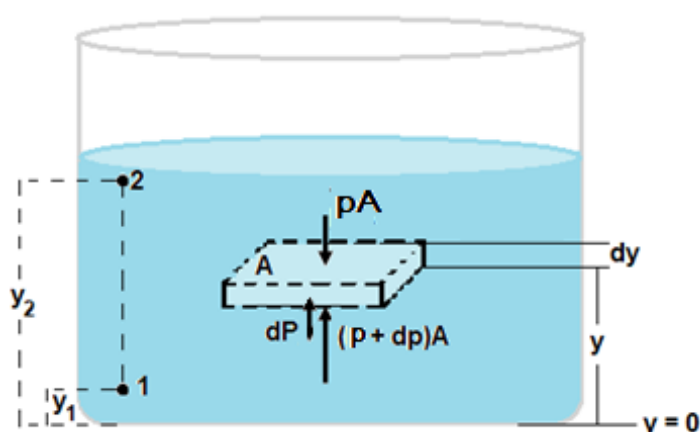
$$1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr} = 14,7 \text{ lb/pol}^2.$$

O atm, corresponde à pressão exercida pelo ar, chamada de atmosfera.

4.5 Fluidos em Repouso

A pressão em fluido em repouso pode ser obtida conhecendo-se a profundidade ou a altura onde se deseja conhecer o valor dessa pressão. Para se determinar a expressão Matemática que fornece a pressão no interior de um fluido, considere o recipiente na figura 2, onde se tem um elemento de volume do líquido onde se observa as forças atuantes no fluido. Para essa observação, consideram-se constantes, a densidade (ρ) do fluido e a aceleração da gravidade (g) (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Figura 2: Forças que atuam em um elemento de volume de um fluido em repouso.



Fonte: Autor, 2019

Na parte inferior do elemento de volume considerado, atua uma força direcionada para cima, representada por pA . Essa força é obtida usando-se a equação (4.4). Como da parte inferior para a parte superior do elemento de volume considerado há uma variação na altura (dy), logo deve haver uma variação na

pressão, representada por dp . Na parte superior do mesmo elemento de volume, atua a força expressa por $(p + dp)A$ (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Além das forças exercidas nas partes superior e inferior no fluido considerado, também atua a força gravitacional devida à massa do próprio fluido, sendo expressada por $dP = dm g$. A massa dm é expressa pela equação (4. 1), sendo $dm = \rho dV = \rho A dy$. Dessa forma o peso do fluido em questão é $dP = \rho g A dy$ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Como o volume de fluido considerado para essa observação faz parte do fluido contido no recipiente e, todo o fluido está em equilíbrio, logo a força resultante deve ser nula, assim tem se:

$$\sum F_y = 0, \text{ assim, } pA - (pA + dp) - \rho g A dy = 0$$

Organizando a expressão acima, tem-se:

$$dp = -\rho g dy \quad (4.5)$$

Por essa equação percebe-se que à medida que y aumenta, a pressão diminui (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Ainda na figura 2, os pontos 1 e 2 apresentam alturas representadas por y_1 e y_2 . Aplicando a equação (4. 5) a esses pontos, obtém-se:

$$p_2 - p_1 = -\rho g (y_2 - y_1) \quad (4.6)$$

Essa equação fornece a pressão em qualquer ponto de um fluido com densidade constante.

Se o ponto 2 for considerado exatamente na superfície do fluido, a pressão p_2 é a pressão atmosférica, representada por p_0 . O ponto 1 pode-se dizer que se encontra a uma profundidade $h = (y_2 - y_1)$ e a pressão nesse ponto é $p_1 = p$. assim pode-se escrever:

$$p = p_0 + \rho g h \quad (4.7)$$

Essa última equação é conhecida como teorema de Stevin. A parte $\rho g h$ é chamada pressão manométrica, corresponde à diferença de pressão entre os pontos 1 e 2 (HEWITT, 2015).

4.6 Princípio de Pascal

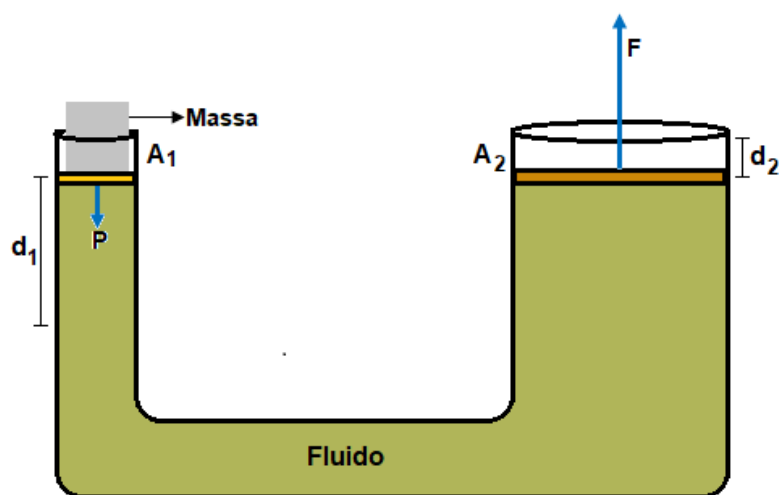
Blaise Pascal (1623-1662) nasceu em Clermont-Ferrand, França, estudou Geometria, Probabilidade e Física, chegando a importantes descobertas. Aos 19 anos, depois de dois anos de trabalho intenso, concluiu a construção de uma revolucionária calculadora mecânica que permitia a realização de operações aritméticas sem que o usuário precisasse saber os respectivos algoritmos (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

O princípio de Pascal é bastante utilizado no cotidiano de muitas pessoas, mesmo que estas não percebam. Pela manhã, ao escovar os dentes, uma pessoa pressiona a parte inferior de um tubo de creme dental para que o creme saia na outra extremidade, onde se coloca a tampa. Nesse simples ato, qualquer pessoa está aplicando esse princípio, explicado pela primeira vez por Blaise Pascal em 1652. Tal explicação define o princípio de Pascal que diz, “Uma variação da pressão aplicada a um fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A figura 3 servirá para a demonstração desse princípio. A pressão em qualquer ponto do fluido será a pressão exercida nos pistões e a pressão manométrica para o ponto considerado, assim a pressão será expressa por (NUSSENZVEIG, 1998):

$$p = p_{externa} + \rho gh \quad (4.8)$$

Figura 3: Ilustração do Princípio de Pascal.



Fonte: Autor, 2019.

Adicionando-se uma massa com peso P , no lado esquerdo da figura, esta comunica ao pistão e uma variação na pressão representada por dp . Essa variação na pressão é dada pelo produto do peso pela área da seção 1 (NUSSENZVEIG, 1998).

$$dp = \frac{P}{A_1} \quad (4.9)$$

Dessa forma, a pressão que atuará em todo o fluido será:

$$p' = \frac{P}{A_1} + p_{externa} + \rho gh \quad (4.10)$$

A variação na pressão (Δp) será, portanto, a diferença entre p e p' , o que resulta na equação (4.9). Dessa forma, a variação de pressão aplicada ao fluido será igual à variação de pressão externa (NUSSENZVEIG, 1998).

$$\Delta p = \Delta p_{externa} = dp \quad (4.11)$$

A adição da massa com peso P , provocará um deslocamento de fluido, no lado esquerdo o deslocamento será d_1 no lado direito, será d_2 (HEWITT, 2015).

A prensa hidráulica é a aplicação mais conhecida do princípio de pascal. Retornando à figura 3, a variação de pressão dp aplicada no lado esquerdo, é transmitida por todo o fluido, assim tem-se:

$$dp = \frac{P}{A_1} = \frac{F}{A_2} \quad (4.12)$$

Quando o interesse é encontrar a força aplicada na seção de área maior, normalmente onde se tem uma vantagem mecânica, a equação (4.12) pode ser escrita como:

$$F = \frac{P * A_2}{A_1} \quad (4.13)$$

A equação (4.13) normalmente é utilizada em situações onde se aplica uma força (F_1) no lado representado pela área (A_1) e deseja-se encontrar o valor da força (F_2) que surgirá no outro lado do fluido, onde a área é (A_2). Dessa forma, a equação (4.13) será escrita como:

$$F_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1} \quad (4.14)$$

A equação (4.14) mostra que a força F_2 que surge na área A_2 é maior que a força F_1 aplicada no pistão de área A_1 . No caso dos macacos hidráulicos, freios de automóveis, direção hidráulica e elétrica também de automóveis e outras aplicações, se aplica uma força na área menor, e esta força provocará o surgimento de uma força bem maior na área maior, para o deslocamento de um objeto que normalmente exigiria um esforço bastante elevado (HEWITT, 2015).

Apesar de serem distinguidas pelos nomes, a direção hidráulica e a direção elétrica, presente em automóveis mais modernos, estes utilizam o mesmo princípio de funcionamento. Uma bomba hidráulica faz com que um fluido (óleo AFT, comumente chamado de óleo hidráulico) circule pela tubulação e pela caixa de direção que possui cavidades por onde esse fluido ao ser movido faz com que o motorista faça menos esforço para manobrar o veículo do que se estivesse utilizando uma direção mecânica. A diferença entre as duas denominações está no mecanismo que movimenta a bomba do hidráulico. No caso da direção hidráulica, a bomba é acoplada ao motor do veículo, fazendo com que ao automóvel ser ligado a bomba aciona e assim a direção já fica mais leve. No caso da direção elétrica, o mecanismo que aciona a bomba hidráulica é um motor elétrico, independente do motor do automóvel, esse motor elétrico tem a função de reduzir o esforço do motor do automóvel, fazendo com que se tenha uma redução no consumo de combustível.

4.7 Princípio de Arquimedes

Arquimedes (287 a.C. -212 a.C.) nasceu em Siracusa, na ilha da Sicília, cidade na época pertencente à Magna Grécia. Em suas atividades, determinou a área da superfície esférica, obteve com precisão o centro de gravidade de várias figuras planas, construiu engenhos bélicos de notável eficiência e também um parafuso capaz de elevar a água de poços e estudou o mecanismo das alavancas. O que realmente o tornou um célebre cientista, no entanto, foi a formulação da lei do **empuxo** (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

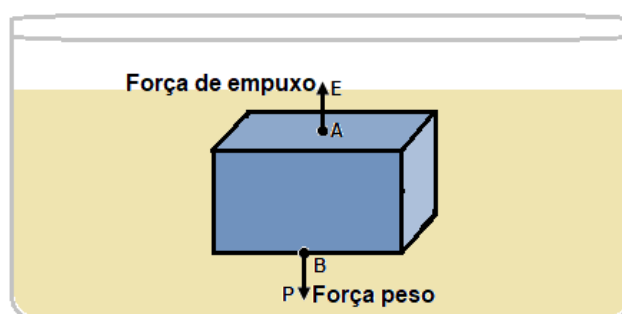
A maioria das pessoas certamente já presenciou ou sentiu o efeito de uma força que atua em corpos que estão em meio a um fluido. Pode-se citar como exemplo, um balão que ganha altitude e se mantém em determinada altura. Esse voo do balão é possível porque quando se aquece o ar contido na bolsa do balão, há uma variação na densidade do ar. Com essa variação na densidade, a força direcionada para cima

(Empuxo), torna-se maior que o peso do balão, possibilitando a elevação do balão. Neste caso, constata-se o princípio descrito por Arquimedes.

A figura 4 mostra um corpo completamente imerso em um fluido. Nesse caso, considera-se a condição do corpo está em equilíbrio estático. Pela condição de equilíbrio estático, o somatório das forças que atuam no corpo deve ser nulo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (4.15)$$

Figura 4: Corpo imerso em um fluido.



Fonte: Autor, 2019.

As forças que atuam no corpo, portanto, são a força peso e a força de empuxo. Dessa forma, tem-se:

$$E - P = 0 \rightarrow E = P \quad (4.16)$$

O empuxo tem módulo igual ao módulo do peso do fluido deslocado quando o corpo é imerso no líquido.

$$E = P_f = m_f * g \quad (4.17)$$

Na equação (4. 17), P_f é o peso do líquido e m_f é a massa do líquido. Pela equação (4. 2) pode-se escrever:

$$E = \rho_f * V_f * g \quad (4.18)$$

O volume do fluido que se desloca é igual ao volume do corpo que se encontra submerso. Caso o corpo esteja totalmente submerso, o volume de fluido deslocado é igual ao próprio volume do corpo (HEWITT, 2015).

A origem da força de empuxo é a diferença de pressão existente entre os pontos A e B da figura 4. A pressão no ponto B é maior que a pressão no ponto A, devido à profundidade de B ser maior. Essa diferença de pressão tem uma força resultante na direção vertical, de baixo para cima (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Peso aparente

Quando se mede o peso de um objeto em uma balança calibrada para a medição de peso, esta indica o peso real do objeto. Já quando se mede o peso do mesmo objeto, estando este, em meio a um fluido, a indicação da balança é um valor menor que o peso real. Esse valor indicado pela balança quando o objeto está imerso no fluido é chamado peso aparente (P_{ap}). O peso aparente é dado pela expressão:

$$P_{ap} = P - E \quad (4.19)$$

Esta equação mostra que para se elevar um objeto dentro da água por exemplo, se faz menos esforço que realizar a mesma tarefa fora da água, isto porque quando o objeto está dentro do fluido, seu peso aparente é menor que o peso real (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Flutuação de corpos em meio a um fluido.

É comum se vê corpos flutuando na superfície da água. Essa situação de flutuação pode ser descrita pela equação (4.19), quando o peso aparente do corpo for nulo. Quando isso ocorrer, tem-se:

$$E = P \quad (4.20)$$

O corpo pode está imerso de forma parcial ou total em um fluido para atingir o equilíbrio entre as forças peso e empuxo, isso irá depender das características do corpo e da densidade do fluido segundo nos afirma(GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Essa seção 4 foi utilizada na elaboração do produto educacional, em consonância com a teoria da aprendizagem significativa de D. Ausubel, cujo objetivo é facilitar o entendimento dos alunos acerca dos conteúdos aqui abordados. Dessa forma, o aplicativo Hidromat procura facilitar esses conceitos aqui apresentados, através da tecnologia da informação que fascina bastante os alunos.

5 METODOLOGIA

O objetivo geral dessa pesquisa foi desenvolver um aplicativo (**Hidromat**) para smartphones e tablets que funcionam com o sistema operacional Android, como recurso didático para facilitar o processo ensino e aprendizagem da Hidrostática. O tipo de pesquisa a ser utilizado será bibliográfico, descritivo, quantitativo e de campo.

Durante a revisão de literatura será feito um amplo levantamento de ferramentas virtuais, tais como, aplicativos, aplicativos e sites, objetivando elaborar um ícone tecnológico de aprendizagem que aborde conteúdos de Física, mas que também contenha um auxílio para dúvidas em conteúdos de Matemáticas.

Já a pesquisa descritiva é o tipo de estudo que pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

No que diz respeito a classificação quanto a abordagem, a pesquisa será quantitativa, conforme explica Fonseca (2002):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. (...) A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem Matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.

E, por fim, no que se refere aos procedimentos escolhidos, a pesquisa será de campo. Visto que tal pesquisa é constituída de investigações realizadas através da coleta de dados junto a pessoas, cujos recursos pautam-se em variados tipos de pesquisa anteriormente efetuadas(FONSECA, 2002).

A coleta de dados da pesquisa foi efetuada por meio de dois questionários aplicados em momentos distintos. Inicialmente, aplicou-se um questionário na forma de pré-teste. Nesse primeiro questionário foi realizado um diagnóstico sobre o conhecimento que os alunos possuíam relacionados ao tema em estudo (Hidrostática). Também foi aplicado para os alunos um questionário na forma de pós-teste. O pós-teste foi aplicado para que se tenha um levantamento do nível de conhecimento dos alunos após a utilização do aplicativo Hidromat. No final da pesquisa de campo será aplicado também um questionário de opinião contendo

perguntas fechadas, no qual se busca avaliar a receptividade do aplicativo e obter um *feedback* dos alunos.

5.1 Local da Pesquisa

Nesse estudo foram escolhidos estudantes da 2ª série do ensino médio regular da rede pública de ensino nas cidades de Teresina-PI e Timon-MA. Em Teresina, na Unidade Escolar Severiano Sousa, no turno noturno. Em Timon, a escola é o Centro de Ensino Padre Delfino. A escolha dos alunos da segunda série se justifica pelo fato de que alguns livros adotados na rede escolar estadual apresentarem esse conteúdo nos primeiros capítulos do livro didático da segunda série, enquanto outros livros apresentarem esse conteúdo no final do livro de primeira série. Para alunos que mantiveram contato com esse conteúdo na primeira série, não havia nada de novo, apenas uma revisão de conteúdos anteriormente estudados. Mas o assunto para quem não o tinha estudado ainda, surgia como uma nova oportunidade de estudar esse capítulo do livro e assim retirar algumas dúvidas ainda pendentes.

O estudo feito na escola Severiano Sousa localizada na Rua São Paulo S/N, Bairro Acarape, deu-nos embasamento para nortear os resultados obtidos com esta pesquisa. Nesta escola existem 08 Salas de aula, das quais pela manhã três são de alunos que estão cursando a segunda série do ensino médio. Uma das turmas é constituída por 35 alunos, uma outra contém 30 e a terceira turma possui 33 alunos. Nas demais salas funcionam turmas de primeira e de terceira séries, com uma média de 32 alunos por turma. No turno noturno, são três turmas funcionando, sendo uma com primeira série (13 alunos), uma com segunda série (27 alunos) e a outra de terceira série (27 alunos). Nesta escola, o produto educacional foi aplicado na única turma de segunda série que funciona no período noturno.

Já no Centro de Ensino Padre Delfino localizado na rua José Simões Pedreira, 311, centro, em Timon- MA. Essa escola funciona nos turnos tarde (período vespertino) e no turno da noite. No turno vespertino há duas turmas de segunda série, onde em uma delas, com 35 alunos, o autor da pesquisa ministra aulas e utilizou o produto educacional. Na outra turma, com 33 alunos, um colega ministra aulas. Nessa turma que é de outro professor, os alunos responderam aos dois questionários sem a utilização do produto educacional. No noturno, funciona mais uma turma de segunda série, com 32 alunos, onde também foi aplicado o produto educacional.

Portanto, o objetivo da pesquisa é analisar os resultados obtidos após o uso do aplicativo desenvolvido no estudo, e, com isso, saber se houve mudança no rendimento e na aprendizagem dos discentes na disciplina de Física cujo conteúdo abordado envolvia o estudo sobre o conteúdo: Hidrostática. Para essa análise, foi seguido um cronograma para a utilização do produto educacional. De início, foi aplicado um questionário com o objetivo de verificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo abordado no aplicativo e assim, vê os reconhecimentos prévios dos alunos. Na sequência o aplicativo foi apresentado aos alunos e na última etapa houve a aplicação de mais um questionário para uma comparação do entendimento do assunto por parte dos alunos, antes e após a utilização do produto educacional.

Em ambas as etapas os alunos foram organizados em grupo, com formação variando de três a cinco componentes, a fim de que com a troca de informações entre esses alunos de cada grupo, o resultado dessas avaliações apresentasse melhor rendimento.

5.2 Desenvolvimento do aplicativo Hidromat

O desenvolvimento desse aplicativo foi realizado na plataforma oficial oferecida pela empresa Google, destinada a desenvolvedores de aplicativos para dispositivos móveis com o sistema Android, denominada Android Studio. Inicialmente foi utilizada uma plataforma de criação de aplicativos e jogos, denominada IONIC. Com essa plataforma houve um inconveniente, os aplicativos desenvolvidos nela são híbridos, necessitando de outros aplicativos para realizar uma conversão para que o software funcione de forma adequada no Android.

Uma segunda plataforma foi utilizada com o mesmo propósito de desenvolvimento. Essa plataforma é também gratuita oferecida pela empresa Google e desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), denominada Thinkable (<https://thinkable.com/#/>), que é uma versão mais atualizada do App Inventor, sendo possível a criação de aplicativos por uma lógica de programação bastante simples e conhecida como programação com blocos. Essa plataforma apresenta diversos recursos que não são disponibilizados pelo site Fábrica de aplicativos, disponibiliza também fórum virtual, onde se tiram dúvidas relacionadas ao desenvolvimento de aplicativos. Essa plataforma serviu de suporte para o início da construção do aplicativo, sendo utilizada por um bom tempo na montagem do projeto,

porém alguns recursos que deveriam estar contidos no aplicativo Hidromat, não são oferecidos pelo Thunkable e o Aplicativo passou a ser desenvolvido na plataforma Android Studio. Essas duas plataformas anteriores foram utilizadas com o objetivo de desenvolver o Aplicativo sem a necessidade de conhecimento de linguagens de programação, já que inicialmente não se tinha nenhum conhecimento referente a esse tipo de linguagem de programação.

O Android Studio é uma IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), que atualmente é a ferramenta oficial do Google para o desenvolvimento de aplicativos destinados ao sistema operacional Android. Essa ferramenta é baixada gratuitamente através do site <https://developer.android.com/studio/?hl=pt-br>, nesse site além de ser possível a realização do download do Android Studio, também existem várias orientações referentes aos códigos utilizados nos principais recursos oferecidos pela referida ferramenta.

O Android Studio oferece vários recursos para o desenvolvimento de aplicativos que outras plataformas não oferecem, porém utiliza a linguagem de programação Java, considerada por muitos uma linguagem bastante difícil. Por conta dessa dificuldade, foi necessário focar em leituras relacionadas à linguagem de programação utilizada por essa plataforma de desenvolvimento.

5.3 Descrição do Produto Educacional

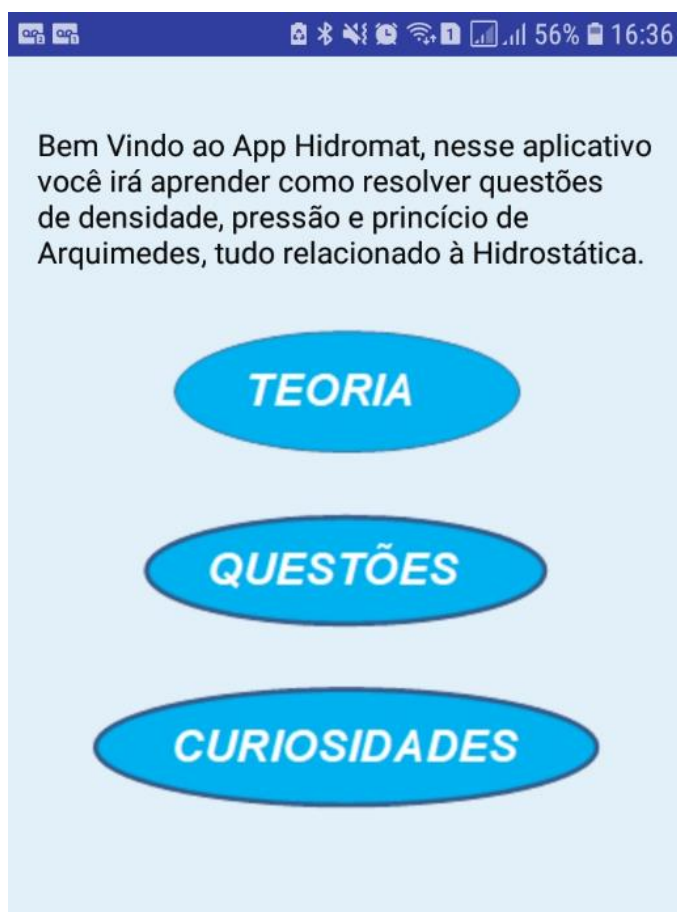
O teórico da educação utilizado para a criação do produto educacional foi David Ausubel (1980). O teórico aponta como solução o uso da aprendizagem mecânica quando não existirem na estrutura cognitiva do aprendente ideias-âncora (subsunçor) que estabeleçam a conexão entre esta e a nova informação. Numa determinada situação, depara-se com a tarefa de aprender uma série de determinados assuntos, sem ter tido a oportunidade de algum conhecimento prévio. O autor aponta que para o conhecimento inicial seja memorizado e, a partir desse conhecimento absorvido, seja gradativamente estruturado o conhecimento sobre o conteúdo considerado. Assim, o mesmo criou uma nova alternativa para essa dificuldade, ao sugerir a utilização de organizadores prévios. Os mesmos são pontes cognitivas entre o que o aprendente já sabe e o que pretende saber. É construído com um elevado grau de subjetividade, de maneira a poder se apoiar nos pilares fundamentais da estrutura

cognitiva do aprendente e, desse modo, facilitar a compreensão de conhecimentos mais específicos, até então estranhos para o aluno.

Desse modo, foi desenvolvido um aplicativo levando em consideração que quando o estudante não consegue acompanhar a disciplina de uma maneira satisfatória, quando não domina conteúdos que são pré-requisitos para outros, o professor não consegue ministrar a disciplina de uma maneira plena.

Nosso aplicativo foi criado para melhorar a interação entre o aluno-aprendiz e o ensino de Física, mas especificamente ao conteúdo de Hidrostática, que num primeiro momento apresentará os menus: **Teoria, Questões, Curiosidades**, como é mostrado na figura 5.

Figura 5: Captura da tela inicial do aplicativo.



Fonte: Autor,2019

O aplicativo apresenta o conteúdo distribuído em seções, acessadas através do menu **Teoria**. Clicando no menu Teoria, na tela inicial mostrada na figura 5, o usuário acessa os submenus com as seções Densidade, Pressão, Princípio de Pascal e Princípios de Arquimedes. A tela com esses menus é mostrada na figura 6.

Figura 6: Captura da tela do aplicativo-Menu Teoria.



Fonte: Autor,2019

Quando o usuário clicar no menu **Questões**, será direcionado para a opção de escolher as questões referentes a qualquer uma das seções acima, mostradas na figura 6.

Outro menu presente na tela inicial é o menu **Curiosidades**, onde se encontram algumas situações que chamam à atenção para a explicação, normalmente bem simples, mas que a maioria dos estudantes não compreende o fenômeno em questão e que se vê cotidianamente. O detalhamento das seções presentes no aplicativo será feito nos itens seguintes

5.3.1 Densidade

Ao iniciar o aplicativo, o usuário escolhendo o submenu Densidade, abrirá a tela mostrada na figura 7, onde há um resumo do conteúdo e uma lista de opções (esse recurso é denominado listveiw) para que seja possível acessar outras informações.

Figura 7: Tela referente ao tema Densidade.



DENSIDADE



A densidade representa o quanto de massa está presente em determinado volume. Cada substância apresenta um valor diferente para a densidade, isso por conta da composição molecular de cada substância. Também, pode-se dizer que densidade é a relação entre a massa e o volume de um material, a uma dada pressão e temperatura. Para se medir a densidade, o SI (Sistema Internacional de Unidades), adota como padrão, quilograma por metro cúbico (kg/m^3), mas geralmente se usa mais as unidades g/cm^3 ou g/mL , lembrando que 1 cm^3 equivale a 1 mL . A densidade é definida como:

$$d = m / V$$

Fonte: Autor,2019

A primeira opção da lista acessa a lista de exercícios exclusivamente com questões relacionadas à densidade, contendo questões compostas pelo enunciado, cinco alternativas, apresentando apenas uma como a resposta correta e um placar na parte superior direita para contagem de acertos durante a resolução das questões é mostrada na figura 8.

Figura 8: Exercícios sobre densidade.

Respostas corretas **2**

3- Encontre a densidade absoluta um cubo que tem aresta de 10 cm e massa 2 kg.

cubo
aresta 10 cm

1 g/cm³

2 g/cm³

3 g/cm³

4 g/cm³

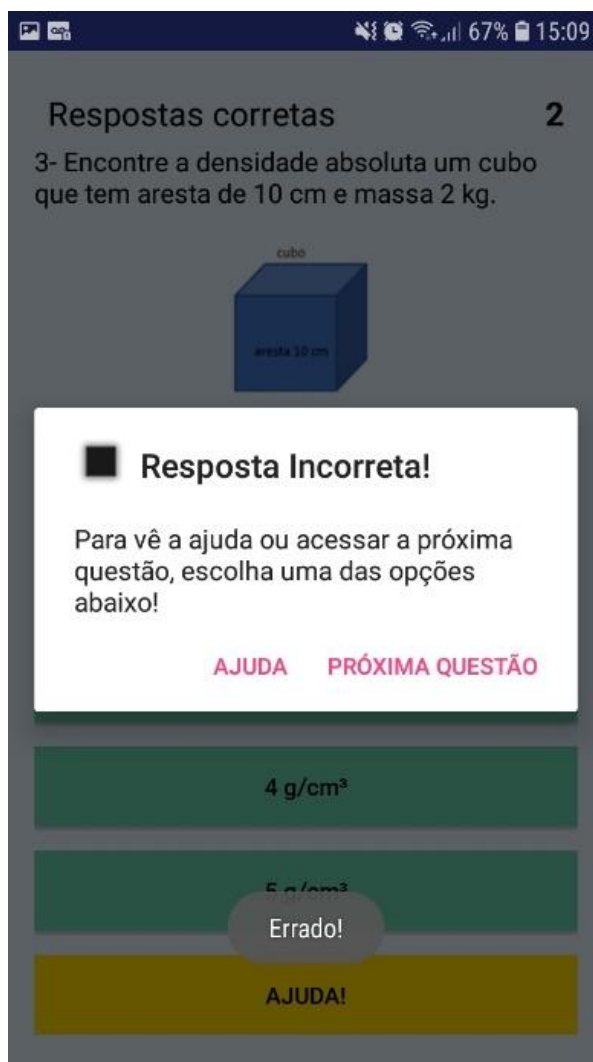
5 g/cm³
Correto!

AJUDA!

Fonte: Autor,2019

Durante a resolução das questões o usuário poderá, caso não tenha certeza de sua resposta, pedir uma dica e assim tentar novamente responder à questão ou passar para a questão seguinte, para isso, basta escolher uma das opções que surgem na caixa de diálogo mostrada na figura 9.

Figura 9: Ajuda para o usuário ou passar para a questão seguinte.



Fonte: Autor,2019

Clicando em próxima questão, será direcionado para a questão seguinte e o placar não será modificado. Caso o usuário prefira pedir ajuda, será direcionado para uma tela contendo um resumo da Matemática aplicada à questão como mostrado na figura 10 e uma dica de como iniciar a resolução da questão. Essas opções estão presentes em todas as questões de todas as seções.

Figura 10: Ajuda de Matemática para auxiliar na resolução da questão.

HIDROMAT

Revisão de Matemática

Para iniciar, transforme 4 litros para centímetros cúbicos.
se 1 L = 1000 cm³, então, 4 L = 4000 cm³.

$$\frac{1 \text{ L}}{4 \text{ L}} = \frac{1000 \text{ cm}^3}{V} \Rightarrow \cancel{1} \cdot V = 4 \cdot \cancel{1} \cdot 1000 \text{ cm}^3 \Rightarrow V = 4000 \text{ cm}^3$$

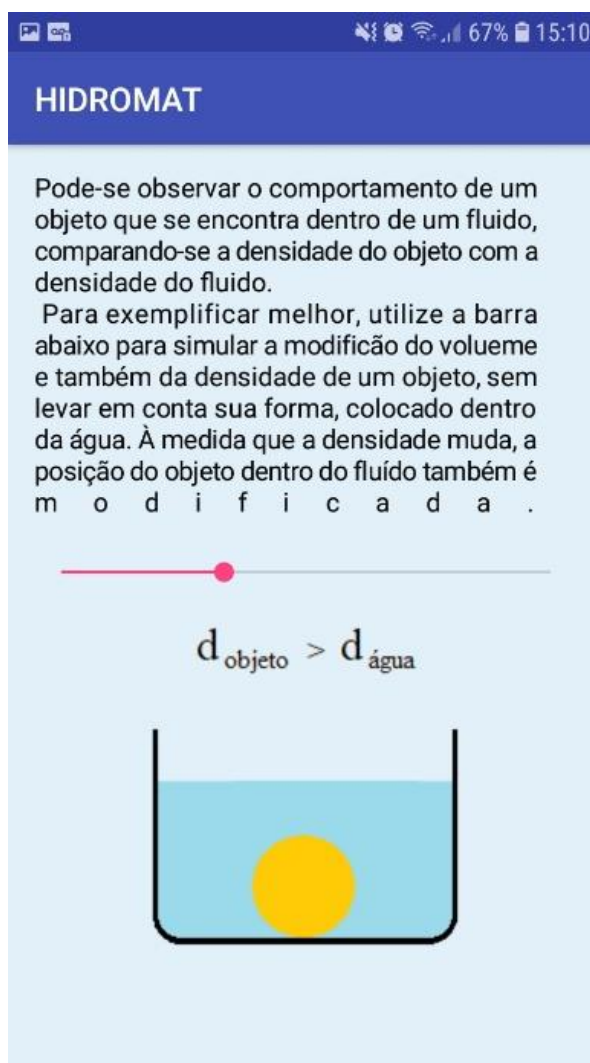
Fonte: Autor,2019

A segunda opção da lista da figura 7 traz uma simulação, onde o usuário move uma barra, simulando variar o volume de um corpo esférico, com massa constante e vê o comportamento desse corpo estando imerso em água, figura 11. À medida que o volume do corpo varia, a densidade também varia e assim o comportamento do objeto dentro da água também varia.

Com esse recurso da figura 11, espera-se que o aluno entenda que à medida que o volume aumenta, a densidade diminui. É esperado que o aluno entenda que densidade e volume são inversamente proporcionais. Por outro lado, também é esperado que o aluno perceba que aumentando o volume do objeto, este torna-se menos denso e quando sua densidade se tornar menor que a densidade do fluido, ele flutuará no fluido. Permitindo ao aluno fazer a transposição da teoria Física com

situações reais, como por exemplo, compreender o porquê de uma pessoa flutuar nas águas do Mar Morto, ou porque uma bola de plástico cheia de ar flutua na superfície de uma piscina, situações estas bastantes ilustradas nos livros de Física.

Figura 11: Simulação da variação da densidade de um corpo.



Fonte: Autor,2019

A última opção dessa lista é um recurso que permite ao usuário inserir os valores para a massa e para o volume de um objeto e com isso calcular o valor da densidade desse objeto, figura 12.

Com a imagem obtida na figura 12, o aluno faz uma comparação da densidade obtida com a densidade da água, tendo uma noção se o objeto colocado na água flutuará ou não. É muito comum, principalmente no ensino fundamental, surgirem perguntas como: “se determinado objeto for colocado na água, ele afunda ou boia?”. Para obter essa resposta, pode-se utilizar o recurso descrito na figura 12. Na própria

imagem, se o valor for menor que 1, a bolinha fica na parte superior da água, caso o valor seja maior que 1, a bolinha ficará no fundo do recipiente, indicando que o objeto ficará submerso.

Figura 12: Simulação do cálculo da densidade de um corpo.

HIDROMAT

Densidade para obter o valor da densidade.

massa (g) Volume (cm³)

2 3

CALCULAR DENSIDADE

$d = 0,67 \text{ g/cm}^3$

Na figura abaixo faz-se uma comparação da densidade calculada com a densidade da água. Assim é possível determinar se o objeto flutua ou fica submerso na água.

$d_{\text{objeto}} < d_{\text{água}}$

Fonte: Autor,2019

Além do cálculo, há uma figura logo abaixo indicando se esse objeto ficaria submerso ou flutuando caso estivesse dentro da água.

5.3.2 Pressão

Nesse submenu mostrado na figura 13 há um resumo do conteúdo, apresentando as principais informações sobre o conteúdo e na lista de opções há uma lista de exercícios, semelhante à lista apresentada na parte destinada à densidade. Sendo as questões relacionadas à pressão.

Figura 13: Tela para o tema Pressão.

HIDROMAT

Pressão (P) é a relação entre uma determinada força e sua área de distribuição.

O termo pressão é utilizado em diversas áreas da ciência como uma grandeza escalar que mensura a ação de uma ou mais forças sobre um determinado espaço, podendo este ser líquido, gasoso ou mesmo sólido. A pressão é uma propriedade intrínseca a qualquer sistema, e pode ser favorável ou desfavorável para o homem: a pressão que um gás ou vapor exerce sobre a pá de uma hélice, por exemplo, pode ser convertida em trabalho. Por outro lado, a pressão da água nas profundezas do oceano é um dos grandes desafios para os pesquisadores que buscam novas fontes de recursos naturais.

Para problemas que envolvem gases e sólidos a expressão matemática utilizada para expressar pressão é dada por:

$$p = \frac{F}{A}$$

Onde:
 p é a pressão;
 F é a força normal a superfície;
 A é a área total onde a força é aplicada.
 Para líquidos, a pressão pode ser escrita como:

$$p = d * g * h$$

UNIDADES DE MEDIDA
 Sendo a definição de pressão: força por unidade

Fonte: Autor,2019

5.3.3 Princípio de Pascal

Nessa parte há uma semelhança com o submenu destinado à pressão, com relação à estrutura, apresentando um resumo do conteúdo, descrevendo o princípio físico e na sequência uma lista de exercícios com questões relacionadas ao princípio de Pascal.

5.3.4 Teorema de Arquimedes

Essa seção mostrada na figura 14 apresenta o resumo do conteúdo, apresentando situações em que se evidencia a existência da força de Empuxo, mostra-se a origem dessa força, e aplicações desse princípio estudado na mecânica dos fluidos.

Figura 14: Tela para o tema Princípio de Arquimedes.

HIDROMAT

$$E = P_{deslocado} = m_{deslocada} * g$$

Lembrando que a densidade é a razão entre a massa e o volume, podemos escrever:

$$m_{deslocada} = d_{liquido} * V_{liquido\ deslocado}$$

Assim, o empuxo é dado por:

$$E = d_l * V_{imerso} * g$$

Onde:
 d_l = densidade do líquido;
 V_{imerso} = parte do objeto que está submersa, que equivale ao volume de líquido deslocado;
 g = aceleração da gravidade.

COMO SURGE O EMPUXO?

O empuxo surge por causa da diferença de pressão existente entre a parte inferior e superior de um objeto mergulhado em um fluido. A pressão na parte inferior, em virtude da maior profundidade, é maior que a pressão na parte superior, o que resulta no surgimento de uma força vertical para cima, o empuxo.

Fonte: Autor,2019

No aplicativo há uma explicação do conteúdo, onde o aluno entenderá onde se tem a presença da força de empuxo, qual sua orientação, e qual sua intensidade. Espera-se que o aluno entenda que a força de empuxo é uma força resultante produzida por uma variação da pressão em vários pontos do fluido localizados em alturas distintas. Permitindo ao aluno constatar que a força de empuxo depende da densidade do líquido deslocado, do volume do líquido deslocado, e da aceleração da gravidade local. O aluno passa a compreender que a força de empuxo depende da densidade do líquido onde o corpo está imerso, ou seja, quanto maior da densidade do líquido deslocado, maior a força de empuxo, quanto menor a densidade do líquido deslocado, menor a força de empuxo. A partir desta compreensão, o aluno pode relacionar a teoria com a realidade, passando a entender aplicação do Princípio de Arquimedes por exemplo, no submarino, que manipula sua própria densidade, pois ele usa bombas de água internas que lhe permite encher ou esvaziar câmeras internas

(tanques), câmeras estas que estavam preenchidas por ar, usando a própria água que está envolta dele, com isso, variando sua densidade, o que lhe permite submergir, emergir ou ficar em equilíbrio no fluido. Entenda-se aqui por fluido, toda substância que se deixa fluir ou escoar facilmente, e sempre assumem a forma do recipiente onde estão, ou seja, líquidos e gases.

Além do resumo do conteúdo, há também uma lista de opções onde se pode acessar uma lista de exercícios, uma tela com simulação referente às forças Empuxo gravitacional e, também uma opção de realizar o cálculo das forças peso e empuxo através da inserção dos valores da densidade do fluido, volume que se encontra submerso e massa do objeto que se encontra imerso no fluido.

5.4 Aplicação do pré-teste

Para a aplicação do questionário pré-teste, foram escolhidas dez questões presentes no aplicativo Hidromat, impressas em forma de avaliação e informado aos alunos que os mesmos estavam participando de uma pesquisa de campo. A aplicação desse questionário teve duração de 100 minutos ou duas aulas seguidas, cada uma com duração de cinquenta minutos. Participaram cerca de 35 alunos do turno tarde e 59 do turno da noite, totalizando 94 alunos. Ao responderem as questões, os alunos ainda não tinham nenhum contato com este produto educacional ou ícone instrutivo como também não se ministrou nenhuma aula sobre o conteúdo presente no aplicativo.

5.5 Descrição dos Métodos de Utilização do Aplicativo

Após a aplicação do questionário pré-teste, na semana seguinte foram destinadas quatro aulas para a apresentação do aplicativo aos alunos das turmas que participaram da pesquisa. Considerando que nem todos os alunos possuem celulares ou quem possui não queria levá-lo para a escola por algum receio, o aplicativo foi inicialmente apresentado para os alunos com a utilização de um Datashow. Como mostra a figura 15.

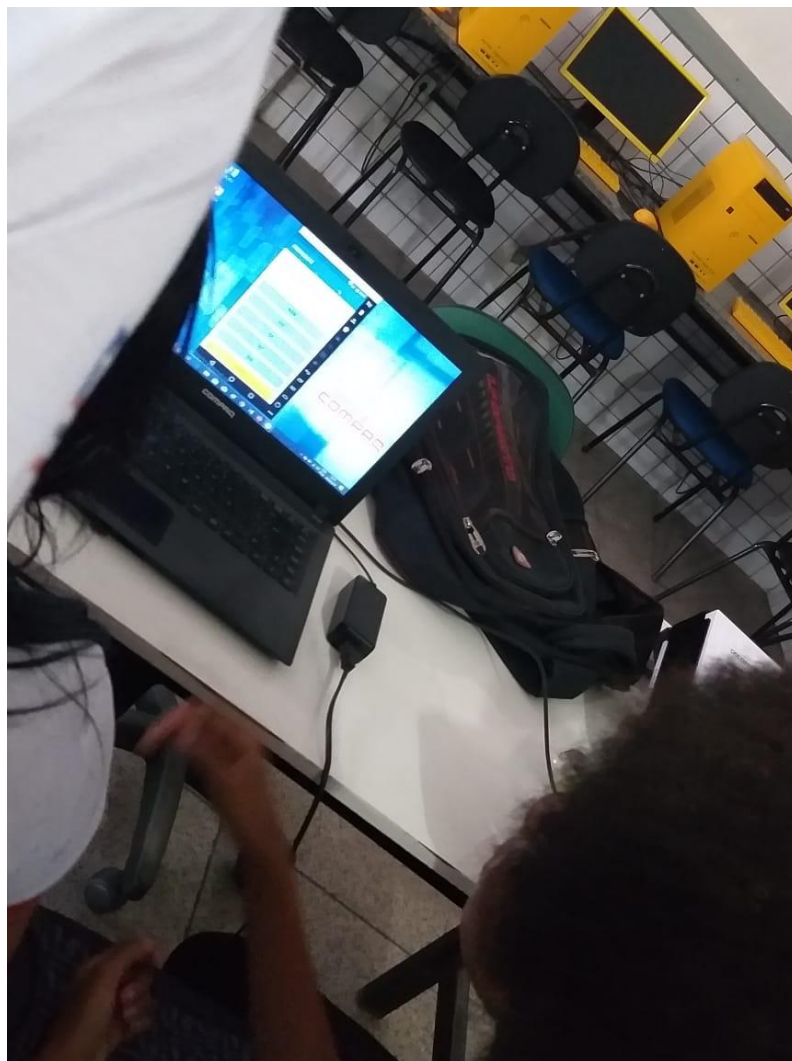
Figura 15: Alunos utilizando o Produto educacional.



Fonte: Autor,2019

Durante a apresentação do aplicativo foram apresentadas todas as funcionalidades e os alunos manusearam o aplicativo com um computador utilizando um Android virtual, tendo sua tela projetada com o auxílio de um projetor multimídia (Datashow). Os alunos ao manusearem o aplicativo na escola eram instruídos a manifestarem qualquer dúvida que pudesse existir relacionada às funções e recursos presentes no aplicativo, tendo em vista que eles iriam utilizar o aplicativo em casa para estudar e posteriormente responder o segundo questionário. O manuseio é mostrado na figura 16.

Figura 16: Manuseio do Produto Educacional pelos alunos.



Fonte: Autor,2019

Esse aplicativo, que é o produto educacional, foi aplicado em 3 turmas da 2ª série do Ensino Médio, em turnos diferentes. As três turmas onde o produto foi aplicado são supervisionadas pelo autor da pesquisa e a outra turma por outro colega de disciplina. Nas três turmas onde o autor da pesquisa ministra aula, foi utilizado o produto educacional no intervalo de tempo entre as aplicações dos questionários de pré e pós testes. Na quarta turma, porém não foi utilizado o produto educacional, para que se tivesse uma comparação das condições dos alunos que utilizaram o aplicativo e os que não o utilizaram.

Ao final da coleta de dados foi feita uma análise comparativa da quantidade de pontos obtidos em cada uma das turmas, as 3 turmas que utilizaram o produto educacional e a turma que não fez uso do mesmo.

5.6 Aplicação do pós-teste

Após a apresentação do aplicativo aos alunos, foi concedido ao mesmos um tempo de uma semana para que estes pudessem utilizar o aplicativo para estudar o conteúdo de Hidrostática e em seguida responder o segundo questionário. Já a turma que não utilizou o aplicativo foi informada que em uma semana seria aplicado um novo questionário referente ao conteúdo de hidrostática.

Passada essa semana, os alunos formaram os mesmos grupos que responderam ao primeiro questionário para responderem o segundo, onde foram utilizadas mais duas aulas seguidas, com cinquenta minutos cada, para que os alunos respondessem a esse último questionário. Durante a aplicação do pós-teste os estudantes não utilizaram nenhum material para consulta, apenas as informações que obtiveram durante a semana a eles destinada para estudo.

Os resultados obtidos nos dois questionários estão mostrados na seção 6, onde se tem a discussão desses resultados e uma conexão deles com a teoria da aprendizagem escolhida como fundamentação para esse trabalho de pesquisa.

5.7 Avaliação do aplicativo Hidromat pelos alunos

Para a conclusão da pesquisa, foi realizada uma avaliação relacionada à aceitação do aplicativo pelos 94 alunos (35 alunos do turno vespertino e 59 alunos do turno noturno) que o utilizaram. Nessa avaliação foi solicitado aos alunos que desse uma nota variando de 1 a 5, onde 1, representa muito ruim e 5 muito bom.

A avaliação visou obter a opinião dos alunos quanto aos aspectos: layout do aplicativo, qualidade da informação disponibilizada e recomendação do aplicativo para outra pessoa. O resultado dessa avaliação está disponibilizado na tabela 5.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Teoria de Aprendizagem segundo Ausubel, aplicada no processo pedagógico através da utilização do aplicativo Hidromat em sala de aula, pode ser observada neste capítulo.

O resultado de cada avaliação apresentado pelos grupos de alunos de cada turma que respondeu aos questionários é analisado com mais detalhe nessa seção. Para fim de explicação, as turmas serão identificadas por turma I, turma II, turma III, e

turma IV. Enfatiza-se que as turmas I, II e III utilizaram o produto educacional no intervalo de tempo entre os dois questionários. A turma IV, propositalmente, não utilizou o produto educacional em nenhum momento, a fim de entender se há alguma alteração pedagógica no nível de entendimento dos que utilizaram o produto educacional e também no nível dos alunos que não foram submetidos ao uso do aplicativo. Visto que o pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) esclarece que, quanto mais sabemos, mais aprendemos. Após aplicação usual do produto educacional, obtêm-se abaixo os seguintes dados através de tabelas e gráficos.

Na tabela 1 tem-se a quantidade de acertos antes e após a utilização do aplicativo, obtida na turma I, dividida em 9 grupos.

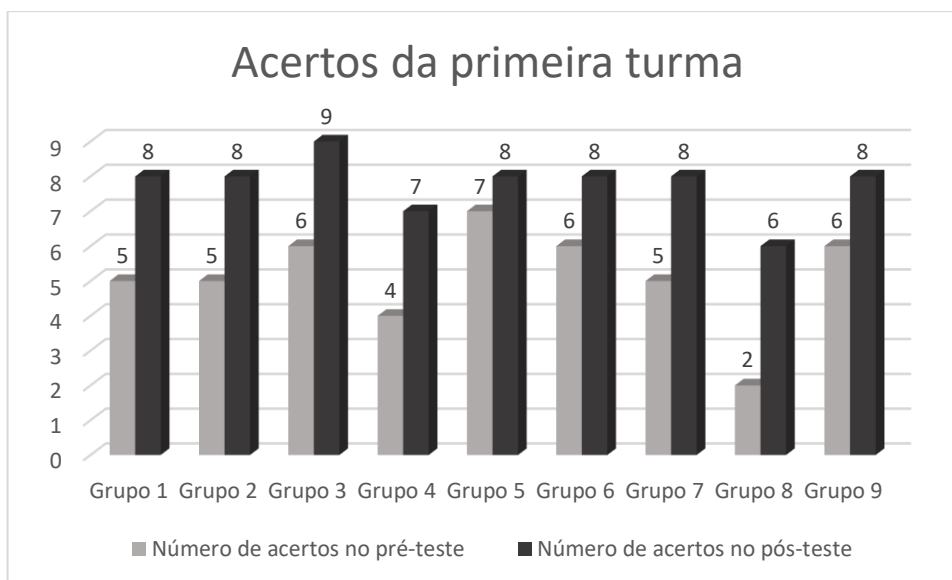
Tabela 1: Acertos da primeira turma nos dois questionários.

Número do grupo	Número de acertos no pré-teste	Número de acertos no pós-teste
Grupo 1	5	8
Grupo 2	5	8
Grupo 3	6	9
Grupo 4	4	7
Grupo 5	7	8
Grupo 6	6	8
Grupo 7	5	8
Grupo 8	2	6
Grupo 9	6	8

Nessa turma, com a quantidade de alunos presentes distribuído sem grupos, com o número de alunos por grupo variando de três a cinco componentes.

Com os dados da tabela 1, constrói-se o gráfico 1, onde a visualização desse gráfico permite de forma mais clara a análise dos resultados obtidos nos dois questionários.

Gráfico 1: Quantidade de acertos da primeira turma no pré-teste e no pós-teste.



Fonte: Autor, 2019.

Os resultados apresentados pelos alunos dessa turma mostram uma evolução no entendimento dos alunos acerca do conteúdo, haja vista que a média inicial dos mesmos era 5,11 e passou para 7,78. Essa percepção nos remete à teoria defendida por Ausubel, de que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Os discentes ao serem subordinados ao aplicativo para resolver problemas de Física, correlacionam ao aprendizado pré - adquirido de Matemática, ou seja, segundo Ausubel (1980), “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece”. Notou-se o caráter interdisciplinar existentes entre Física e Matemática, como nos lembra Karam (2007), “é impossível fazer Física sem Matemática porque é ela que sustenta este conhecimento, que o estrutura”.

Por conseguinte, na turma II, os alunos foram divididos em 8 grupos, e obtiveram o desempenho apresentado antes e após a utilização do aplicativo na tabela 2, a seguir:

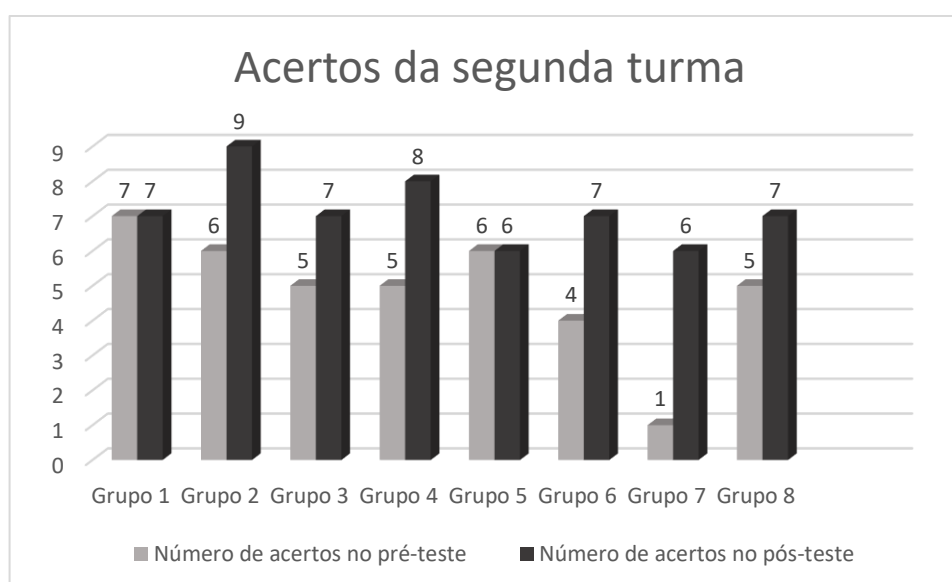
Tabela 2: Acertos da segunda turma nos dois questionários.

Número do grupo	Número de acertos no pré-teste	Número de acertos no pós-teste
-----------------	--------------------------------	--------------------------------

Grupo 1	7	7
Grupo 2	6	9
Grupo 3	5	7
Grupo 4	5	8
Grupo 5	6	6
Grupo 6	4	7
Grupo 7	1	6
Grupo 8	5	7

Com os dados dessa tabela foi construído o gráfico 2, através do qual se fez a análise dos resultados obtidos pelos alunos.

Gráfico 2: Quantidade de acertos da segunda turma no pré-teste e no pós-teste.



Fonte: Autor, 2019.

Os resultados analisados nessa turma, assim como na turma I, também mostram uma evolução no entendimento dos alunos acerca do conteúdo, haja vista que a média inicial dos mesmos era 4,875 e passou para 7,125. Nesta turma, porém, notou-se uma satisfação comportamental maior dos alunos. O estudante X, no momento da utilização do aplicativo na resolução das questões de Física, disse: “Nossa muito prático esse aplicativo, posso utilizá-lo na minha casa, sem necessidade do professor ao lado”. Isso mostra a praticidade e comodidade que traz a ferramenta digital para o aluno. Justamente nesse sentido, a teoria de aprendizagem de Ausubel leva em conta a história do sujeito e ressalta o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem. De acordo com ele, há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária. Os alunos da turma II, acolheram o instrumento digital de

maneira satisfatória. Portanto, foi utilizada uma ferramenta para fins pedagógicos aliada ao universo usual do aluno. “Um objeto de aprendizagem pode ser conceituado como sendo todo o objeto que é utilizado como meio de ensino/aprendizagem. Um cartaz, uma maquete. Uma canção, um ato teatral, uma apostila, um filme, um livro, um jornal, uma página na web, podem ser objetos de aprendizagem” (GUTIERREZ, 2004). Isso ocorreu porque, segundo a teoria da aprendizagem, primeiro para que essa relação aconteça, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, que é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

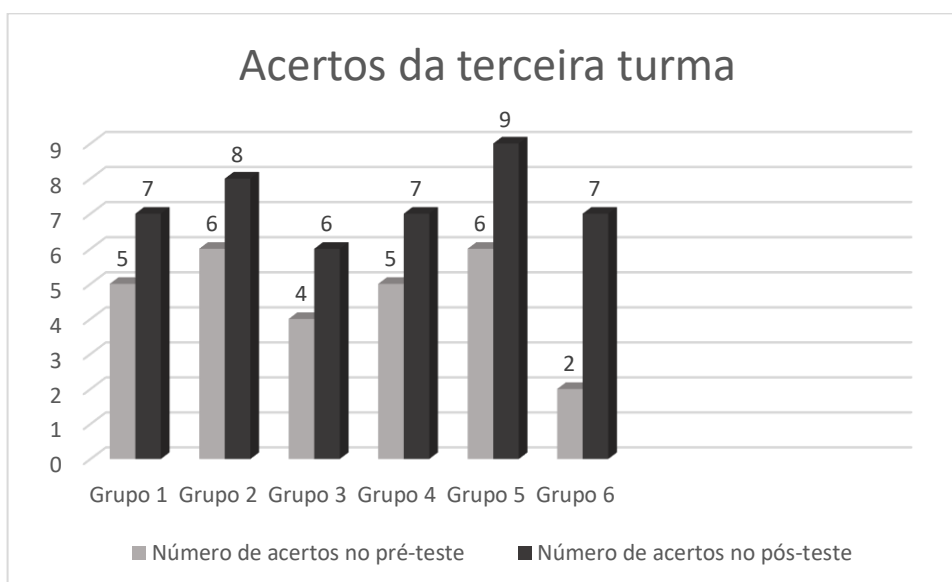
Posteriormente, a turma III, dividida em 6 grupos apresentou desempenho antes e após a utilização do aplicativo mostrado na tabela 3.

Tabela 3: Acertos da terceira turma nos dois questionários.

Número do grupo	Número de acertos no pré-teste	Número de acertos no pós-teste
Grupo 1	5	7
Grupo 2	6	8
Grupo 3	4	6
Grupo 4	5	7
Grupo 5	6	9
Grupo 6	2	7

Construindo mais uma vez o gráfico com os dados da tabela, obteve-se o gráfico 3, para mais uma análise do desempenho dos alunos.

Gráfico 3: Quantidade de acertos da terceira turma no pré-teste e no pós-teste.



Fonte: Autor, 2019.

A análise desses resultados nessa turma, concordam com os resultados anteriores das duas primeiras turmas. Eles mostram que os alunos também evoluíram do primeiro para o segundo questionário, pois a média inicial dos mesmos era 4.67 passando para 7.33. Nesta turma, pode ser destacado o aspecto simulador funcional das questões aplicadas voltadas para o cotidiano do aluno. O estudante Y ressaltou, durante a simulação de densidade da água, “conseguir visualizar como funciona o processo de densidade da água na prática”. Daí a importância da metodologia utilizada pelo professor na sala de aula, como sugere Pietrocola (2001):

O conhecimento promovido pelas aulas tradicionais estabelece poucas relações com o mundo real. É necessário que antes de se preocupar se o aluno sabe ou não resolver a parte Matemática, o docente incentive a aprendizagem de Física a partir de situações cotidianas.

Quando os alunos conseguem perceber e entender para que servem os conhecimentos que muitas vezes ficam isolados na classe, a aprendizagem se torna mais atrativa e útil.

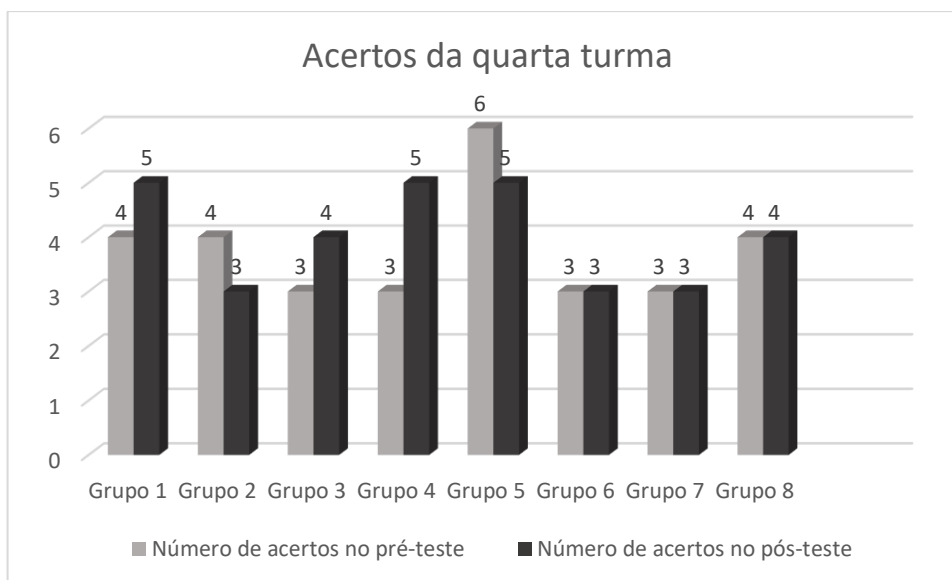
Subsequentemente, a tabela 4 contém os resultados da turma IV, que por sua vez, os alunos foram divididos em 8 grupos. Também nos dois questionários aplicados nessa turma.

Tabela 4: Acertos da quarta turma nos dois questionários.

Número do grupo	Número de acertos no pré-teste	Número de acertos no pós-teste
Grupo 1	4	5
Grupo 2	4	3
Grupo 3	3	4
Grupo 4	3	7
Grupo 5	6	6
Grupo 6	3	3
Grupo 7	3	3
Grupo 8	4	4

Utilizando-se a mesma forma de análise das outras turmas, com a construção do gráfico, obteve-se o gráfico 4.

Gráfico 4: Quantidade de acertos da quarta turma no pré-teste e no pós-teste.



Fonte: Autor, 2019.

Na turma IV, não foi usado o aplicativo instrucional, o Hidromat, propositalmente, ou seja, os discentes dessa turma não tiveram contato com a ferramenta virtual. O resultado verificado, neste último gráfico mostra que a turma IV não teve uma evolução como evidenciado nas outras três turmas. No primeiro questionário a média de acerto foi 3.75 e no segundo questionário a média foi 4.37. A turma IV não sofreu nenhum tipo de ganho ou perda de conhecimento. Nessa perspectiva podemos notar o que nos diz a Teoria da Aprendizagem Significativa, que um indivíduo só é capaz de ganhar conhecimento quando uma nova informação se relaciona com o conhecimento prévio próprio do indivíduo. O que de fato não aconteceu aos alunos da turma IV. A ocorrência da aprendizagem significativa implica o crescimento e modificação do conceito subsunçor. Na turma IV não houve a ancoragem das novas informações com os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para Moreira & Masini, (2006, p.18) um novo saber:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

Portanto, na turma IV não houve aprendizagem significativa pois ela só ocorre quando implica em modificações na estrutura cognitiva e não só acréscimos.

Finalmente, a última etapa da pesquisa se deu através da avaliação do produto educacional, o aplicativo Hidromat, por parte dos alunos. Os itens do questionário

julgados pelos alunos das turmas I, II, e III foram: Layout do aplicativo, facilidade de manuseio, qualidade da informação disponibilizada e recomendação do aplicativo para outra pessoa. As respostas ao questionário foram organizadas e agrupadas na tabela 5.

Tabela 5: Avaliação dos alunos em alguns itens do aplicativo

Item	Nota					Média da avaliação
	1	2	3	4	5	
Layout do aplicativo	02	12	21	34	25	3,72 (74,47 %)
Facilidade de manuseio	01	14	28	25	26	3,65 (72,98 %)
Qualidade da informação disponibilizada	03	16	27	29	19	3,48 (69,57 %)
Recomendação do aplicativo para outra pessoa	02	11	26	27	28	3,72 (74,47 %)

A avaliação do produto educacional mostrou um aspecto positivo, levando em conta que os itens avaliados foram considerados satisfatórios, haja vista que a maioria dos alunos avaliou o aplicativo com nota representando bom ou muito bom. Isso expõe como o ensino em sala de aula se aplicado e planejado com assuntos que os alunos já conhecem, é bem recebido. Essa definição de conteúdo por parte do docente, segundo Ausubel, deve ser feita por meio de uma série hierárquica, a partir de uma avaliação do que o aluno previamente já sabe. É importante também, de acordo com o pesquisador que materiais introdutórios devam ser apresentados antes do próprio material a ser aprendido.

Ausubel, acrescenta também que os professores/educadores devem criar situações didáticas com a finalidade de descobrir esses conhecimentos, que foram designados por ele mesmo como conhecimentos prévios. Outro fator que explica a boa recepção por parte dos alunos ao aplicativo está na facilidade de manuseio do aparelho celular. Alves (2015) e Souza (2016) explica:

As tecnologias das novas mídias estão na escola quer queiramos ou não. Nossos alunos, na sua grande maioria, possuem dispositivos móveis e têm habilidades inatas com as aplicações móveis, por isso, entendemos que os professores podem tirar proveito desses aplicativos para fins pedagógicos.

O celular, usado como opção tecnológica de auxílio em sala de aula, também é bem visto por outros autores. Esse equipamento possui uma linguagem visual bem aceita entre os jovens. Para Souza (2016) o uso de ferramentas tecnológicas também auxilia no processo de ensino-aprendizagem:

Há indícios de que o uso contínuo dos aplicativos tem desenvolvido o letramento visual dos alunos e apresentado como resíduo uma imagem visual relevante para os momentos de resolução de exercícios e avaliações, em situações nas quais o simulador não está disponível.

Em suma, pode-se perceber pelos resultados analisados e posteriormente organizados nessa pesquisa, que quando se busca identificar o nível de conhecimento dos alunos e trabalhando em consonância com os conhecimentos prévios dos alunos, procurando ancorar esses conhecimentos, se obtém como resultado uma aprendizagem significativa, aprendizagem essa, que fundamenta essa pesquisa. O aplicativo desenvolvido e testado Hidromat, utilizado na resolução de questões de Física, recorrendo a conhecimentos prévios dos discentes em Matemática, ajudou os alunos a desenvolverem uma aprendizagem significativa, visto que na turma em que não foi testado o aplicativo, o conhecimento dos alunos permaneceu inerte

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo geral, a elaboração de um produto educacional na área de Física, o aplicativo Hidromat foi desenvolvido e auxiliou os alunos acerca da Matemática básica exigida na resolução de questões de Física, tendo como foco o conteúdo de Hidrostática, enfatizando os conteúdos: densidade, pressão, princípio de Pascal, Princípio de Arquimedes. A pesquisa foi realizada contemplando os estudantes da segunda série do ensino médio regular público dos colégios: Centro de Ensino Padre Delfino, localizado na rua Jose Simões Pedreiras, 311, em Timon-MA, sendo aplicado nos turnos tarde e noite. Na escola Severiano Sousa, localizada na rua São Paulo S/N, Bairro Acarape, em Teresina-PI, realizada somente no turno noite.

Após a coleta e análise dos resultados nas resoluções das questões de Física no pré-teste (inicial) e pós-teste (final), apresentados em tabelas e gráficos, foi constatado que ocorreram resultados impressionantes e uma aprendizagem significativa dos alunos. O aplicativo Hidromat, aumentou a compreensão dos conteúdos de Física em sala de aula, mostrando que os objetivos específicos da pesquisa foram atingidos, pois houve uma evolução na aprendizagem dos discentes. Eles tornaram-se capazes de resolver maior de quantidade de questões de Física, usando conceitos bases de Matemática, bem como, conseguiram relacionar o conteúdo apreendido em sala de aula com situações cotidianas.

A metodologia aplicada na concepção do produto educacional (aplicativo Hidromat) mostra a importância de fazermos um resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, utilizando ferramentas tecnológicas para resolução de questões, sob a mediação do professor. A estrutura didática foi montada para facilitar o entendimento, baseando-se no conteúdo principal, simulações cotidianas, curiosidades (leituras complementares) de Física, questões, revisões interdisciplinares (Matemática), etc.

Por meio da produção do produto educacional (aplicativo Hidromat) aconteceu uma retomada relevante para o processo de ensino-aprendizagem, a junção de novos conhecimentos com informações pertencentes a estrutura cognitiva do aluno, os subsunçores. Atualmente, a maioria dos professores apenas introduzem o novo conteúdo de maneira repetitiva, resultando numa aprendizagem mecânica, ou seja, o

aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. No ensino médio da rede pública de ensino, principalmente, docentes que desconhecem ou pouco preparados sobre as teorias de ensino-aprendizagem, acabam por expor os conteúdos a serem adquiridos pelos discentes sem levar em conta os conhecimentos prévios dos mesmos.

Na prática, a experiência vivida através desta pesquisa possibilitou ao docente uma nova percepção sobre o processo de ensino em sala de aula, pois facilitou a dinâmica na transmissão do conhecimento. Permitiu também a constatação de momentos de satisfação dos alunos, durante o processo de aprendizado.

Em suma, o presente trabalho permitiu mostrar que realmente é possível desenvolver todo processo de ensino-aprendizagem de maneira satisfatória, bastando para isso, que ao ensinar conteúdos novos ao aprendiz, deve-se levar em conta todos conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, onde serão ancorados os novos conhecimentos a serem aprendidos, contudo, estes aprendizes devem apresentar uma predisposição para aprender, onde o professor deve planejar situações de ensino levando em conta o contexto social do aluno, como afirmava a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Comparando-se os resultados obtidos nas três turmas que utilizaram o produto educacional (aplicativo Hidromat) com o resultado obtido na única turma que não o utilizou, conclui-se que a utilização desse aplicativo influenciou de forma positiva o entendimento dos conteúdos abordados no aplicativo. A pesquisa mostra que o aluno pode ser construtor de seu próprio saber, se direcionado de maneira eficaz, tornando-se um cidadão autônomo socialmente e intelectualmente, capaz de mudar sua realidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rodrigo Cândido. **O ensino de Física com lousa digital: atividades lúdicas como ferramenta mediadora na aprendizagem**. 2015. 114 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139415>>

ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino aprendizagem de Física. **A Educação na Sociedade dos Meios Virtuais**, 2009. 04-20 [online], disponível a partir de <http://eft.educom.pt>.

ARAÚJO, Odair José Moura de. A prática docente e a formação cidadã. Web Artigos, jan.2007. Disponível em: http://www.webartigos.com/articles/1059/1/a-prática-docente-e-a-formação-cidada/pagina_1.html. Acesso em: 26 nov.2017.

ARRUDA, Sergio M. [et al]. **Da aprendizagem significativa à aprendizagem satisfatória na educação em ciências**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (online) Florianópolis. Vol. 21 (2004). Disponível na Internet. URL: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/search/results>

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BASTOS, Bernardo Leopardi Gonçalves B.; BASTOS FILHO, Jenner Barretto. Conflito entre escolas de pensamento da Matemática: Exploração de potencialidades para a melhoria dos ensinamentos da Matemática e da Física. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 8 Nº 1, 2003.

BORDENAVE, Juan Diaz; PEREIRA, Adair Martins. Estratégias de Ensino-Aprendizagem. 20 ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

CARDOSO, Marina Cascaes; GONÇALVES, Berenice Santos; OLIVEIRA, Sandra Regina Ramalho. Avaliação de ícones para interface de um sistema médico online. **Infodesign: Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo**, v. 10, n. 1, p. 70-83, 2013.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de. O papel da interação humano-computador na inclusão digital. **Transformação**, v. 15, n. 3, 2012.

DA SILVA, D. F. M. e DUARTE, S. E. S. Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo com auxiliar no ensino de conceitos básicos de terminologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 694-710, dez. 2014.

FÁVERO, Maria Helena; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. **A Resolução de Problemas em Física: Revisão de Pesquisa, Análise e Proposta Metodológica**. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 6 Nº2, 2001.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GARCIA, Jesus Nicasio. **Manual de aprendizagem: linguagem, leitura, escrita e Matemática**. Trad. Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física (Ensino médio)**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.

GURGEL, Thais. A origem do sucesso (e do fracasso) escolar. *Nova Escola*. Out.2008. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-inicial/origem-sucesso-fracasso-escolar-419845.shtml>>. Acesso em: 01 dezembros 2010.

GUTIERREZ, Suzana de Souza. Distribuição de conteúdos e aprendizagem on-line. **Novas Tecnologias na Educação**.V.2 Nº 2, novembro, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2016.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual** 12. ed. São Paulo, SP: Bookman, 2015.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior. Matemática como estruturante e Física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre Matemática e Física. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2007, Florianópolis, SC. **Anais do VI Enpec**.

KEMCZINSKI, Avanilde et al. Repositório de Objetos de Aprendizagem para a Área de Computação e Informática-ROAI. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2011.

LIMA, Maria do Socorro Lucena. **A hora da prática: reflexões sobre o estágio supervisionado e ação docente**. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004.

LIMA, Soraiha Miranda de. **Aprender para ensinar, ensinar para aprender: aprende-se a ensinar no curso de pedagogia?** Cuiabá: Central de Texto, 2007.

LOPES, B.J. **Aprender e ensinar Física**. Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

MENEGOTTO, José Carlos; ROCHA FILHO, João Bernardes da. **Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (on line). Vol. 7 Nº2 (2008). Disponível na Internet. URL: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N2.pdf

MENEZES, Luis Carlos de. Escola e família como parceiras. *Nova Escola*. Out.2005. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/escola-familia-como-parceiras-423328.shtml>. Acesso em: 02 novembro 2010.

MOITA, F. M. G. S. C., et al. "Angry Birds como contexto digital educativo para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos: relato de um projeto." **SBC- Proceedings of SBGames** (2013).

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 2.** ed. São Paulo, SP: Editora Blucher, V. 3, 1998.

PEDUZZI, Luiz O.Q. **Sobre a resolução de problemas no ensino da Física.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (on line). Florianópolis, Vol. 14 N°3 (1997). Disponível na Internet. URL: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/search/results>. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol 8 N° 1, 2003.

PÉREZ, Daniel Gil; CARVALHO, Anna M. Pessoa de. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

PERRENOUD, Philippe. Dez novas competências para ensinar. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PHAN, Hoc. **Ionic 2-Cookbook. Second Edition.** Packt Publishing. 2016.

PIAGET, J. **A linguagem e o pensamento da criança.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: INEP, 2001.

PIETROCOLA, Maurício. Matemática como estruturante do conhecimento Físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física (on line).** Florianópolis, Vol. 19 N°1, p.89-91(2002). Disponível na Internet: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/19-1/a8.html>>.

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em Ensino de Física: Novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física (on line).** Porto Alegre, Vol.22 N°3 (2005). Disponível na Internet: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/search/results>>.

RIOS, Terezinha Azeredo. Compreender e ensinar: por uma docência da melhor qualidade. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (on line). Vol. 4 N° 1 (2005). Disponível na Internet. URL: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

SILVA, Élcio Oliveira da. **Restrição e extensão do conhecimento nas disciplinas científicas do ensino médio: nuances de uma “epistemologia de fronteiras”.** *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 4 N°1, 1999.

SILVA, Luciano Fernandes; CARVALHO, Luiz Marcelo de. **Professores de Física em Formação Inicial: O Ensino de Física, A abordagem Cts e os temas controversos.** *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol 14 N°1, 2009.

SANTOS, Reges Carvalho. **ELETROFIS: Um aplicativo didático em Eletrodinâmica para Ensino Médio**. 2019. 119 f. Dissertação (mestrado) - Universidade federal do Piauí, Centro de ciências da Natureza, 2019.

SOARES, Francisco das Chagas. **Um Aplicativo Android como Recurso Didático para Ensino e Aprendizagem de Ondas Eletromagnéticas**. 2018. 102 f. Dissertação (mestrado) - Universidade federal do Piauí, Centro de ciências da Natureza, 2018.

SOUZA, André Luiz et al. Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. 2016.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 9 ed. Petrópolis. RJ: Vozes, 2008.

TORRES, Rosa Maria. Melhorar a qualidade da educação básica? As estratégias do Banco Mundial. In: TOMMASI, Livia de; WARDE, Mirian Jorge; HADDAD, Sérgio. O Banco Mundial e as políticas educacionais. 2 ed. São Paulo: Cortez, p.125-193, 1998.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN R. A. **Física II**, 12ª Ed. São Paulo, Pearson, v. 2, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FRANCISCO DE PAULO VIEIRA LIMA

O uso do aplicativo HIDROMAT no processo ensino e aprendizagem da Hidrostática na interface com conceitos matemáticos no Ensino Médio.

TERESINA

2019

APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional tem como objetivo facilitar o processo ensino e aprendizagem de conceitos de Hidrostática através da utilização do aplicativo Hidromat, desenvolvido para o sistema operacional Android.

O aplicativo contém uma revisão dos principais pontos abordados na Hidrostática, seguindo com algumas simulações para melhor entendimento dos conceitos e uma lista de exercícios para fixação do conteúdo em estudo.

A parte da teoria apresenta imagens com animação que possibilitam melhor compreensão de alguns conceitos e uma lista de exercícios com questões exclusivamente sobre Hidrostática.

Esse produto Educacional foi desenvolvido para ser utilizado por qualquer smartphone ou tablet com o sistema operacional Android, desde a versão 3.0 até a atual, correspondendo a 100% dos dispositivos Android atualmente em uso. Outra característica importante é que ele é totalmente independente da Internet, todos os recursos presentes são off-line, assim uma vez baixado, pode ser transferido para outros dispositivos por meio das várias formas de transmissão como Bluetooth, wifi-direct, cabo USB, entre outras.

Ao Professor

O presente manual do produto educacional contém informações sobre as principais funções do aplicativo Hidromat, destacando as formas de representação de números apresentados e também algumas formas que o App aceita a inserção de números no momento de realizar o cálculo de um valor numérico, em campos destinados à inserção de números.

Nesse manual também se faz especificações das várias telas presentes no produto educacional, informando qual parte do conteúdo se encontra em cada uma e, sugestões de abordagens com os estudantes, além de sugerir também atividades para os alunos com uso paralelo do App ou após os alunos estudarem com uso do Smartphone ou Tablet.

No manual há informações sobre os menus presentes no App, que são os menus:

Teoria: esse menu acessa um submenu, onde está contida uma revisão da Hidrostática, com os temas densidade, Pressão, Princípio de Pascal e Princípio de Arquimedes. Em cada submenu há uma breve exposição do conteúdo relacionado a cada tema. Além da exposição do conteúdo, há em cada tema uma lista de exercícios relacionada a cada um dos temas. Em alguns temas é possível simular a situação de um corpo flutuando ou ficando submerso na água. Também é possível calcular a densidade e o empuxo produzido por um corpo quando imerso em um fluido.

Exercícios: Nessa parte o aluno pode acessar a lista de exercícios de uma forma geral, sendo possível o acesso a todas as questões presentes no aplicativo de uma única vez. Pelo menu teoria o acesso às questões se dá por tema escolhido.

Curiosidades: Essa parte apresenta uma tela com situações que costumam chamar a atenção dos alunos em seu cotidiano. É apresentada a situação e o aluno obtém a explicação para tal fenômeno clicando na curiosidade.

Bom trabalho!

Ao Aluno

Esse manual, descrevendo o aplicativo Hidromat, aborda a hidrostática, como uma forma alternativa para se estudar. Aqui você encontrará sugestões de algumas seções no aplicativo onde se encontram modos mais fáceis e estimuladores para entender como ocorrem determinados fenômenos ligados à mecânica dos fluidos.

Com esse manual, espera-se que o estudante possa obter uma mudança satisfatória com relação aos conteúdos aqui abordados e que seja um grande reforço didático, facilitador no processo de aprendizagem dos temas abordados. O estudante pode escolher a melhor forma de explorar o aplicativo, com vistas a obter um melhor resultado.

Bom estudo!

INTRODUÇÃO

Este estudo aborda um dos obstáculos enfrentados pelos docentes de Física no Nível Médio, em escolas públicas, durante o ensino de seu conteúdo, alunos com conhecimentos insuficientes em Matemática. Fato, que por sua vez, gera dificuldades tanto para o professor por não conseguir levar o conteúdo adiante, quanto para o aluno que não consegue acompanhar a disciplina de uma maneira satisfatória.

Uma das implicações desse fato, é que o estudante não adquire a compreensão da descrição quantitativa dos fenômenos físicos tendo, portanto, a tendência de aprender Física de uma maneira apenas superficial.

Esta pesquisa foi realizada tomando como base os debates sobre as diversas maneiras de se ensinar, devido à importância do tema para a formação do estudante. As habilidades que o docente deve possuir, as técnicas e os métodos são estudados frequentemente, assim como as possíveis soluções para os problemas no ensino. Como afirma Tardif (2008), “a relação dos docentes com os saberes, não se reduz a uma função de transmissão dos conhecimentos já constituídos”. E ainda completa: “Pode-se definir o saber docente como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”.

O professor deve possuir uma diversidade de conhecimentos, que deve ser transmitido durante as aulas, bem como deve sempre continuar buscando novas formas de ensinar, para que possa contornar as dificuldades do processo de ensino-aprendizagem.

A questão do saber ensinar é bastante complexa, e envolve métodos educacionais, não só adquiridos nos cursos de formação de docentes, mas também nas práticas vividas por eles, e o mais importante, que desperte a atenção e a curiosidade nos alunos. Como ressalta Pérez e Carvalho 1995, “Saber que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica propor a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse para os alunos”. O que significa dizer que os docentes, devem privilegiar situações de aprendizagem que despertem a atenção dos alunos, para que a aula tenha o efeito desejado.

Outro ponto trabalhado pelos estudiosos em ensino, é que o professor nunca pode esquecer que a sala de aula é um ambiente heterogêneo, onde cada aluno possui seu próprio ritmo de aprendizado deve haver bastante respeito pelo ritmo de aprendizagem do estudante. O docente deve também elaborar avaliações coerentes e contextualizadas, a comunicação deve ser espontânea, sempre se considerando os conceitos prévios existentes. Observando todos esses fatores, haverá o desenvolvimento do pensamento dos alunos, haverá também o melhoramento da capacidade reflexiva e a compreensão que têm do mundo que os cerca. (MENEGOTTO E FILHO, 2008).

Na prática de um ensino tradicional, ainda muito usada nos dias de hoje, o professor de Física, geralmente, utiliza logo no início da exposição de seu conteúdo, demonstrações de equações Matemáticas para resolver problemas físicos. O aluno, por sua vez, não conseguir acompanhar o raciocínio matemático, fica questionando a utilidade de tantos cálculos no dia a dia. O aluno fica desinteressado pelo fenômeno simplesmente por não saber Matemática suficiente para isto.

A necessidade em ter que cumprir carga horária exigida e ter que concluir os conteúdos planejados para o ano letivo, acaba fazendo com que os professores não deem tanta atenção aos alunos com dificuldades. Este fato pode ser contornado através de técnicas pedagógicas que promovam a participação de todos os estudantes, bem como uma “dose” de boa vontade por parte do docente. Como cita Rosa e Rosa (2005), “Os professores que se dizem educadores, voltam suas práticas pedagógicas para questões que transcendem a lógica interna da disciplina”.

A educação é fundamental na vida de qualquer indivíduo, sempre acrescenta, traz algo positivo, embora muitos não reconheçam, pode não ser algo palpável. Mas de uma forma ou de outra torna as pessoas melhores. O educador, desse modo, faz parte da vida de seus alunos, serve como exemplo, de inspiração e contribui de uma certa forma para o seu destino e suas escolhas profissionais. Assim o comprometimento do professor com sua profissão contribui para a melhora das aulas e conseqüentemente para a melhoria do desempenho dos alunos. A adoção de um estilo próprio pelo docente gera uma aprendizagem mais satisfatória para o discente, tornando a escola um lugar onde os professores livremente mostram sua relação com o conhecimento teórico ou experimental (ARRUDA, 2004).

Dessa forma, o docente de Física que realmente sente-se responsável pelo acompanhamento de sua turma, pelo aprendizado satisfatório dos alunos, deve buscar meios e metodologias, para enfrentar uma turma na qual os alunos não possuem os requisitos matemáticos necessários. Daí a importância de se estudar e conhecer alternativas para ensinar Física nessas condições.

Assim, o presente estudo “O uso do aplicativo Hidromat no processo ensino e aprendizagem da Hidrostática na interface com conceitos matemáticos no Ensino Médio” traz a seguinte pergunta de pesquisa: Como ensinar Física a alunos com deficiência em Matemática?

Motivado pela problemática no processo ensino e aprendizagem, descrita acima, e especificamente na área de Física, com o desejo de encontrar alternativas para amenizar o problema, objetiva-se neste trabalho analisar pesquisas sobre Ensino de Física, mais especificamente quando o estudante não possui pré-requisitos necessários em Matemática. Como lidar com esta dificuldade? Que sugestões são feitas na literatura para superar tal obstáculo? Desejamos também, contextualizar a pesquisa descrevendo os motivos para as deficiências dos alunos do Ensino Médio em Matemática e conseqüentemente em Física, bem como apresentar sugestões para reduzir as dificuldades do processo ensino-aprendizagem de Física.

O presente trabalho busca elaborar um objeto de aprendizagem que contemple tanto a Física como a Matemática. Uma vez que, segundo a Teoria de David Ausubel o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa. Propusemos um aplicativo que objetivava facilitar o ensino da Física para alunos com dificuldade em Matemática básica, contemplando a Hidrostática e será testado com alunos da 2ª série do ensino médio da escola pública.

Não é admissível que alunos continuem acessando séries com a disciplina de Física sem saber a Matemática básica. É necessário oferecer uma ferramenta de auxílio para essas discentes. É claro que desde as primeiras séries trabalha-se o conteúdo de Matemática, mas ainda na carência de um acompanhamento pedagógico que enfatize a boa formação do aluno nesta disciplina.

O estudo das deficiências Matemáticas no ensino da disciplina da Física é de fundamental importância para a realidade do ensino público no país, uma vez que a educação pública, em especial as disciplinas de exatas, possuem maiores taxas de

reprovação, bem como são relatadas como disciplinas mais “difíceis” por parte dos alunos. Só poderemos combater este paradoxo de que as disciplinas de exatas são difíceis, introduzindo técnicas de ensino contextualizadas e que a abordagem seja contextualizada com atividades do cotidiano do aluno. A Física perde muito da sua beleza quando a descrição qualitativa dos fenômenos se dissocia da abordagem quantitativa.

TEORIA DA APRENDIZAGEM AUSUBEL

Aprendizagem Significativa

A ideia da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. A ideia é simples, mas a explicação de como e por que esta ideia é defensável é complexa (Novak, 1977a). O conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos do conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos.

Para Moreira (2012), aprendizagem significativa acontece quando as ideias manifestam de forma figurada e relacionando de maneira substantiva e não-arbitraria com o conhecimento que o estudante já possui. Tal relação ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante existente na estrutura cognitiva do estudante. Esse Conhecimento, que pode ser um conceito, um modelo mental, um símbolo ou até mesmo uma imagem, que é de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, denominado por David Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora. Subsunçor é o nome concedido ao conhecimento peculiar efetivo na estrutura de conhecimento do estudante, que lhe concede dar significado a novo conhecimento apresentado ou por ele encontrado.

No estudo de cinemática, por exemplo, se o conceito de rapidez já existe na estrutura cognitiva do estudante, ele poderá servir de subsunçor para o conceito de

velocidade, e conseqüentemente auxiliando-o para o conceito de aceleração. Este processo de ancoragem da nova informação resulta em desenvolvimento e transformação do conceito subsunçor. Isso significa que aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. Contudo, Moreira & Masini, (2006, p.18). Afirmam a fixação do novo conhecimento:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

A não-arbitrariedade acarreta na relação do novo conhecimento com um conhecimento específico considerável (subsunçor) e não com outro conhecimento presente na estrutura cognitiva do estudante. À proporção que esteja devidamente explícito e permissível na estrutura cognitiva, o conhecimento prévio serve como ancora para novos conceitos e os mesmos serão bloqueados, ou seja, compreendidos significativamente. Quando a ancoragem ocorre, o conhecimento prévio consegue novos significados e torna-se mais sólido nessa estrutura.

Para Moreira (1997), a substantividade é a inclusão da essência para o novo conhecimento, novas ideias à estrutura cognitiva e não das palavras que determinam de forma (não literal). A aprendizagem significativa não depende de determinados signos ou grupos de signos em literal, quer dizer, um mesmo conceito pode ser apresentado de múltiplas maneiras, por diferentes signos, que os tornam em significados.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos.

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica. Porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos,

em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim a ideia que uma completa a outra. Se o estudante não possui subsunçor do assunto ou um conceito confuso deste subsunçor, é pertinente questionar como obter o conhecimento? De acordo com Moreira & Masini, 2006, (p.18-20), a formação de um subsunçor pode decorrer da aprendizagem memorística, e verifica-se a afirmação a seguir:

[...] a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações (MOREIRA&MASINI, 2006, P.19-20).

Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a que há entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se relacionar a conceitos de subsunçores relevantes já existente na estrutura cognitiva. Ou seja, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva.

Supondo que a aprendizagem significativa deva ser preferida em relação à aprendizagem mecânica, e que isso pressupõe a existência prévia de conceitos subsunçores, o que fazer quando estes não existem? De onde vêm os subsunçores? Como se formam? Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele; isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Para Ausubel (1968, pp. 37- 41), a essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não-arbitrária e substantiva (não-litera) ao que o aprendiz já sabe. Ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento (isto é, um subsunçor que pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo). A aprendizagem significativa pressupõe que:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o estudante, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-litera (substantiva);
- b) o estudante manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

A primeira dessas condições depende, obviamente, de pelo menos dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do estudante. Quanto à natureza do material, deve ser “logicamente significativa”, suficientemente não-arbitrária e não-aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza da estrutura cognitiva do estudante, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável.

A outra condição traz implícito que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do estudante é, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos ou sem significado. Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo.

De acordo com Ausubel, a estrutura cognitiva prévia é o fator de suma importância que pode abalar a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos. Quanto mais nítido, consolidado e delineado for o conhecimento prévio, maior sua

influência na obtenção de conhecimentos de sua área. Na relação com o novo conhecimento ganha significado, incorpora e se difere do conhecimento existente, e adquire novos significados, maior solidez, maior intensidade e maior capacidade de ancorar novos conhecimentos. Para o estudante que não possui subsunçores acomodados para adequar significados aos novos conhecimentos, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios.

Para Moreira (2011), organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusive em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um apanhado ou mesmo um resumo que geralmente estão no mesmo grau de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma literatura introdutória, uma simulação.

Os organizadores prévios dividem-se em dois tipos: quando o material de aprendizagem não é familiar e quando o estudante não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um organizador expositivo, supostamente, faz ponte entre o que o estudante sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao estudante. Quando o novo material é relativamente familiar, é recomendado o uso de um organizador comparativo que ajudará o estudante a integrar novos conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

Como recurso para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados com conhecimentos prévios, organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, pois o estudante muitas vezes não percebe essa relação e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios. Organizadores prévios devem ajudar o estudante a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia. Por exemplo, antes de introduzir os conceitos de movimentos, o professor deve retomar o conceito de velocidade e aceleração em um nível mais elevado de abstração e inclusividade anteriormente aprendido.

A principal função dos organizadores prévios é então, superar o limite entre o que o estudante já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a

tarefa apresentada. Permitem promover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e o outro similar já incorporado na estrutura cognitiva ou ainda, ressaltar as ideias ostensivamente conflitivas. No caso do material totalmente não-familiar, um organizador “explicativo” é usado para prover subsunçores relevantes aproximados.

Esses subsunçores sustentam uma relação superordenada como novo material, fornecendo, em primeiro lugar, uma ancoragem ideacional em termos do que já é familiar para o estudante. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” é usado para integrar novas ideias com conceitos basicamente similares existentes na estrutura cognitiva, bem como para aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as já existentes, as quais possam parecer similares a ponto de confundirem (AUSUBEL 1968).

Por várias razões, os organizadores específicos deliberadamente constituídos para cada uma das unidades de ensinar, devem ser mais efetivos do que simples comparações introdutórias entre o material novo e o já conhecido. Sua vantagem é permitir ao estudante o aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja:

- a) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) promover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados no início das tarefas de aprendizagem, do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam salientadas. Para serem úteis, porém, precisam ser formulados em termos familiares ao estudante, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica.

HIDROSTÁTICA

Hidrostática no tempo

Nesse capítulo faremos uma breve revisão sobre Hidrostática, destacando as propriedades e fenômenos associados aos fluidos em repouso.

Por volta de 200 anos a.C. Arquimedes deu início ao estudo da parte da Física chamada Hidrostática que pertence a Mecânica dos Fluidos. Por Fluido, deve-se entender toda e qualquer substância que escoar facilmente, exemplos: os gases e os líquidos. A Mecânica dos Fluidos é a parte da Física que se dedica ao estudo dos fluidos, em movimento ou repouso.

As divisões da Mecânica dos Fluidos são:

A Fluido-estática que se encarrega de estudar os fluidos em parados (repouso) e a Fluidodinâmica que se dedica a estudar os fluidos em movimento.

Antigamente o líquido mais estudado era a água, e vem daí os nomes hidrostática e hidrodinâmica, onde hidro significa água.

Muitos cientistas contribuíram para o desenvolvimento da Mecânica dos Fluidos, dentre eles destacam, Evangelista Torricelli entre (1608 e 1647), Stevin entre (1548 e 1620), Blaise Pascal entre (1623 e 1662) e Arquimedes.

Na Mecânica dos Fluidos, mas exatamente na Hidrostática compreendemos conceitos como: densidade, pressão, pressão devido a uma coluna de líquido, o princípio de Pascal, o princípio de Arquimedes.

Nos estudos dos fluidos, um dos conceitos fundamentais é o de densidade. Começamos com um exemplo. Ao final de uma peça de teatro, um espectador fica surpreso ao ver um funcionário carregar uma grande rocha do cenário com apenas uma das mãos. Como isso é possível?

(...)

No estudo dos fluidos, é mais conveniente trabalhar com a massa por unidade de volume (densidade) do que com a massa total. De modo análogo, no caso das forças exercidas por fluidos, é também mais conveniente trabalhar com a força por unidade de área – conceito de pressão.

(...)

Princípio de Arquimedes: Todo corpo mergulhado num fluido (líquido ou gás) fica sujeito a uma força vertical para cima, exercida pelo fluido, sendo a intensidade dessa força igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo (PHAN, 2016).

A partir desses conceitos passamos a compreender muitos fenômenos, como por exemplo: o motivo das solas dos sapatos dos esquimós terem área bem maior do que sapatos normais; aprendemos como medir e compreender a pressão atmosférica, entendemos que nadar numa piscina (água doce) é diferente de nadar numa piscina contendo água salgada; e também qual é o princípio físico utilizado na construção de uma prensa hidráulica.

A hidrostática explica também que alguns corpos afundam e outros boiam na superfície ou próximos a superfície quando mergulhados em líquidos, e que isso vai depender do peso dos corpos e da força de empuxe gerada pelos líquidos.

Fluidos

Os fluidos apresentam enorme importância no cotidiano do Homem atualmente. É através dos fluidos que o ser humano respira, mantém o corpo na temperatura ideal para seu perfeito funcionamento, através da ingestão de líquidos. Os fluidos também são responsáveis pelo clima. Na área tecnológica, o Homem desenvolve máquinas como aviões e navios, que por sua vez, também funcionam aproveitando as propriedades apresentadas pelos fluidos, além de outras aplicações.

Um fluido diferencia-se de um sólido, praticamente pela capacidade de escoar, dessa forma, um fluido assume a forma do recipiente onde é colocado. Esse comportamento dos fluidos deve-se a eles não suportarem uma força aplicada paralelamente a sua superfície (tensão de cisalhamento) (HALLIDAY RESNICK; WALKER, 2016).

Há substâncias aparentemente sólidas, como o vidro, que levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Massa Específica ou Densidade

Ao analisar uma situação envolvendo corpos rígidos, como por exemplo uma barra de metal, ou quando se observa uma esfera que desliza em um plano, é comum se levar em consideração as grandezas Físicas massa e força, que são as mais utilizadas para a expressão das leis de Newton (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Ao descrever situações envolvendo fluidos, por estes não apresentarem forma definida, utiliza-se para essa descrição as grandezas massa específica e pressão ao invés de se utilizar a massa e a força.

Na determinação da massa específica, ρ , de um fluido, isola-se um elemento diferencial de volume (dV), mede-se a massa (dm) apresentada por esse elemento de volume, do fluido. A massa específica é obtida pela relação entre o elemento de massa e o elemento de volume (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

$$\rho = \frac{dm}{dV} \quad (1)$$

A massa específica é uma grandeza escalar, sua unidade de medida no SI (*Sistema Internacional de Unidades*) é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3).

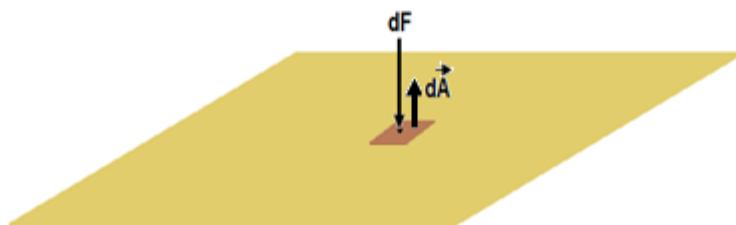
Normalmente, leva-se em consideração que o fluido possui a mesma massa específica para todos os elementos de volume, e que esse fluido é contínuo, permitindo que se escreva a massa específica como sendo a razão entre a massa e o volume do fluido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Pressão

Considerando uma superfície como a mostrada na Figura A 1, tem-se um elemento diferencial de área (dA), onde se aplica uma força (\vec{dF}).

Figura A 1: Definição de pressão.



Fonte: Autor, 2019.

A pressão exercida nesse ponto dessa superfície será dada pela relação entre os módulos da força normal à superfície (\vec{dF}) e o elemento de área onde se aplica essa força (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$p = \frac{|(d\vec{F})|}{|d\vec{A}|} \quad (3)$$

Sendo a pressão dada pelo limite dessa razão, com o elemento de área tendendo a zero, se uma força uniforme é aplicada sobre uma superfície plana de área **A**, a pressão pode ser expressa por (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013):

$$p = \frac{|\vec{F}|}{|A|} \quad (4)$$

Onde $|\vec{F}|$ é o módulo da força normal aplicada à área A.

No SI, a pressão é medida em newton por metro quadrado, tendo a denominação especial de pascal (Pa). Em alguns países, os medidores de pressão de pneus estão calibrados em quilopascals (kPa). A seguir, tem-se uma relação entre o pascal e outras unidades de pressão muito usadas, mas que não pertencem ao S.I. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016):

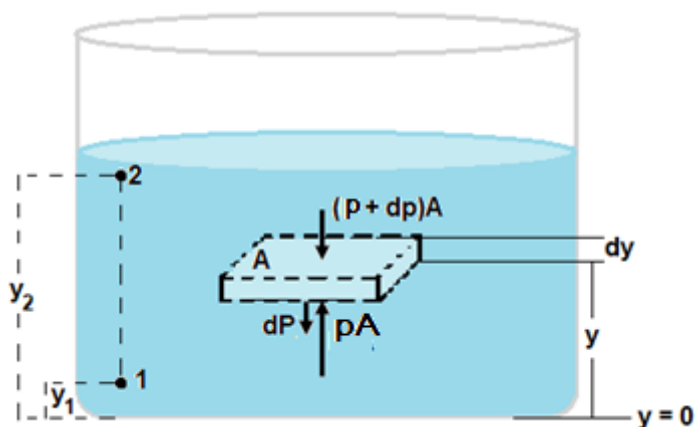
$$1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr} = 14,7 \text{ lb/pol}^2.$$

O atm, corresponde à pressão exercida pelo ar, chamada de atmosfera.

Fluidos em Repouso

A pressão em fluido em repouso pode ser obtida conhecendo-se a profundidade ou a altura onde se deseja conhecer o valor dessa pressão. Para se determinar a expressão Matemática que fornece a pressão no interior de um fluido, considere o recipiente na Figura A 2, onde se tem um elemento de volume do líquido onde se observa as forças atuantes no fluido. Para essa observação, consideram-se constantes, a densidade (ρ) do fluido e a aceleração da gravidade (g) (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Figura A 2: Forças que atuam em um elemento de volume de um fluido em repouso.



Na parte inferior do elemento de volume considerado, atua uma força direcionada para cima, representada por pA . Essa força é obtida usando-se a equação (4). Como da parte inferior para a parte superior do elemento de volume considerado há uma variação na altura (dy), logo deve haver uma variação na pressão, representada por dp . Na parte superior do mesmo elemento de volume, atua a força expressa por $(p + dp)A$ (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Além das forças exercidas nas partes superior e inferior no fluido considerado, também atua a força gravitacional devida à massa do próprio fluido, sendo expressada por $dP = dm g$. A massa dm é expressa pela equação (1), sendo $dm = \rho dV = \rho A dy$. Dessa forma o peso do fluido em questão é $dP = \rho g A dy$ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Como o volume de fluido considerado para essa observação faz parte do fluido contido no recipiente e, todo o fluido está em equilíbrio, logo a força resultante deve ser nula, assim tem-se:

$$\sum F_y = 0, \text{ assim, } pA - (pA + dp) - \rho g A dy = 0$$

Organizando a expressão acima, tem-se:

$$dp = -\rho g dy \quad (5)$$

Por essa equação percebe-se que à medida que y aumenta, a pressão diminui (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Ainda na figura 2, os pontos 1 e 2 apresentam alturas representadas por y_1 e y_2 . Aplicando a equação (5) a esses pontos, obtém-se:

$$p_2 - p_1 = -\rho g (y_2 - y_1) \quad (6)$$

Essa equação fornece a pressão em qualquer ponto de um fluido com densidade constante.

Se o ponto 2 for considerado exatamente na superfície do fluido, a pressão p_2 é a pressão atmosférica, representada por p_0 . O ponto 1 pode-se dizer que se encontra a uma profundidade $h = (y_2 - y_1)$ e a pressão nesse ponto é $p_1 = p$. assim pode-se escrever:

$$p = p_0 + \rho g h \quad (7)$$

Essa última equação é conhecida como teorema de Stevin. A parte ρgh é chamada pressão manométrica, corresponde à diferença de pressão entre os pontos 1 e 2 (HEWITT, 2015).

Princípio de Pascal

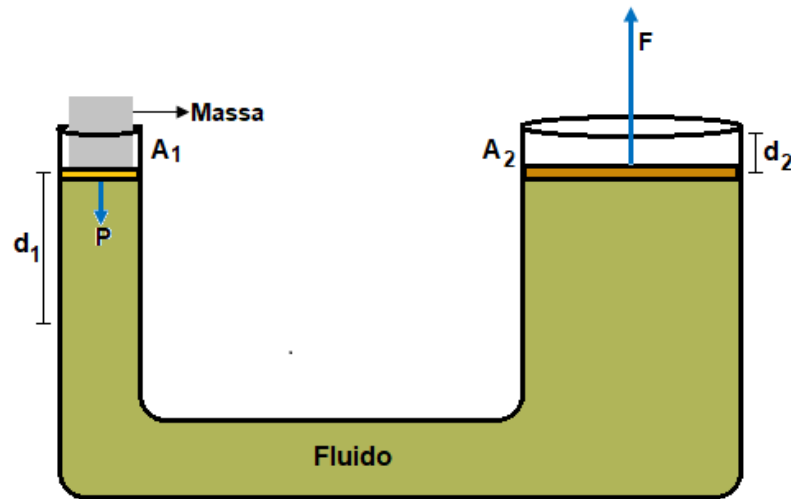
Blaise Pascal (1623-1662) nasceu em Clermont-Ferrand, França, estudou Geometria, Probabilidade e Física, chegando a importantes descobertas. Aos 19 anos, depois de dois anos de trabalho intenso, concluiu a construção de uma revolucionária calculadora mecânica que permitia a realização de operações aritméticas sem que o usuário precisasse saber os respectivos algoritmos (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

O princípio de Pascal é bastante utilizado no cotidiano de muitas pessoas, mesmo que estas não percebam. Pela manhã, ao escovar os dentes, uma pessoa pressiona a parte inferior de um tubo de creme dental para que o creme saia na outra extremidade, onde se coloca a tampa. Nesse simples ato, qualquer pessoa está aplicando esse princípio, explicado pela primeira vez por Blaise Pascal em 1652. Tal explicação define o princípio de pascal que diz, “Uma variação da pressão aplicada a um fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A Figura A 3 seguinte servirá para a demonstração desse princípio. A pressão em qualquer ponto do fluido será a pressão exercida nos pistões e a pressão manométrica para o ponto considerado, assim a pressão será expressa por (NUSSENZVEIG, 1998):

$$p = p_{externa} + \rho gh \quad (8)$$

Figura A 3: Ilustração do Princípio de Pascal.



Fonte: Autor, 2019.

Adicionando-se uma massa com peso **P**, no lado esquerdo da figura, esta comunica ao pistão e uma variação na pressão representada por dp . Essa variação na pressão é dada pelo produto do peso pela área da seção 1 (NUSSENZVEIG, 1998).

$$dp = \frac{P}{A_1} \quad (9)$$

Dessa forma, a pressão que atuará em todo o fluido será:

$$p' = \frac{P}{A_1} + p_{externa} + \rho gh \quad (10)$$

A variação na pressão será, portanto, a diferença entre p e p' , o que resulta na equação (9). Dessa forma, a variação de pressão aplicada ao fluido será igual à variação de pressão externa (NUSSENZVEIG, 1998).

$$\Delta p = \Delta p_{externa} = dp \quad (11)$$

A adição da massa com peso P , provocará um deslocamento de fluido, no lado esquerdo o deslocamento será d_1 no lado direito, será d_2 (HEWITT, 2015).

A prensa hidráulica é a aplicação mais conhecida do princípio de pascal. Retornando à Figura A 3, a variação de pressão dp aplicada no lado esquerdo, é transmitida por todo o fluido, assim tem-se:

$$dp = \frac{P}{A_1} = \frac{F}{A_2} \quad (12)$$

Quando o interesse é encontrar a força aplicada na seção de área maior, normalmente onde se tem uma vantagem mecânica, a equação (12) pode ser escrita como:

$$F = \frac{PA_2}{A_1} \quad (13)$$

A equação (4. 13) normalmente é utilizada em situações onde se aplica uma força (F_1) no lado representado pela área (A_1) e deseja-se encontrar o valor da força (F_2) que surgirá no outro lado do fluido, onde a área é (A_2). Dessa forma, a equação (4.13) será escrita como:

$$F_2 = \frac{F_1A_2}{A_1} \quad (14)$$

A equação (14) mostra que a força F_2 que surge na área A_2 é maior que a força F_1 aplicada no pistão de área A_1 . No caso dos macacos hidráulicos, freios de automóveis, direção hidráulica, também de automóveis e outras aplicações, se aplica uma força na área menor, e esta força provocará o surgimento de uma força bem maior na área maior, para o deslocamento de um objeto que normalmente exigiria um esforço bastante elevado (HEWITT, 2015).

Princípio de Arquimedes

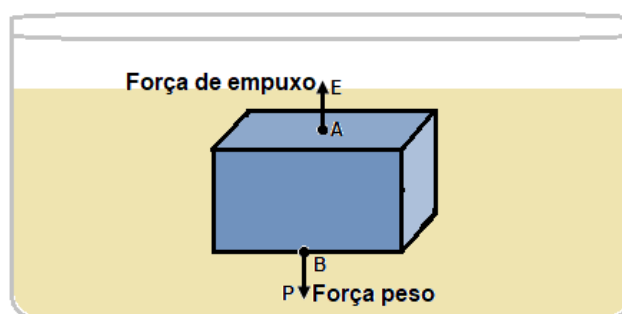
Arquimedes (287 a.C. -212 a.C.) nasceu em Siracusa, na ilha da Sicília, cidade na época pertencente à Magna Grécia. Em suas atividades, determinou a área da superfície esférica, obteve com precisão o centro de gravidade de várias figuras planas, construiu engenhos bélicos de notável eficiência e também um parafuso capaz de elevar a água de poços e estudou o mecanismo das alavancas. O que realmente o tornou um célebre cientista, no entanto, foi a formulação da lei do **empuxo** (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

A maioria das pessoas certamente já presenciou ou sentiu o efeito de uma força que atua em corpos que estão em meio a um fluido. Pode-se citar como exemplo, um balão que ganha altitude e se mantém em determinada altura. Esse voo do balão é possível porque quando se aquece o ar contido na bolsa do balão, há uma variação na densidade do ar. Com essa variação na densidade, a força direcionada para cima (Empuxo), torna-se maior que o peso do balão, possibilitando a elevação do balão. Neste caso, consta-se o princípio descrito por Arquimedes.

A Figura A 4 mostra um corpo completamente imerso em um fluido. Nesse caso, considera-se a condição do corpo está em equilíbrio estático. Pela condição de equilíbrio estático, o somatório das forças que atuam no corpo deve ser nulo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (15)$$

Figura A 4: Corpo imerso em um fluido.



Fonte: Autor, 2019.

As forças que atuam no corpo, portanto, são a força peso e a força de empuxo. Dessa forma, tem-se:

$$E - P = 0 \rightarrow E = P \quad (16)$$

O empuxo tem módulo igual ao módulo do peso do fluido deslocado quando o corpo é imerso no líquido.

$$E = P_f = m_f g \quad (17)$$

Na equação (16), P_f é o peso do líquido e m_f é a massa do líquido. Pela equação (2) pode-se escrever:

$$E = \rho_f V_f g \quad (18)$$

O volume do fluido que se desloca é igual ao volume do corpo que se encontra submerso. Caso o corpo esteja totalmente submerso, o volume de fluido deslocado é igual ao próprio volume do corpo (HEWITT, 2015).

A origem da força de empuxo é a diferença de pressão existente entre os pontos A e B da figura 4. A pressão no ponto B é maior que a pressão no ponto A, devido à profundidade de B ser maior. Essa diferença de pressão tem uma força resultante na direção vertical, de baixo para cima (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Peso aparente

Quando se mede o peso de um objeto em uma balança calibrada para a medição de peso, esta indica o peso real do objeto. Já quando se mede o peso do mesmo objeto, estando este, em meio a um fluido, a indicação da balança é um valor menor que o peso real. Esse valor indicado pela balança quando o objeto está imerso no fluido é chamado peso aparente (P_{ap}). O peso aparente é dado pela expressão:

$$P_{ap} = P - E \quad (19)$$

Esta equação mostra que para se elevar um objeto dentro da água por exemplo, se faz menos esforço que realizar a mesma tarefa fora da água, isto porque quando o objeto está dentro do fluido, seu peso aparente é menor que o peso real (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Flutuação de corpos em meio a um fluido.

É comum se vê corpos flutuando na superfície da água. Essa situação de flutuação pode ser descrita pela equação (19), quando o peso aparente do corpo for nulo. Quando isso ocorrer, tem-se:

$$E = P \quad (20)$$

O corpo pode está parcialmente imerso ou totalmente imerso no fluido para atingir o equilíbrio entre as forças peso e empuxo, vai depender das características do corpo e da densidade do fluido (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

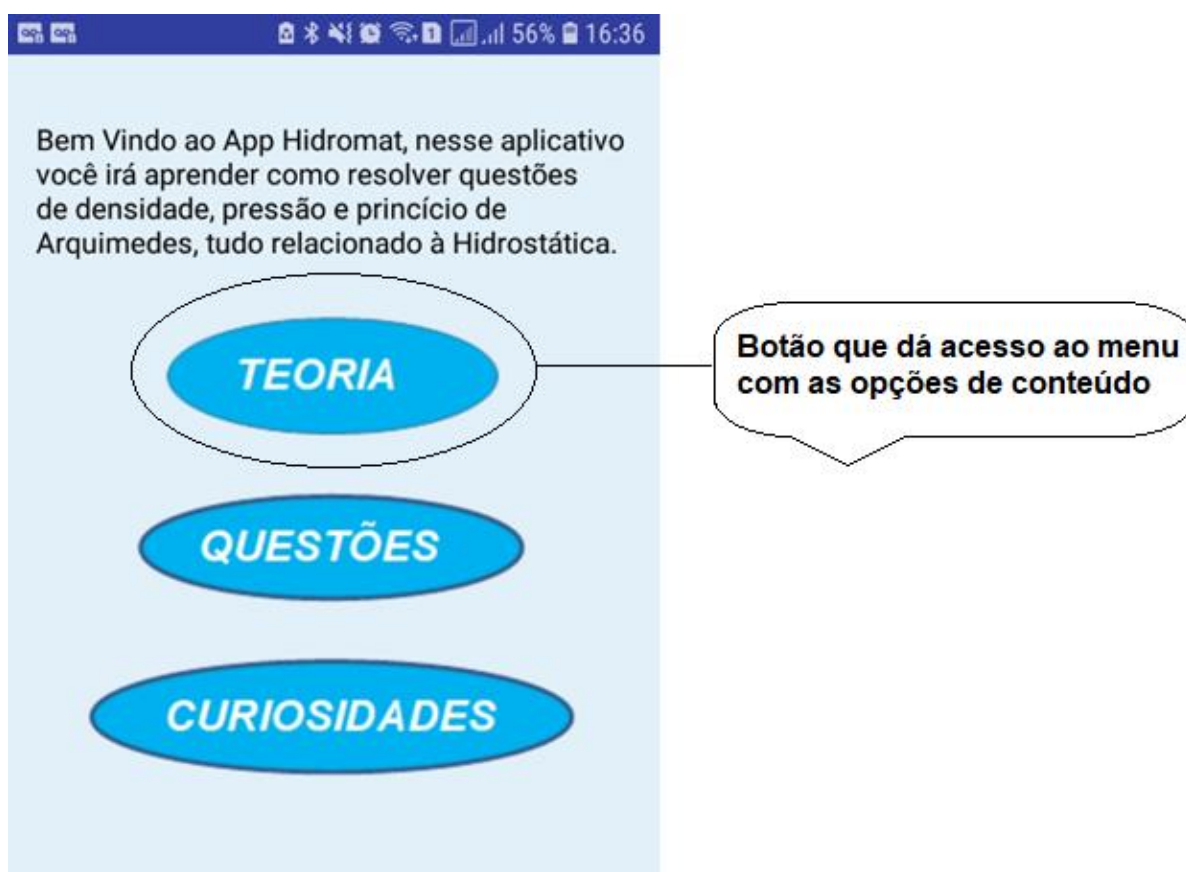
METODOLOGIA

Conhecendo o aplicativo

As informações contidas nessa parte inicial visa orientar os usuários com relação à utilização deste aplicativo, procurando facilitar seu manuseio, assim tornar mais ágil sua operação.

A tela inicial do Aplicativo possui uma descrição do aplicativo. Para ter acesso ao conteúdo presente nesse aplicativo, o usuário deve clicar sobre o nome teoria, botão que dá acesso a uma lista de menus. O botão é mostrado na Figura A 5.

Figura A 5: Tela inicial do aplicativo.



Fonte: autor, 2019.

Após clicar no botão indicado acima, surgirá uma lista de menus como indicado na Figura A 6.

Figura A 6: Menus da parte de teoria.

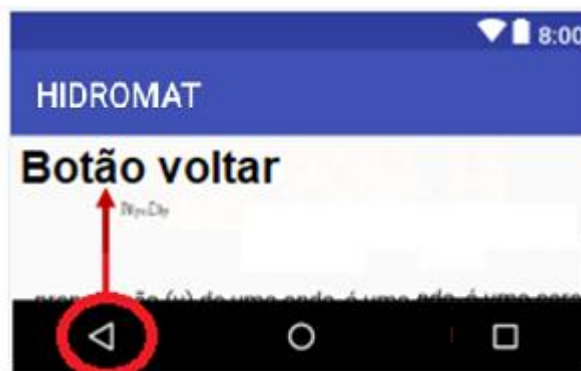


Fonte: autor, 2019.

Após escolhido uma das opções na lista, surgirá outra tela, onde dependendo da escolha, terá um resumo da teoria e exercícios para serem respondidos.

Para alternar entre as várias telas, o usuário pode utilizar o botão voltar que é mostrado na Figura A 7.

Figura A 7: Imagem mostrando o botão utilizado para voltar em um smartphone ou tablet com Android.



Fonte: autor, 2019.

Para o desenvolvimento desse aplicativo, utilizou-se o Software Android Studio, nesse programa a linguagem abordada é o Java e, nessa linguagem a representação de números em potências é feita da seguinte forma x^y (lê-se x elevado a y). Para representar o valor da pressão atmosférica, por exemplo, usa-se $1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Outra forma que o Java entende é especificamente para a representação de números em potências de dez. Para a inserção no aplicativo, o valor acima citado, pode utilizar a seguinte representação (1E5), a letra E substitui a base dez da potência e o sinal de multiplicação. Nessa forma de representar o número, a letra (e) pode ser maiúscula ou minúscula, não há distinção entre os dois formatos da letra.

Guia de utilização do produto educacional com orientações do professor.


Esse aplicativo é dividido basicamente em três menus como indica a figura a 5, o primeiro, refere-se à teoria, onde há quatro submenus, divididos em **Densidade**, **Pressão**, **Princípio de Pascal** e **Princípio de Arquimedes**. Esses submenus são mostrados na Figura A 6

No primeiro submenu (Teoria), o usuário pode inicialmente clicar sobre a imagem de um copo contendo água e óleo, Figura A 8 e será direcionado para outra tela com uma especificação do fenômeno ocorrido.

Figura A 8: Tela da parte referente à Densidade.

4G 94% 10:37

DENSIDADE



A densidade representa o quanto de massa está presente em determinado volume. Cada substância apresenta um valor diferente para a densidade, isso por conta da composição molecular de cada substância. Também, pode-se dizer que densidade é a relação entre a massa e o volume de um material, a uma dada pressão e temperatura. Para se medir a densidade, o SI (Sistema Internacional de Unidades), adota como padrão, quilograma por metro cúbico (kg/m^3), mas geralmente se usa mais as unidades g/cm^3 ou g/mL , lembrando que 1 cm^3 equivale a 1 mL . A densidade é definida como:

$$d = m / V$$

Fonte: autor, 2019.

A explicação para a separação das duas substâncias é mostrada na Figura A 9, onde se explica que a separação se dá principalmente pelo fato da água apresentar densidade maior que a densidade do óleo, permanecendo assim, na parte inferior do recipiente.

Figura A 9: Explicação para a situação de dois líquidos não se misturarem.



Fonte: autor, 2019.

A Figura A 8 mostra ainda uma lista de opções onde a primeira delas acessa a lista de exercícios referente à densidade, como mostra a Figura A 10. Nessa lista de exercícios, o professor pode solicitar que seus alunos respondam as questões e assim possa bonificar os alunos com algum qualitativo ou até mesmo ir acumulando pontuação para a própria avaliação, haja vista que muitas avaliações ainda dão prioridade para a avaliação quantitativa.

Figura A 10: Exercícios sobre densidade.

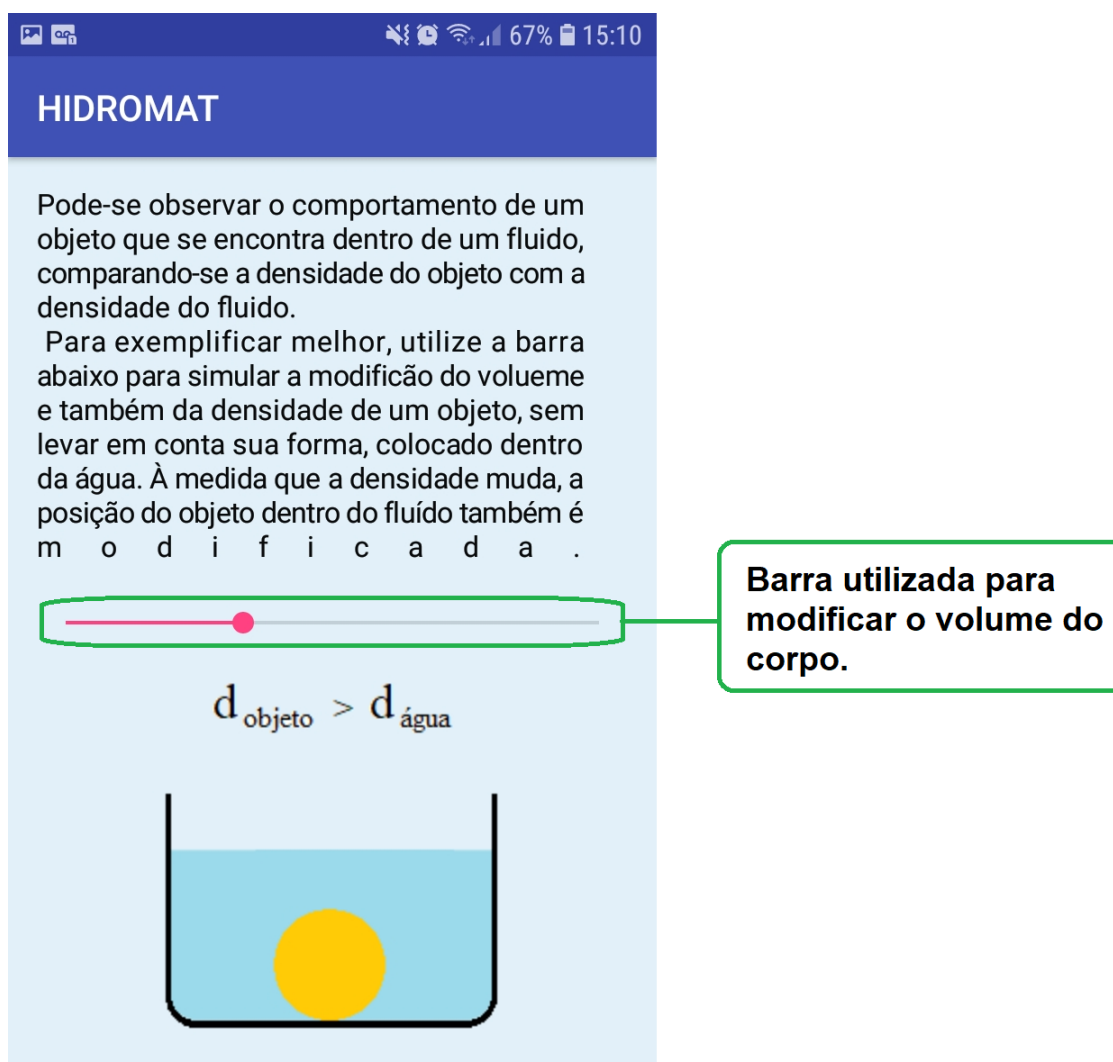
The screenshot shows a mobile application interface with a dark blue header bar containing icons for signal, Wi-Fi, battery (67%), and time (15:09). Below the header, the text reads "Respostas corretas" followed by a large number "2". The question is: "3- Encontre a densidade absoluta um cubo que tem aresta de 10 cm e massa 2 kg." Below the question is a 3D diagram of a blue cube labeled "cubo" and "aresta 10 cm". Below the diagram are five green buttons with the following density values: "1 g/cm³", "2 g/cm³", "3 g/cm³", "4 g/cm³", and "5 g/cm³". The "5 g/cm³" button is highlighted with a grey oval and the text "Correto!". At the bottom is a yellow button labeled "AJUDA!".

Fonte: autor, 2019.

A bonificação pode ser atribuída pela contagem dos acertos do aluno, presente parte superior da tela mostrada na Figura A 10. À medida que o aluno acerta as questões o número de acertos vai atualizando.

A segunda opção dessa lista oferece a possibilidade de o professor mostrar para os alunos que ao modificar o volume de um corpo, modifica-se também a densidade do corpo e, assim o corpo pode alterar seu comportamento quando está dentro de um fluido. A Figura A 11 mostra como se pode realizar esse processo.

Figura A 11: Modificação da densidade com a variação do volume.



Fonte: autor, 2019.

À medida que a barra é deslocada para a direita, o volume do corpo vai aumentando, e o corpo amarelo vai respondendo à variação e alterando sua posição no interior do fluido.

A última opção da lista mostra da na Figura A 8, oferece a possibilidade de o usuário realizar o cálculo da densidade de um corpo. Nessa parte o professor pode solicitar que os alunos calculem a densidade de vários corpos ou a densidade de um único corpo, porém variando as dimensões e a massa para que os alunos tenham uma noção mais precisa do que a densidade representa. A tela com esse recurso é mostrada na Figura A 12.

Figura A 12: cálculo da densidade de um corpo.

HIDROMAT
Densidade para obter o valor da densidade.

massa (g) Volume (cm³)

CALCULAR DENSIDADE

$d = 0,67 \text{ g/cm}^3$

Na figura abaixo faz-se uma comparação da densidade calculada com a densidade da água. Assim é possível determinar se o objeto flutua ou fica submerso na água.

$d_{\text{objeto}} < d_{\text{água}}$

HIDROMAT
Densidade para obter o valor da densidade.

massa (g) Volume (cm³)

CALCULAR DENSIDADE

$d = 1.2 \text{ g/cm}^3$

Na figura abaixo faz-se uma comparação da densidade calculada com a densidade da água. Assim é possível determinar se o objeto flutua ou fica submerso na água.

$d_{\text{objeto}} > d_{\text{água}}$

Fonte: autor, 2019.

Para que seja realizado esse cálculo, o usuário deve inserir nos campos especificados o valor da massa, medido em gramas (g) e o valor do volume, este medido em centímetro cúbico (cm³). O valor calculado para a densidade será mostrado e a unidade de medida é grama por centímetro cúbico (g/cm³).

O segundo submenu da Figura A 6 é o tema referente à Pressão. Nessa parte o usuário encontra também uma parte do conteúdo, seguida de uma lista de exercícios, Figura A 13.

Figura A 13: Tela com o tema Pressão.

HIDROMAT

Pressão (P) é a relação entre uma determinada força e sua área de distribuição.

O termo pressão é utilizado em diversas áreas da ciência como uma grandeza escalar que mensura a ação de uma ou mais forças sobre um determinado espaço, podendo este ser líquido, gasoso ou mesmo sólido. A pressão é uma propriedade intrínseca a qualquer sistema, e pode ser favorável ou desfavorável para o homem: a pressão que um gás ou vapor exerce sobre a pá de uma hélice, por exemplo, pode ser convertida em trabalho. Por outro lado, a pressão da água nas profundezas do oceano é um dos grandes desafios para os pesquisadores que buscam novas fontes de recursos naturais.

Para problemas que envolvem gases e sólidos a expressão matemática utilizada para expressar pressão é dada por:

$$p = \frac{F}{A}$$

Onde:
 p é a pressão;
 F é a força normal a superfície;
 A é a área total onde a força é aplicada.
 Para líquidos, a pressão pode ser escrita como:

$$p = d * g * h$$

UNIDADES DE MEDIDA
 Sendo a definição de pressão: força por unidade

Fonte: autor, 2019.

Nessa parte a atenção maior é o aluno perceber que a pressão em determinado ponto de um fluido depende da profundidade onde se localiza esse ponto e da densidade do fluido onde se deseja conhecer o valor dessa pressão.

O menu seguinte presente na tela da Figura A 6 é destinado ao princípio de Pascal, aplicado nas máquinas hidráulicas como macaco hidráulico, prensa hidráulica e também em automóveis a direção hidráulica e direção elétrica são aplicações desse princípio físico. A tela com conteúdo referente ao princípio de Pascal é mostrada na Figura A 14.

Figura A 14: Tela com o tema Princípio de Pascal.



HIDROMAT

PRINCÍPIO DE PASCAL



Um corpo no estado líquido é caracterizado por apresentar uma distância entre suas moléculas que permite ao corpo adequar-se ao ambiente em que se encontra. As características da pressão nos líquidos são semelhantes às que encontramos nos gases: o líquido exerce pressão para todos os lados de um recipiente e em qualquer corpo que for imerso nele.

Segundo o princípio de Pascal, ao exercermos pressão em um fluido confinado em um recipiente, essa pressão é transmitida integralmente a todos os pontos desse recipiente. Uma experiência que pode ajudar a compreender esse princípio é a dos vasos comunicantes: Ao armazenarmos algum líquido em uma estrutura com colunas de volumes diferentes podemos observar que o líquido preenche todas as colunas a mesma altura, desconsiderando as diferenças de volume. Isso prova que o fluido espalha-se uniformemente, portanto, exerce pressão igual em todas as direções. Essa demonstração foi muito importante para o desenvolvimento dos

Fonte: autor, 2019.

Apesar de serem distinguidas pelos nomes, a direção hidráulica e a direção elétrica, presente em automóveis mais modernos, utilizam o mesmo princípio de funcionamento. Uma bomba hidráulica faz com que um fluido (óleo AFT, comumente chamado de óleo hidráulico) circule pela tubulação e pela caixa de direção que possui cavidades por onde esse fluido ao ser movido faz com que o motorista faça menos esforço para manobrar o veículo do que se estivesse utilizando uma direção mecânica. A diferença entre as duas denominações está no mecanismo de movimentação da bomba do hidráulico. No caso da direção hidráulica, a bomba é acoplada ao motor do veículo, fazendo com que ao automóvel ser ligado a bomba aciona e assim a direção já fica mais leve. No caso da direção elétrica, o mecanismo que aciona a bomba hidráulica é um motor elétrico, independente do motor do automóvel, esse

motor elétrico tem a função de reduzir o esforço do motor do automóvel, fazendo com que se tenha uma redução no consumo de combustível.

O último menu da lista, acessa a tela com conteúdo destinado ao princípio de Arquimedes. Assim como a parte destinada à densidade, nessa tela há uma apresentação do conteúdo, seguida de outras opções. Essa tela é mostrada na Figura A 15.

Figura A 15: Tela referente ao Empuxo.

HIDROMAT

$$E = P_{deslocado} = m_{deslocada} * g$$

Lembrando que a densidade é a razão entre a massa e o volume, podemos escrever:

$$m_{deslocada} = d_{liquido} * V_{liquido\ deslocado}$$

Assim, o empuxo é dado por:

$$E = d_l * V_{imerso} * g$$

Onde:
 d_l = densidade do líquido;
 V_{imerso} = parte do objeto que está submersa, que equivale ao volume de líquido deslocado;
 g = aceleração da gravidade.

COMO SURGE O EMPUXO?

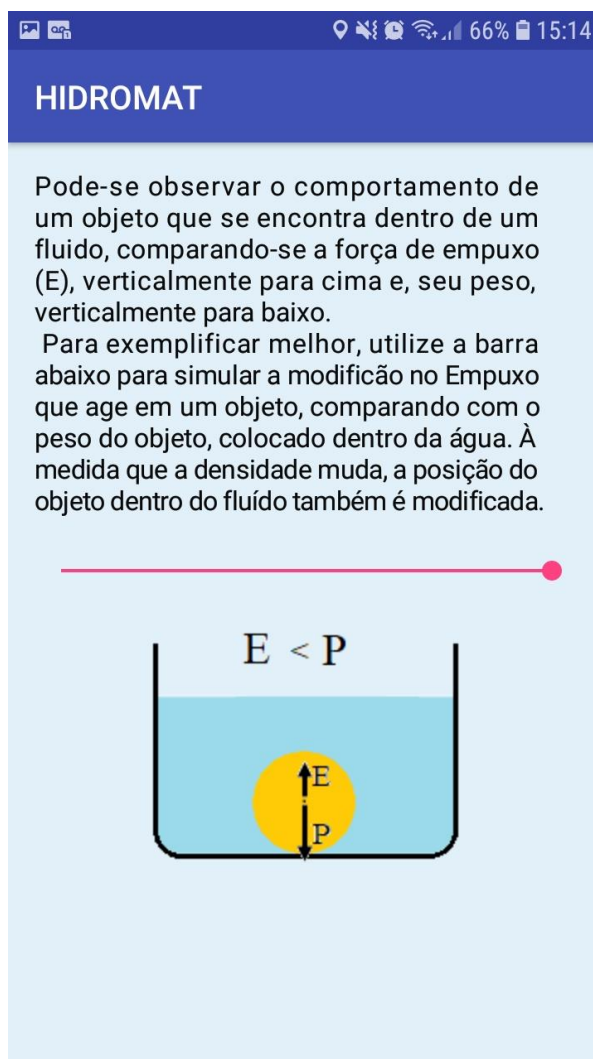
O empuxo surge por causa da diferença de pressão existente entre a parte inferior e superior de um objeto mergulhado em um fluido. A pressão na parte inferior, em virtude da maior profundidade, é maior que a pressão na parte superior, o que resulta no surgimento de uma força vertical para cima, o empuxo.

Fonte: autor, 2019.

Nessa seção do aplicativo, após o usuário concluir a leitura, pode acessar a lista de exercícios, ou caso queira, acessar imediatamente a lista de exercícios, caso já se considere com conhecimento suficiente para a resolução. Como nas demais listas de exercícios, essa também possui a contagem das questões que foram respondidas corretamente.

Nessa parte também há a possibilidade de observação de como um corpo se comporta quanto à variação no empuxo, quando imerso em um fluido, Figura A 16.

Figura A 16: Simulação de variação do Empuxo.



Fonte: autor, 2019.

Outro recurso que o professor pode utilizar com seus alunos é uma tela onde é possível calcular o empuxo e o peso de um corpo quando ele é colocado em um fluido. Essa tela está na Figura A 17.

Figura A 17: Recurso de cálculo do empuxo e do Peso.

HIDROMAT

densidade (kg/m ³)	Volume submerso (m ³)	massa do objeto (kg)
1000	5	7874

CALCULAR EMPUXO

E = 50000.0 N.

P = 78740.0 N.

Na figura abaixo faz-se uma comparação do Empuxo calculado com o peso do objeto colocado em água. Assim é possível determinar se o objeto flutua ou fica submerso na água.

$E < P$

HIDROMAT

(m ³)	(kg)
1000	8.3
	7874

CALCULAR EMPUXO

E = 83000.0 N.

P = 78740.0 N.

Na figura abaixo faz-se uma comparação do Empuxo calculado com o peso do objeto colocado em água. Assim é possível determinar se o objeto flutua ou fica submerso na água.

$E > P$

Fonte: autor, 2019.

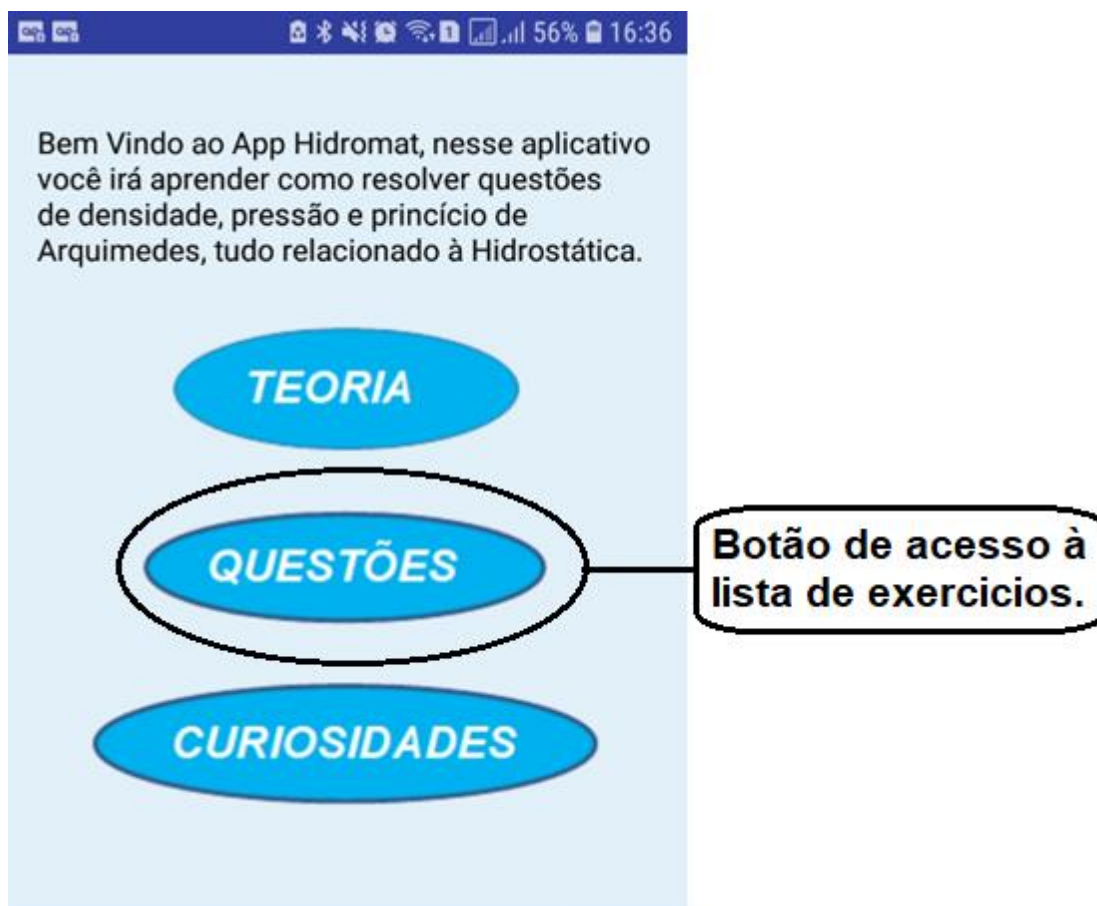
Realiza-se esse cálculo inserindo nos campos destinados, os valores para a densidade do fluido, volume do corpo que se encontra submerso no fluido e a massa do corpo que está na presença do fluido. Ao inserir os valores solicitados e clicar em **CALCULAR EMPUXO**, logo abaixo surge o valor calculado para o empuxo e para o peso do corpo. Surge também uma animação mostrando se o corpo flutua ou não no fluido, para a situação com os valores encontrados no cálculo, Figura A 17.

O professor pode solicitar aos alunos que façam cálculos do empuxo em diferentes situações para que sejam observadas as variáveis que influenciam nas condições de flutuação e submersão de corpos imersos em fluidos.

O segundo menu da tela inicial do aplicativo, Figura A 18, mostra o botão que acessa a lista de exercícios presente no aplicativo. Nessa parte, o professor pode à medida que for ministrando o conteúdo referente ao capítulo, pedir que os alunos

conjuntamente respondam às questões acessadas por esse menu. Vale ressaltar que através desse botão se tem acesso a todas as questões inseridas no aplicativo.

Figura A 18: Segundo menu da tela inicial.



Fonte: autor, 2019.

O último menu da Figura A 5, acessa algumas curiosidades referentes à Hidrostática. Nessa parte há situações que costumam chamar a atenção dos alunos em seu cotidiano. A apresentação dessas situações curiosas é feita em uma lista, com o recurso no Android chamado listview, onde clicando sobre a descrição textual do fenômeno, o aluno obtém a explicação através de uma mensagem que surge na tela e em poucos instantes desaparece da tela. Caso o tempo não seja suficiente para a leitura de toda a explicação, basta clicar novamente sobre o texto com a descrição do fenômeno que a resposta surge quantas vezes for clicando.

CONCLUSÕES

O aplicativo desenvolvido durante essa pesquisa pode ser utilizado em sala de aula pelo professor para auxiliar no processo ensino e aprendizagem. Optando por essa possibilidade, o professor deve planejar como pretende realizar a utilização da ferramenta educacional para que os alunos tenham o melhor proveito do produto educacional. O aplicativo pode também ser utilizado pelo aluno que deseje ampliar seus conhecimentos acerca desses conteúdos ou para estudar o conteúdo pela primeira vez.

Apesar do aplicativo ter sido desenvolvido durante o curso do mestrado (MNPEF), à medida que o aplicativo for utilizado pelo público e forem surgindo sugestões de melhoria, o aplicativo será atualizado, procurando a cada nova versão torná-lo mais atrativo para o usuário.

No futuro pretende-se aumentar a quantidade de assuntos de Física no aplicativo Hidromat de acordo com cada série para que os professores possam aplica-lo em todas as séries do nível médio, assim como também, pretende-se aumentar também a quantidade de botões de ajuda e auxílio ao usuário.

O aplicativo foi criado pelo autor desta dissertação (Francisco de Paulo Vieira Lima), um programador (Francisco das Chagas Soares) com as orientações do orientador (Paulo Henrique Ribeiro Barbosa).

O aplicativo pode ser acessado temporariamente através do endereço <https://1drv.ms/w/s!Akin8SO145sQhpt0Ny-pQiGG268DBA>, onde se encontra o arquivo compactado (apk) que pode ser baixado e instalado direto no Smartphone ou Tablet. Após a defesa da dissertação esse link será desativado e o apk poderá ser acessado pelo banco de dados disponibilizado no site da Sociedade Brasileira de Física, onde há material de todas as dissertações e seus respectivos produtos educacionais já defendidos em todos os polos do Brasil.

APÊNDICE B: QUESTÕES DO PRÉ-TESTE

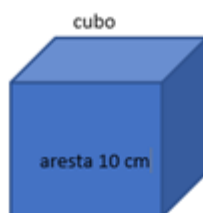
1- Considere um bloco sólido que possui uma massa de 3 kg e densidade absoluta de 5 g/cm^3 . Qual seria seu volume em cm^3 ?

- a) 500cm^3 b) 600cm^3 c) 700cm^3 d) 800cm^3 e) 900cm^3

2- Determine a densidade de uma amostra de uma substância qualquer, sabendo que 1400 gramas dele se distribuem em um volume de 10^2 cm^3 .

- a) 11 g/cm^3 b) $12,5 \text{ g/cm}^3$ c) $13,6 \text{ g/cm}^3$ d) 14 g/cm^3 e) $14,6 \text{ g/cm}^3$

3- Encontre a densidade absoluta um cubo que tem aresta de 10 cm e massa 2 kg.



- a) 1 g/cm^3 b) 2 g/cm^3 c) 3 g/cm^3 d) 4 g/cm^3 e) 5 g/cm^3

4- Imagine a seguinte situação: uma pessoa em pé, apoiada sobre os dois pés em cima de uma superfície plana e horizontal, em seguida ela levanta um dos pés e passa a apoiar-se sobre um único pé. O que aconteceria com a pressão exercida pela pessoa sobre a superfície?

- a) aumentaria quatro vezes mais;
 b) dobraria de valor;
 c) não mudaria de valor;
 d) diminuiria pela metade;
 e) sofreria uma leve alteração;

5- Sobre a área de $0,4 \text{ m}^2$ que é a maior de um elevador hidráulico encontra-se um objeto de massa 200 kg. Então, qual seria a força mínima a ser aplicada sobre a área menor $A_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ para levantar o objeto de 200 kg?

- a) 1 N b) 1,5 N c) 2 N d) 2,5 N e) 3 N

6- Na seguinte situação: uma dona de casa ao não conseguir cortar um pedaço de carne com a faca, pois esta faca encontra-se “cega”, pede ao marido para “amolar” a faca para que possa cortar a carne. Durante esse processo de “amolar” a faca o marido fez realmente foi:

- a) Diminuir a área de superfície da faca que realiza o corte, comumente chamada gume da faca, aumentando assim a pressão exercida pela faca;
 b) Aumentar a área de corte da faca propiciando assim um melhor corte;
 c) Afiar o gume da faca permitindo um melhor corte;
 d) Deixar a área de corte com uma melhor dureza possibilitando melhor corte;
 e) Diminuir a área de corte da faca e diminuindo assim a pressão exercida pela faca.

APÊNDICE C: QUESTÕES DO PÓS-TESTE

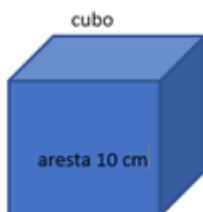
1- Considere um corpo sólido qualquer que possui uma massa de 4 kg e densidade absoluta de 5 g/cm^3 . Qual seria seu volume em cm^3

- a) 500cm^3 b) 600cm^3 c) 700cm^3 d) 800cm^3 e) 900cm^3

2- Determine a densidade de uma amostra de mercúrio, sabendo que 1360 gramas dele se distribuem em um volume de 10^2 cm^3 .

- a) 11 g/cm^3 b) $12,5 \text{ g/cm}^3$ c) $13,6 \text{ g/cm}^3$ d) 14 g/cm^3 e) $14,6 \text{ g/cm}^3$

3- Encontre a densidade absoluta um cubo que tem aresta de 10 cm e massa 4 kg.



- a) 1 g/cm^3 b) 2 g/cm^3 c) 3 g/cm^3 d) 4 g/cm^3 e) 5 g/cm^3

4- Considerando o conceito de pressão, analise a seguinte situação e responda a alternativa correta: Os esquimós ao andarem sobre a neve usam um tipo de sapato bem maior do que usamos cotidianamente nas cidades, isso porque ao usarem estes sapatos maiores eles conseguem:

- a) diminuir o peso de seu corpo e afundam mais na neve;
 b) diminuem pela metade seu peso, pois estão usando um par de sapatos maiores;
 c) diminuir a pressão exercida sobre a neve devida ao aumento da área de apoio, assim afundando menos na neve;
 d) aumentar a superfície de apoio, conseguindo então, se firmar melhor sobre a neve;
 e) Maior aderência, evitando assim que deslizem sobre a neve.

5- Sobre a área de $0,4 \text{ m}^2$ que é a maior de um elevador hidráulico encontra-se uma moto de massa 200 kg. Então, determine qual seria a força mínima a ser aplicada sobre a área menor $A_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ para levantar essa moto de 200 kg?

- a) 1 N b) 1,5 N c) 2 N d) 2,5 N e) 3 N

6- Na seguinte situação: uma dona de casa ao não conseguir cortar um pedaço de carne com a faca, pois esta faca encontra-se “cega”, pede ao marido para “amolar” a faca para que possa cortar a carne. Durante esse processo de “amolar” a faca o marido fez realmente foi:

- a) diminuir a área de superfície da faca que realiza o corte, comumente chamada gume da faca, aumentando assim a pressão exercida pela faca;
 b) aumentar a área de corte da faca propiciando assim um melhor corte;
 c) afiar o gume da faca permitindo um melhor corte;
 d) deixar a área de corte com uma melhor dureza possibilitando melhor corte;
 e) diminuir a área de corte da faca e diminuindo assim a pressão exercida pela faca.

7- Numa manhã de sol no clube, você entra na piscina, e mergulha até uma profundidade de 4 metros. Determine a pressão exercida sobre você na profundidade de 6 metros em atm.

Dados: $d = 1000 \text{ kg/m}^3$; $P_0 = 1 \text{ atm} = 1.105 \text{ Pa}$.

1 atm b) 1,4 atm c) 1,6 atm d) 2,4 atm e) 3 atm

8- Numa situação em que um mergulhador profissional precisa mergulhar até uma profundidade de 40 metros da superfície num lago de água doce, este mergulhador sofre um acréscimo de pressão devido a coluna de água sobre ele. Qual o valor da variação de pressão sentida por ele?

Dado: densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) $4,0 \times 10^2 \text{ N/m}^2$
- b) $4,0 \times 10^3 \text{ N/m}^2$
- c) $4,0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$
- d) $4,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- e) $4,0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

9- Um sistema de vasos comunicantes é o Princípio de funcionamento do elevador hidráulico, sabendo que a gravidade local vale 10 m/s^2 , que a área $A_1 = 0,2 \text{ m}^2$ e $A_2 = 1 \text{ m}^2$ e que sobre a área A_2 é colocado um carro popular que pesa 1000 N , qual o valor da força F_1 sobre a área A_1 para igualar-se a força exercida por esse carro sobre a área 2?

a) 100 N b) 150 c) 200 N d) 250 N e) 300 N

10- Um menino durante uma manhã de Sol no clube comprime uma bola sob a superfície da água na piscina até ela ficar totalmente imersa. A densidade da água é de $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Sendo a gravidade local igual 10 m/s^2 e o raio da bola é de 20 cm.

Adote: $\pi=3$. Qual o empuxo recebido pela bola?

a) 180N b) 200N c)300N d)320N e)350N

APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título "HIDROMAT: aplicativo didático no processo ensino e aprendizagem da hidrostática no Ensino Médio". Meu nome é Francisco de Paulo Vieira Lima, sou o pesquisador responsável e aluno do curso de mestrado profissional em Física, na Universidade Federal do Piauí. Este questionário insere-se no âmbito de uma pesquisa que será realizada com alunos das turmas de segundo ano do ensino médio. Pretendemos analisar o aplicativo com relação à sua contribuição para o aprendizado dos alunos, estrutura e manuseio. O questionário demora cerca de 90 minutos para ser respondido. A sua sinceridade é fundamental para atingirmos o objetivo deste estudo. O questionário é anônimo, os dados preenchidos são confidenciais e apenas serão utilizados pela pesquisa. Não haverá nenhum tipo de pagamento pela participação e será garantido o sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos que tiverem seus dados coletados.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável no telefone (86) 99959-0382 ou pelo e-mail fpvl82@hotmail.com. Dúvidas a respeito da ética aplicada nesta pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí pelo telefone (86) 3237-2332.

Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaboraram o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.