

UFS - UNIVERSIDADE FEDERAL SERGIPE
POSGRAP- Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
NPGEICIMA- Programa de Pós-Graduação em Ensino das
Ciências e Matemática

**O USO DE JOGOS E SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL COMO INSTRUMENTO DE
APRENDIZAGEM: CAMPEONATO DE AVIÕES DE
PAPEL E O ENSINO DE HIDRODINÂMICA**

Ericarla de Jesus Souza

São Cristóvão – SE
Março/2015

UFS - UNIVERSIDADE FEDERAL SERGIPE
POSGRAP -Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
NPGEICIMA-Programa de Pós-Graduação em Ensino das
Ciências e Matemática

O USO DE JOGOS E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO
INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM: CAMPEONATO DE
AVIÕES DE PAPEL E O ENSINO DE HIDRODINÂMICA

Ericarla de Jesus Souza

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Luiz Adolfo de Mello e apresentada à banca examinadora como requisito do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Sergipe.

São Cristóvão – SE
Março/2015

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S729u Souza, Eriarla de Jesus.
O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem : campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica / Eriarla de Jesus Souza ; orientador Luiz Adolfo de Mello. – São Cristóvão, 2015.
146 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)–Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem significativa. 3. Modelagem mental. 4. Jogos. 5. Modellus – Programa de computação. I. Mello, Luiz Adolfo de, orient. II. Título.

CDU: 377.8:532.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA




**“O USO DE JOGOS E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO
INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM: CAMPEONATO DE AVIÕES DE
PAPEL E O ENSINO DE HIDRODINÂMICA.”**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
11 DE MARÇO DE 2015


PROF. DR. LUIZ ADOLFO DE MELLO


PROF. DR. PETRUCIO BARROZO DA SILVA


PROFª. DRª. DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Carlos de Souza e Maria Selma de Jesus Souza, por serem a minha referência de apoio, amor, dedicação, incentivo e exemplo. Vocês foram e sempre serão os meus maiores e melhores professores na escola da vida. E, aos meus grandes irmãos Gabriel e Emerson. A vocês dedico e compartilho todas as minhas conquistas.

Ericarla de Jesus Souza

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo seu amor infinito e por ter me dado a oportunidade de fazer parte desse mundo encantador da busca do conhecimento. Aos meus pais por todo o amor, carinho, cumplicidade e orações. À minha mãe, que sempre torceu para meu melhor. Ao meu pai, que é meu herói e minha fonte inesgotável de inspiração. Sei que eles sofreram juntos e comemoraram juntos cada passo dado por mim. A toda a minha família, irmãos, sobrinha, cunhada, tios e tias e aos meus avós que emanam amor e simplicidade. Em particular a minha tia Ane, por ter me ajudado nas muitas impressões que precisei. Agradeço muito por ter uma família tão unida e forte, que me fortaleceu e me apoiou nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Ao meu grande orientador o Dr. Luiz Adolfo de Mello, pela excelente orientação e por todos os ensinamentos (apesar de me deixar muito louca). Obrigada por sempre me apoiar e por sua paciência comigo, mesmo quando eu chegava em sua sala totalmente desesperada, sempre recebi apoio.

Ao professor Carlos Alberto, por sua ajuda e orientação no desenvolvimento do pré-projeto. Ao corpo docente do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Sergipe por todo ensinamento e dedicação de educadores, em nossos encontros, para processo de construção do conhecimento. Aos meus colegas do mestrado, obrigada a todos pelos momentos compartilhados. À minha equipe do trabalho de Resiliência, por dividirem um dos momentos mais árduos e mais gratificantes desse mestrado. Em particular, à amiga Katia Daltron por todas as palavras de conforto, apoio e por nossos cafés que serviam como momento de desabafo e ajuda mútua.

À família Cri 'Arte por toda compreensão e flexibilidade nos horários e a todos os meus alunos que torceram por mim e compreenderem os meus cansaços, me fazendo relaxar com as nossas aulas.

Obrigada à minha amiga Elisângela Andrade que sempre me motivou e ajudou desde o Ensino Médio. Agradeço também por você ter cedido suas turmas para que eu pudesse desenvolver essa pesquisa. Obrigada de coração!

Agradeço à direção, equipe docente e alunos do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel (**C.E.M.M.M**) e do colégio de Aplicação (**CODAP**), por terem me recebido de braços abertos e aceitado o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao colega *Edgar Santos Teles Jr.* que foi muito útil no auxílio da infraestrutura do colégio Marco Maciel. Aos bolsistas do PIBID que me auxiliaram muito na aplicação da sequência didática.

Não posso deixar de agradecer à Mayane Menezes, minha afilhada-amiga por todo apoio, amizade e cumplicidade. Foram muitas ligações de desespero, muitas noites em claro, muitos cafés no DEL; enfim, por estar ao meu lado nessa batalha.

Aos amigos que suportaram a minha ausência durante esses quase dois anos “isolada e sem convívio social”, só posso dizer meu muito obrigado. Entre esses se encontram a minha amiga Suelayne que nunca desistia dos nossos encontros na sua casa, mesmo com vários desencontros sempre dávamos um jeitinho de um café, um papo para descontrair. À minha amiga Evelyn Paixão (Evynha), amizade que começou nesse período louco da minha vida, obrigada por, apesar de toda a minha ausência, não desistir da nossa amizade, que venham muitos anos de amizade.

Foi muito difícil o caminho, foi árduo, foram muitas noites sem dormir, muitas lágrimas derramadas e a cada dia, vencida o medo de não conseguir! E hoje o que era tão distante se concretiza, mais um sonho se torna realidade. Hoje não sou mais a mesma que entrei nesse curso, forma-se uma pesquisadora que almeja cada vez a busca do conhecimento nesse fascinante mundo da Física. O sonho se realizou e deu lugar a um novo sonho, o do Doutorado. Encerro esses agradecimentos, com a sensação de dever cumprido e cito a frase que a Professora Edinéia Tavares me disse em uma apresentação de um trabalho: “*Você é do tamanho dos seus sonhos*”. E hoje me sinto gigante!

Obrigada meu Deus!

Epígrafe

“...para mim, é impossível existir sem sonho. A vida na sua totalidade me ensinou como grande lição que é impossível assumi-la sem risco”.

(Paulo Freire)

Resumo

O presente estudo realiza uma proposta de se utilizar conjuntamente jogos educacionais, atividades experimentais e simulações computacionais usando o software *Modellus* como técnica de ensino-aprendizagem de conteúdos de Física no ensino médio. Neste trabalho, o conteúdo abordado é o de hidrodinâmica e sua aplicação nos conceitos físicos envolvidos no voo de aviões. A pesquisa foi realizada com a participação de estudantes da segunda série do ensino médio de duas escolas da rede pública. Utilizamos uma sequência didática a partir de um material didático próprio, previamente elaborado a partir de textos disponíveis em diversos meios como sites, livros, artigos etc. Como tema motivador realizou-se um campeonato de avião de papel realizado em dois momentos: no primeiro encontro, dentro da própria escola, e no último encontro em uma disputa entre as duas escolas, realizado na UFS. O referencial teórico se baseia na teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. As avaliações dos conhecimentos prévios dos alunos foram realizadas através de questões como por exemplo, retiradas de vestibulares ou de livros. Reforçava-se o aprendizado do conteúdo através do uso de simulação computacional usando o software *Modellus*. A avaliação das atividades dos alunos foi feita com o uso de jogos didáticos: cruzadinhas, caça palavras e jogos dos sete erros. Realizou-se a avaliação do projeto através da aplicação de questões do tipo concepções alternativas, que era aplicada no início e no final de cada atividade na sequência didática. Os resultados foram avaliados na forma quali-quantitativa, comparando-se o desempenho dos estudantes antes e depois da aplicação da sequência didática. Os resultados indicam que o uso dos jogos educacionais, atividades experimentais e o software se complementam, proporcionando motivação aos alunos, como também, em sua maioria, uma aprendizagem significativa e aumento no interesse pela disciplina de Física.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Modelagem Mental, Jogos, Software *Modellus*, Experimentos.

ABSTRACT

This work presents a proposal to jointly use educational games, experimental activities and computer simulations using the Modellus software in teaching as teaching-learning technique of physics content in general. The content addressed in this work is the hydrodynamics and its application in the physical concepts involved in flying aircraft. The survey was conducted with students of the second year of high school in two public schools. We use a didactic sequence using own teaching materials, whose material was guided by low-cost experiments. We use as a motivating theme a paper airplane championship held in two stages. In the first meeting within the school itself and the last meeting in a dispute between the two schools carried out in the UFS. The theoretical framework is based on the theory of mental models of John Laird and in the theory of meaningful learning of Ausubel, so that the evaluations of previous knowledge of the students were made through evaluation of test type questionnaire. Learning content is reinforced through the use of computer simulation using the software Modellus. The students' evaluation was made with the use of educational games: crosswords, word searches and games of the seven errors. The assessment was carried out by applying questions of the type alternative conceptions, which was applied at the beginning and end of each activity in the instructional sequence. The results were evaluated in qualitative and quantitative way, comparing student performance before and after the application of instructional sequence. The results indicate that the use of educational games, experimental activities and the software complement each other providing motivation to students, as well as, in most cases, meaningful learning and increased in interest in the subject of Physics.

Keywords: Significant Learning, Mental Modeling, Games, Software Modellus, Experiments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo 1 de avião.....	44
Figura 2 - Modelo 2 de avião.....	44
Figura 3 - Modelo 3 de avião.....	44
Figura 4 - Modelo 4 de avião.....	44
Figura 5 - Verificando a terceira lei de Newton.....	46
Figura 6 - Simulação da asa de um avião.....	46
Figura 7 - Construindo um pulverizador – comprovando o Efeito de Bernoulli.....	47
Figura 8 - Visão da tela do simulador de voo usando o software Modellus.....	48
Figura 9 - Visão da tela do simulador de voo de um avião de papel através software Modellus.....	48
Figura 10 - Gráfico da porcentagem total da questão 01 das duas escolas.....	63
Figura 11 - Gráfico da porcentagem total da questão 02 das duas escolas.....	64
Figura 12 - Gráfico do resultado total em forma de porcentagem da questão 03 das duas escolas.....	65
Figura 13 - Gráfico do resultado total em forma de porcentagem da questão 04 das duas escolas.....	66
Figura 14 - Gráfico do resultado total em forma de porcentagem da questão 05 das duas escolas.....	67
Figura 15 - Gráfico do resultado total em forma de porcentagem da questão 06 das duas escolas.....	68
Figura 16 - Gráfico do resultado total em forma de porcentagem da questão 07 das duas escolas.....	69
Figura 17 - Gráfico da porcentagem total da questão 08 das duas escolas.....	70
Figura 18 - Gráfico da porcentagem total da questão 09 das duas escolas.....	71
Figura 19 - Gráfico da porcentagem total da questão 10 das duas escolas.....	72
Figura 20 - Gráfico da porcentagem total da questão 11 das duas escolas.....	73
Figura 21 - Gráfico da porcentagem total da questão 12 das duas escolas.....	74
Figura 22 - Gráfico da porcentagem total da questão 13 das duas escolas.....	75
Figura 23 - Gráfico da porcentagem total da questão 02 sobre o software Modellus da escola A.....	81
Figura 24 - Gráfico da porcentagem total da questão 02 sobre o software Modellus da escola B.....	82

Figura 25 - Gráfico da média dos resultados comparativos do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	88
Figura 26 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 01 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	90
Figura 27 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 02 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	90
Figura 28 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 03 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	91
Figura 29 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 04 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	92
Figura 30 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 05 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	92
Figura 31 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 06 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	93
Figura 32 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 07 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	93
Figura 33 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 08 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	94
Figura 34 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 09 do pré-teste e pós-teste duas escolas.....	94
Figura 35 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 10 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	95
Figura 36 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 11 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	96
Figura 37 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 12 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	96
Figura 38 - Gráfico comparativo dos resultados da questão 13 do pré-teste e pós-teste das duas escolas.....	97
Figura 39 - Gráfico com a porcentagem da quantidade de acertos dos alunos no jogo de Sete Erros.....	98
Figura 40 - Gráfico com a porcentagem da quantidade de palavras encontradas no jogo Caça Palavras.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Resultado do Pré-Teste do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel.....	61
Tabela 02 - Resultado do Pré-Teste do Colégio de Aplicação (CODAP).....	61
Tabela 03 - Justificativa dos alunos da escola A para a questão 02.....	81
Tabela 04 - Justificativa dos alunos da escola B para a questão 02.....	82
Tabela 05 - Resultados comparativos do Pré-testes e Pós-Teste do C.E.M.M.M.....	88
Tabela 06 - Resultados comparativos do Pré-testes e Pós-Teste do CODAP.....	89

LISTA DE SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

C.E.M.M.M. – Centro de Excelência Ministro Marco Maciel

CESAD – Centro de Educação Superior a Distância

CODAP – Colégio de Aplicação da UFS (Universidade Federal de Sergipe)

EAD – Educação à Distância

EDUC@R – Projeto da UFSC

FAI – Física Auto-institiva

GEF – Grupo de Ensino de Física

GREF – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física

HARVARD – Project Physics Course

LADEF – Laboratório Didático para o ensino da Física

PEF – Projeto de Ensino de Física

PIBID – Programa Institucional de Bolsa à Iniciação a Docência

PROFIS – Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física

PROLICEN – Programa de Licenciatura

PSSS – Physical Science Study Committee

RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1- JOGOS, EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÕES NO ENSINO.....	19
1.1-O uso das tecnologias em sala de aula.....	20
1.2- O ensino de Física versus Novas Tecnologias.....	22
1.3- Simulações Computacionais	23
1.4-O Software <i>Modellus</i>	24
1.5-Jogos Didáticos.....	28
1.5.1- Ensino de Física e os jogos Didáticos.....	30
1.5.2-O uso dos jogos como instrumentos de aprendizagem.....	32
1.5.3 – Uso de Jogos como instrumentos de avaliação	32
1.6 – A Experimentação no Ensino de Física	33
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	35
2.1- Aprendizagem Significativa.....	35
2.2 -Modelos Mentais.....	36
2.3 -Concepções Prévias e Alternativas.....	37
CAPÍTULO 3 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	40
3.1-Uma breve Fundamentação teórica do voo de um avião.....	40
3.2- Oficina de Aviões de Papel.....	43
3.3-Material apostilado (hidrodinâmica).....	44
3.3.1-Atividade Experimental I: Corre-corre e anota.....	45
3.3.2-Atividade Experimental II: Ação e reação.....	45
3.3.3-Atividade Experimental III: Simulando uma asa de avião.....	46
3.3.4-Atividade Experimental IV: Comprovando o Efeito de Bernoulli.....	46
3.4- Simulação no Software <i>Modellus</i>	47
3.5-Jogos Avaliativos.....	48
3.5.1- Cruzadinha da Física.....	48
3.5.2-Jogo dos Sete Erros e Caça- Palavras.....	49
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.....	50
4.1-Objeto de Estudo.....	51
4.2-Delineamento e Amostra.....	52
4.3-Instrumentos de Coletas de Dados.....	53
4.3.1- Teste de Múltiplas Escolhas.....	54
4.3.2 - Questionário Investigativo.....	54
4.3.3 - Questionário sobre o software <i>Modellus</i>	55
4.3.4 – Coleta de Opiniões.....	55
4.3.5 – Notas de Observação de Campo.....	55

4.3.6– Jogos Didáticos.....	55
4.4- Procedimentos.....	56
 CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	 59
5.1- Desempenho dos alunos no Pré-Teste.....	60
5.2- Análise do Questionário do tipo investigativo.....	75
5.3- Desempenho dos alunos na Cruzada da Física.....	78
5.4- Opiniões sobre os Procedimentos Experimentais do material Apostilado.....	78
5.5- Resultado do Questionário sobre o software <i>Modellus</i>	79
5.6- Opiniões sobre A Oficina de Aviões de Papel.....	85
5.7- Desempenho dos alunos no Pós-Teste.....	87
5.8- Desempenho dos alunos no Jogo do Sete Erros e Caça Palavras.....	98
 CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES	 100
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 102
 ANEXOS.....	 113
ANEXO 01-.....	114
ANEXO 02-.....	116
 APÊNDICES.....	 120
APÊNDICE A-.....	121
APÊNDICE B-.....	122
APÊNDICE C-.....	134
APÊNDICE D-.....	135
APÊNDICE E-.....	136
APÊNDICE F-.....	137
APÊNDICE G-.....	138
APÊNDICE H-.....	141
APÊNDICE I-.....	145

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma realidade digital, na qual nossos alunos dedicam uma grande parte do seu tempo usando a internet. Essa geração digital está sempre ligada e conectada com redes sociais e jogos eletrônicos, seja por uso de computadores, notebooks, aparelhos celulares, Ipad, ou outros meios. Essa conexão acontece em qualquer momento e lugar, de modo que as atenções dos nossos alunos estão todas voltadas para o mundo virtual-digital. Os avanços tecnológicos crescem em ritmo acelerado e os nossos jovens usam seus potenciais e capacidades para acompanhar e utilizar das modernidades tecnológicas como ação primordial do seu dia a dia. Ao contrário de alguns professores que relutam em incorporar essas tecnologias na sua prática de ensino.

Em contrapartida ao avanço tecnológico, encontramos uma realidade, diferente vivenciada em grande parte pelos professores em sala de aula. Os professores, muitas vezes, não utilizam recursos digitais, e se o fazem, o fazem de maneira inadequada. Podemos verificar no site da Secretaria de Estado da Educação de Sergipe que 31 das escolas que ofertam o Ensino Médio, somente 17 dessas escolas Estaduais possuem laboratório de Ciências e Laboratório de Informática, e 8 escolas do Ensino Médio só apresentam laboratório de Informática. Muitos desses laboratórios experimentais e de informática estão sucateados e/ou são usados como depósitos. Por esta razão, apesar de muitas escolas estarem equipadas com laboratórios, a maioria das aulas de Física continua sendo expositiva; fato este que pode estar relacionado com os procedimentos de ensino ainda utilizados pelos professores.

Algumas das realidades encontradas no ensino de Física nas turmas de Ensino Médio, como, por exemplo, falta de atividades experimentais, pouco ou nenhum aproveitamento do computador como recurso didático, podem contribuir com o fato dos estudantes acharem que as teorias ministradas nas aulas sejam muito distantes da realidade vivenciada por eles. Assim, possivelmente, essas são as causas da falta de motivação dos alunos com a disciplina de Física e, consequentemente, do baixo rendimento escolar.

Alguns autores, como Conceição (2011), Barros et al. (2004), defendem que isso contribui para uma geração de alunos desinteressados e com baixo rendimento escolar, que não sabem explicar nem entender o cientificismo da tecnologia que os cercam.

Portanto, autores como Araujo et al. (2002), Borcelli e Costa (2008) defendem que a contextualização do conteúdo, a utilização de jogos e de softwares educativos adequados podem contribuir com o processo de ensino aprendizagem.

Os projetos de ensino de física dinamizaram a educação ao criar e colocar em prática a ideia que a produção de material pedagógico de bom nível, tais como livros textos, textos paradidáticos, kits de experiências e vídeos aulas, acompanhados pelo devido treinamento dos professores engajados no projeto, conseguiria atrair mais estudantes para as carreiras científicas, mais especificamente para as ciências exatas. Ao navegar pela internet nos deparamos com uma grande variedade de sites institucionais, de empresas privadas, de escolas e pessoais, que estão produzindo e ofertando esses tipos de materiais (PEF; EDUC@r; GEF; GREF; FAI; Ciência à mão; LADEF; RIVED; Prolicen). Devido às novas características da web e pelo avanço na tecnologia dos computadores e linguagem de programação, além dos materiais citados acima, encontramos na web applets de ensino, simulações, softwares de ensino, e-livros, e-laboratórios e outros materiais.

Ao observar os materiais encontrados, passamos a discutir quais seriam as práticas pedagógicas e as experiências institucionais que poderiam nos guiar na elaboração e execução de uma dissertação em ensino de física que se adequasse a esse propósito. Fomos buscar nos projetos de ensino de física como os de, Moreira (1999), Gaspar (2002), Perine et al. (2009), Harvard Project, Garcia (1970), Fename (1980) e nos cursos de instrumentação para o ensino de física um modelo de sequência didática factível para ser aplicado em sala de aula.

Diante das realidades apresentadas, questiona-se como realizar a tarefa de ensinar física de forma mais conceitual e experimental, com menos enfoque em teorias e formulações matemáticas e, ao mesmo tempo, realizar a conexão entre esta disciplina e a história do desenvolvimento científico de nossa sociedade?

Nesse mesmo viés, analisar se a aplicação de uma sequência didática seguida de experimentos com utilização do software *Modellus* e a realização de uma oficina possibilitaria ao aluno do segundo ano do Ensino Médio compreender os conceitos de Hidrodinâmica e teorias Físicas aplicadas em um voo de avião, como também despertar nos alunos o interesse nesta disciplina e seu aprendizado.

A proposta desse trabalho parte da busca por um ensino que visasse produzir atividades experimentais de baixo custo, utilizasse simulações e animações virtuais e

apostilas de apoio didático a este material. Deixamos a possibilidade de se produzir vídeos aulas e materiais mais elaborados para uma etapa futura.

Através de uma pesquisa bibliográfica nos deparamos com uma proposta para um produto educacional desenvolvido pelo professor Mendes (2009) sobre o uso de atividades experimentais e simulações no ensino de Física. Chamou-nos a atenção, que apesar deste produto ser muito bom, o projeto ter ficado incompleto e merecer futuro desenvolvimento. Assim, a partir deste projeto inicial, desenvolvemos o nosso trabalho de pesquisa. Também nos deparamos com vários materiais de divulgação sobre o tema “A Física do voo do avião”. A partir do trabalho “A Física do voo do Avião na Sala de Aula” dos professores Studart e Dahmen (2006) e do trabalho de TCC intitulado “Avião de Papel” do estudante Pereira (2012), percebemos o potencial de se fazer uma sequência didática usando esse tema como recurso didático.

Para a sequência didática, escolhemos o conteúdo de Hidrodinâmica, por este explicar o voo do avião. Logo, o nosso objetivo foi analisar as teorias Físicas envolvidas em um voo de um avião, utilizando uma simulação do software Modellus, a realização de oficinas de aviões de papel e o uso de jogos no ambiente escolar no estudo da Hidrodinâmica. Elaboramos também um material de apoio para ser aplicado em forma de sequência didática nas turmas do segundo ano do Ensino Médio. Escolhemos esses alunos pois, teoricamente, eles tiveram contato no ano anterior com os conceitos, leis e teorias da Mecânica.

O desenvolvimento do produto educacional ou sequência didática teve o intuito de ajudar e complementar as aulas expositivas dos professores, no sentido de motivá-los a realizar atividades experimentais e simulações. Portanto, os objetivos que configuram a realização dessa pesquisa são: a) verificar se a introdução de uma atividade lúdica com aviões de papel se caracterizaria como uma ação motivadora ao aprendizado do conteúdo Hidrodinâmica; b) se o material apostilado confeccionado aplicado em forma de sequência didática resultaria em uma aprendizagem significativa, c) que atividades experimentais do conteúdo Hidrodinâmica a partir da Física do voo de um avião e o uso de um simulador de voo usando o software Modellus resultariam em um reforço e fixação dos conceitos ministrados na perspectiva de uma aprendizagem significativa; d) o uso de jogos como técnica de avaliação de uma sequência didática.

O trabalho está dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo diz respeito a Experimentos, Jogos e Simulações, ou seja, as tecnologias educacionais que foram utilizadas nessa pesquisa, trazem aspectos teóricos e citações de alguns trabalhos

publicados nessa área. Foram abordados temas como ensino de Física e as novas tecnologias, simulações e jogos didáticos. O capítulo dois contém o referencial teórico, o qual aborda aprendizagem significativa, modelos mentais e concepções alternativas. O terceiro capítulo retrata a sequência didática, detalhes do passo a passo da coleta de dados juntamente com o objetivo de material utilizado. O quarto capítulo é destinado à Metodologia, onde especificamos o objeto de estudo, delineamos os instrumentos de Coletas de Dados e explicamos a escolha das escolas. No quinto capítulo apresentamos as análises e discussões dos dados obtidos com os questionários, jogos didáticos e experimentos aplicados. O capítulo seis é o último e diz respeito às considerações finais, abordando também a importância da continuidade desta pesquisa.

Esse texto acompanha um CD ROM como material de encarte. No qual estamos disponibilizando o material produzido, coletado e os textos sobre aviões que serviram como ponto de partida para nossos estudos. Podemos encontrar neste CD, fotos, vídeos, material apostilado, entre outros. Disponibilizamos também um tutorial de como instalar o Software Modellus e os slides utilizados nas apresentações realizadas em sala. Objetivamos entregar esse material digital, nas duas escolas em que aplicamos este projeto, para que consigam, se possível, dar continuidade a esse projeto, bem como divulgar os resultados encontrados na pesquisa.

Capítulo 1 - JOGOS, EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÕES NO ENSINO

Vários autores como Giordam (2005), Maia (2004), Silva e Zanon (2000) e Pietrocola, (1999) apontam para o fato que o uso das Tecnologias são essenciais no processo ensino aprendizagem, tanto presenciais, semipresenciais, como a distância. Pois a sociedade, em geral, foi invadida por vários equipamentos eletrônicos, como Smartphones, TV digital interativa, Ipad e etc. O surgimento de novas tecnologias incrementa o mercado, prometendo facilitar nossa vida e, isso, certamente, gera um questionamento sobre o uso das mesmas nas escolas. A incorporação das Tecnologias no contexto escolar deve proporcionar aos estudantes essas novas situações de aprendizagem bem como aos professores. Um dos principais ganhos da atual revolução técnico-científica é o desenvolvimento da tecnologia eletrônica, principalmente a computação e a informática.

Silva e Silva (2008) ressaltam que no início do século XX o telefone e o telégrafo deram os primeiros passos no desenvolvimento dos meios de comunicação e eram os mais importantes e avançados de que a humanidade dispunha. Atualmente, a invenção dos chips, dos microprocessadores, das fibras óticas e satélites imprimiram a essa realidade uma nova fase, permitindo que a produção do conhecimento pudesse ser feita em escala exponencial e com a participação de múltiplos e variados autores. Com essas novas Tecnologias, as interligações estabelecidas sob a forma de redes ampliaram e permitiram que a disseminação do conhecimento pudesse ocorrer por meio de uma obra coletiva.

Araújo et al. (2004) destacam que dentre as várias possibilidades de uso da informática no ensino da física estão a simulação, utilização de vídeos e modelagem computacional. Juntas possibilitam um enriquecimento do aprendizado, levando os estudantes a trabalhar no processo de construção e análise do conhecimento.

Os termos tecnologias aplicadas ao ensino ou mesmo ferramentas tecnológicas referem-se fundamentalmente aos meios instrucionais baseados nos recentes avanços computacionais interativos, como o vídeo laser, CD-ROM, hipertextos, hipermídia, E-mail, simuladores, periódicos eletrônicos, bibliotecas virtuais, Ambientes Virtuais de Aprendizagem e etc. Para a educação isso não é mais visto como um modismo, mas sim como algo essencial para formar cidadãos para integrarem na sociedade atual.

1.1 - O uso das tecnologias em sala de aula

Segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1980), a disciplina de Física, como outras, necessita que os alunos façam ligações entre conhecimentos pré-aprendidos e as ideias novas que serão ensinadas, para que possam construir uma relação lógica entre os conteúdos ministrados no processo ensino-aprendizagem. Por exemplo, na Física é desejável que estes consigam relacionar os conhecimentos de cinemática, dinâmica com aplicações do cotidiano com por exemplo o esporte, a radiação com a medicina ou simplesmente como relacionar sustentabilidade com a Física. São temas do cotidiano dos alunos que muitas vezes passam despercebidos e sem conexão com os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Os alunos precisam conhecer as teorias da Física, como também suas aplicações e importância para a tecnologia e, para isso, o professor necessita estimular o aluno. Com exemplos do cotidiano como forma de comunicação eficiente e eficaz (fatores afetivo-sociais) – fatores internos para aprendizagem significativa e, além disso, a necessidade do docente construir material instrucional potencialmente significativo e agregar ambientes propícios à aprendizagem. O docente necessita trabalhar o processo ensino-aprendizagem de tal forma que faça o aluno aproximar seu mundo virtual do cotidiano do mundo real, pois, assim os deixarão motivados e aprendizagem significativa possa acontecer.

O uso do computador, por exemplo, tem crescido aceleradamente com os avanços das tecnologias nas últimas décadas. Com isso fica cada vez mais necessário inseri-lo no contexto de sala de aula; muitas escolas já buscam essa evolução criando unidades como laboratórios de informática com acesso à internet. O computador deve ser inserido como uma ferramenta de ensino, assim como o livro didático, apostilas entre outros. Um fator de preocupação e debate deve ser a maneira de como essa ferramenta é utilizada, pois deve servir como uma forma de complemento na sala de aula, não como o fim da interação professor - aluno.

Rezende (2002) ao discutir o uso do computador sob um enfoque construtivista destaca algumas das características que potencializam o uso das ferramentas computacionais aplicadas ao ensino. As principais características das novas tecnologias da informação e da comunicação presentes na elaboração de materiais didáticos e projetos fundamentados na abordagem construtivista seriam: a possibilidade de

interatividade; simulação de aspectos da realidade; interação a distância e possibilidade de armazenamento e organização de informações representadas de várias formas, tais como textos, vídeos, áudios, possível nos bancos de dados eletrônicos e sistemas multimídia.

Mediante as perspectivas citadas os recursos tecnológicos quando usados corretamente podem transformar o conteúdo em uma forma de conhecimento amplo e atraente para o aluno, pois deve ter caráter interativo e dinâmico. Alguns autores classificam tópicos de possibilidades de usos da Informática na Educação em geral, e em particular no ensino. Valente (1993) classifica os usos do computador na Educação, em dois pontos. **1** – Máquina de ensinar, com raízes nas instruções programadas tradicionais que se classificam como tutoriais ou exercício-e-prática. Também se inclui os jogos educacionais e a simulação. **2** – Uso de linguagem computacional (LOGO, basic, pascal) ou mesmo o processador de texto. Para ele se tem o computador como ferramenta (o que inclui aplicativos como processador de texto ou planilha eletrônica, utilizáveis pelo aluno ou pelo professor), como auxiliar na resolução de problemas, na produção de música, no controle de processos (coleta de dados) ou como comunicador (e-mail, sintetizadores de voz para cegos).

Rosa (1995) trabalha especificamente com aplicação no ensino de Física, e classifica os possíveis usos do computador da seguinte forma: Coleta e análise de dados em tempo real (laboratório), simulação de fenômenos físicos (estática ou dinâmica); instrução assistida por computador (virador de páginas, máquinas de ensinar skinnerianas), administração escolar (controle de notas, banco de questões) e estudo de processos cognitivos (LOGO).

Oliveira (1997) faz a classificação entre quatro possibilidades: Instrução programada, Simulações, Aprendizagem por descoberta, Pacotes Integrados (aplicativos). Este autor, destaca como usos de maior potencial as simulações (como complemento a experimentos de laboratório, e não como substituto a eles) e o uso de aplicativos. Considera que o uso do computador na realização de instruções programadas ou tutoriais não representa nenhum avanço pedagógico, apesar de apresentar um conteúdo motivacional, quando comparado a uma atividade semelhante feita sem o computador.

Podemos perceber a grande importância do uso do computador para o ensino como ferramenta complementar, isso contribui para que os estudantes possam compreender conceitos e modelos matemáticos de um modelo Física.

1.2 - O ensino de Física x Novas Tecnologias

Atualmente o ensino de Física está norteado de novas propostas didáticas envolvendo o uso das tecnologias e o uso do computador. Como por exemplo, simulações computacionais, animações em vídeos, laboratórios digitais entre outros. Dentre essas tecnologias, se encontram os softwares de modelagem, o qual faz uma representação da linguagem matemática de um determinado evento físico em forma de gráfico, tabelas e animações. Para Veit e Teodoro (2002), a modelagem no ensino de Física é de importante valia no processo ensino-aprendizagem, já que serve para melhorar a construção do conhecimento científico, além de desmistificar a imagem de que a Física é uma disciplina difícil.

Dessa forma, cada vez mais são desenvolvidos softwares educacionais voltados à modelagem, com o intuito de auxiliar no aprendizado da Física por parte dos estudantes. Podemos citar como exemplo no ensino de Física o uso de alguns softwares como: *Modellus*, *Stella*, *PowerSim*, *VideoPoint*, *Dynamo*, entre outros. A utilização destes é de grande relevância se considerarmos os avanços tecnológicos que crescem em ritmo acelerado e a facilidade de interação dos nossos alunos com essas modernizações como os jogos eletrônicos, as redes sociais, aparelhos como Ipad, tablete, celulares com android, etc. Os estudantes usam seus potenciais e capacidades para acompanhar e utilizar essas tecnologias como ação primordial do seu dia a dia. E o professor tem que gerenciar essa disputa de atenção em sala de aula destes entre a tecnologia e os conteúdos programáticos. Por isso é desejável que o professor faça essa ligação entre a tecnologia e os conteúdos curriculares a serem ensinados.

Dentre os softwares citados, o Modellus possui uma particularidade no que diz respeito ao seu manuseio, pois não necessita possuir um elevado conhecimento de linguagem computacional, facilitando assim a utilização desse programa no ensino médio. Outro fator que devemos considerar são as limitações de interações com o modelo, muitos dos outros softwares são simuladores em forma de animação, onde o aluno não pode interferir no sistema.

Cenne e Teixeira (2007) trazem um relato de uma experiência didática envolvendo tecnologias computacionais como recurso complementar as aulas de Física no ensino de Física térmica, utilizando modelagem computacional no Modellus e Excel.

Mendes e Almeida (2012) apresentam um trabalho em uma abordagem do processo de ensino e aprendizagem visando integrar conteúdo de Física com o auxílio da informática, funcionando como ferramenta facilitadora deste processo. Eles utilizaram o *software* Modellus nas aulas de Física dos alunos do Ensino Básico, ingressantes no curso Técnico na modalidade Integrada do Instituto Federal do Amapá (IFAP).

Fiolhais e Trindade (2003) alertam para a necessidade da implantação de “técnicas” de instruções atraentes que coloquem a ênfase na compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais, salientando o papel do computador quando afirmam que “a utilização de software apropriado, pode facilitar o ensino” (p.260). Park e Slykhuis (2006) consideram também que os alunos aprendem melhor a Física quando estão envolvidos em tarefas práticas e, sobretudo cognitivas, mas alertam que deve ser a tecnologia a adaptar-se ao currículo e não o oposto. Costa e Viseu (2008) consideram que as novas tecnologias e as estratégias inovadoras resultam em maior envolvimento dos alunos e um melhor desempenho escolar.

1.3 - Simulações Computacionais

A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos - numéricos e/ou algébricos - deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas.

Entendemos a modelagem computacional aplicada à Física como a modelagem esquemática de Halloun (1996), acrescida do uso do computador. Essencialmente, há dois tipos de atividades de modelagem, as exploratórias e as expressivas. Nas exploratórias, o aluno recebe um modelo computacional pronto, devendo explorá-lo através de cursores, ou inserindo valores iniciais para variáveis, alterando parâmetros e, até mesmo, modificando o modelo matemático ou icônico que dá origem ao modelo computacional. No modo expressivo, os alunos devem construir o modelo desde sua estrutura matemática ou icônica até a análise dos resultados gerados por ele. Neste modo, os cinco estágios da modelagem esquemática são transpostos, ainda que muitas vezes sem a devida consciência por parte do aluno. Todas as linguagens de programação

e muitos softwares computacionais podem ser considerados como ferramentas para modelagem computacional.

Dentre as linguagens de programação, VisualBasic, Delphi e C++ ainda são as mais populares. LOGO - mais recentemente SuperLogo - foi desenvolvida especialmente com fins educacionais e há material disponível inclusive em português (Conceição, 2005). Java apresenta a vantagem de rodar em qualquer sistema operacional na rede e o Easy Java Simulations, desenvolvido por Esquembre (2005), facilita a construção de modelos computacionais em Java.

Pode-se, também, a partir do JavaScript, incorporar farto material livremente disponível em JAVA na rede, dentre os quais o mais completo e versátil é o conjunto de aplicativos para Física do tipo applets (Physlets®) desenvolvidos no DAVIDSON COLLEGE (VEIT, 2005).

Por mais encantadoras que possam parecer às simulações computacionais, com suas cores, movimentos e sons, é preciso levar em conta que elas não são, provavelmente, a via de acesso principal para os raciocínios não verbais. Os movimentos corporais, o tato, a manipulação de objetos reais, as construções de relacionamentos no mundo físico estão também entre os seus principais fundamentos. O problema é que, na Educação tradicional, os sentidos têm desempenhado um papel secundário após o jardim da infância (Healy, 1999).

1.4 - O Software MODELLUS

Vários autores desenvolveram trabalhos utilizando o software Modellus como ferramenta de modelagem matemática para problemas em física. Temos por exemplo, temos os trabalhos de Araújo e Veit (2008), Neves e Teodoro (2009), Greca e Moreira (2003) e Teodoro (2002). Estes trabalhos apresentam simulações para diferentes conteúdos físicos como queda livre, eletromagnetismo, análises de gráficos de cinemática, lançamento oblíquo, entre outros. Os seus resultados apontam para a vantagem do uso dessas modelagens na forma de complementar o método tradicional de ensino (Araújo e Veit, 2008; Jimoyiannis e Komis, 2001).

Modellus foi criado por V. D. TEODORO como um ambiente computacional que permite a construção e simulação de fenômenos físicos e matemáticos usando equações matemáticas. Desta forma o utilizador (o aluno) constroa para o problema

físico o modelo matemático e sua representação gráfica, e o Modellus faz a simulação computacional deste modelo matemático (Araújo, Veit e Moreira, pg. 179-184, 2004).

O Modellus é um software que permite aos alunos e professores de Matemática, Física e Química realizarem experiências a partir de modelos matemáticos, mudanças de variáveis, interpretações gráficas, construir animações, criar exercícios, fazer experimentos conceituais, entre outros. Foi desenvolvido de modo que não necessita de um domínio de uma linguagem computacional específica para *softwares*. É um software livre e está disponível na Internet de forma gratuita, requer apenas a instalação prévia do Java (Teodoro, Vieira e Clérigo, 1997).

Becerra (2005) considera que o Modellus permite fazer a conexão entre o gráfico, a equação e o evento físico, deixando o professor avaliar o grau de compreensão através da discussão entre pares e do desempenho do aluno durante a simulação. Araújo e Veit (2008) salientam como pontos fortes do Modellus o aspecto da interação com os objetos e a simultaneidade do traçado dos gráficos.

O Modellus permite ao usuário escrever modelos matemáticos, expressos como funções e/ou equações diferenciais. Com isso pode-se tratar o mesmo problema com o ferramental matemático universitário ou do ensino médio. Pode-se alterar os valores iniciais na execução do modelo, analisando o comportamento da equação através de gráficos e tabelas paralelamente, como é mostrado na figura 1. Além disso, com o *software* ainda pode-se escrever pequenos textos (fazer documentação no próprio modelo) na janela de notas. Pode-se utilizar imagens quaisquer salvas no computador de modo a variar a qualidade visual da modelagem e testar as ideias de Johnson-Laird.

Teodoro (1998) cita alguns aspectos da ferramenta computacional Modellus e discute as condições que são necessárias para um bom uso deste software. Em primeira estância o autor define o conceito de modelo como uma representação simplificada de um sistema, não objetivando representar todas as características do mesmo.

Teodoro (1998) ainda analisa as potencialidades do software Modellus. Do ponto de vista computacional, o programa deve ser visto como um micromundo no computador para uso tanto pelos estudantes quanto pelos professores, não sendo necessária uma linguagem específica. Do ponto de vista educacional, ele incorpora os modos expressivos quanto ao modo exploratório das atividades de aprendizagem (Bliss Ogborn e Teodoro, 1998).

O *Modellus* possui dois tipos de atividades de modelagem: as exploratórias e as expressivas. Nas exploratórias, o aluno recebe a simulação pronta e apenas faz análises das grandezas envolvidas no evento físico. No modo expressivo, os discentes possuem a liberdade de construir sua própria animação, criam problemas e as diversas formas para representar um mesmo problema, analisam os resultados gerados por ele, facilitando o ensino aprendizagem e quebrando as barreiras existentes entre a física e os alunos. Sob o ponto de vista educacional, *Modellus* possibilita tanto o aprender fazendo quanto o aprender explorando, já que tanto o aprendiz pode construir seus próprios modelos, de um modo muito direto, insistimos se valendo do simbolismo matemático como usualmente e manuscrito, assim como pode explorar modelos feitos pelo professor ou por outros (Veit, Teodoro; 2002; pág. 93).

Pesquisamos um total de 48 publicações do uso do software *Modellus* como ferramenta facilitadora no ensino de física entre o período de 2002 a 2012. Podemos perceber que a maior parte das publicações encontradas foram artigos em anais de eventos e revistas, pesquisadas no GOOGLE acadêmico, revista brasileira de ensino de física e na página da Universidade de Lisboa e no portal da CAPES.

Santos, Alves e Moret (2006) utilizaram o *Modellus* em sua pesquisa como ferramenta cognitiva mediadora na disciplina Física, aplicada nas três séries do ensino médio de uma escola pública na cidade de Salvador (Bahia, Brasil). Com a atividade, alunos puderam: visualizar e interpretar gráficos; observar as trajetórias dos movimentos; analisar vetorialmente as simulações; interpretar matematicamente as representações gráficas, analíticas e analógicas; e analisar as relações entre as grandezas. Após analisar um questionário proposto para os alunos responderem sobre o uso do *Modellus* e outras questões sobre o ensino de Física, os resultados apontaram que a utilização do *software* obteve uma aceitação de mais de 90% entre os alunos entrevistados. Logo, os autores concluíram que “o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, contextualizados com a educação em ciências, se torna uma linguagem de fácil entendimento para alunos do ensino médio e objeto facilitador aos professores” (Santos, Alves, Moret; 2006; pág. 63).

Mello, Mello e Souza (2013) relatam suas experiências na elaboração de um tutorial para o software de ensino *Modellus* e sua aplicação em um minicurso e em um curso de aperfeiçoamento de professores do ensino básico de Sergipe. O tutorial foi elaborado inicialmente para os alunos de licenciatura do curso de Física da UFS, e mais tarde aperfeiçoado para atender as necessidades de um curso de formação de professores

do curso de EAD do CESAD UFS. Os resultados encontrados afirmaram que a ferramenta auxilia muito na visualização dos problemas de Física, e que após o seu uso é possível resolver situações nos enunciados no ensino da Física de forma prazerosa. Os alunos/professores do EAD afirmaram que a ferramenta auxilia muito na visualização dos problemas de física, e que após o seu uso eles passaram a perceber, ‘enxergar’, o que os problemas de Física estavam abordando. Que as expressões ditas no popular como ‘coisas da física’ ficaram mais ‘tangíveis’ e até prazerosa.

Araujo, Moreira e Veit (2002), investigaram o desempenho de estudantes quando expostos a atividades complementares de modelagem computacional na aprendizagem de Física, utilizando o Modellus na interpretação de gráficos da cinemática. Os resultados mostraram que houve melhoras significativas no desempenho dos alunos do grupo experimental, quando comparado aos estudantes do grupo de controle submetidos apenas ao método tradicional de ensino.

Honor (2009) utilizou uma simulação no Modellus de movimento oblíquo com o objetivo de aproximar os conceitos físicos estudados em sala de aula da realidade do dia-a-dia dos alunos. Os resultados mostram uma aceitação acima de 80% entre os alunos pesquisados. Assim, conclui-se que o uso de simulação, contextualizada dentro de uma realidade, pode tornar os conteúdos de Física mais acessíveis e menos abstratos. Nesse contexto, menciona que o instrumento pedagógico da simulação de fenômenos físicos é uma ferramenta pedagógica facilitadora no processo de ensino-aprendizagem.

Oliveira (2009) utilizaram o Modellus procurando estabelecer conflitos cognitivos com relação às concepções prévias dos estudantes sobre formação de imagens em espelhos côncavos e propiciar situações de aprendizagem com a ação do aprendiz. Com as simulações construídas no Modellus, concluímos que o software pode ser uma ferramenta computacional pedagógica capaz de mediar o ensino e aprendizagem da Física, que promove a interatividade do aluno com o objeto de conhecimento produzido, como forma de construção de uma aprendizagem significativa, desde que a simulação ou a modelagem feita no programa seja direcionada para atingir as concepções dos estudantes e acompanhadas pelo professor orientando a interpretação e a construção do conhecimento do aluno.

Mendes (2009) realiza uma pesquisa sobre a integração entre teoria, simulação computacional com o software Modellus e atividades experimentais, em tópicos de mecânica. Os resultados indicam que a combinação das atividades experimentais e simulações computacionais como forma complementar do ensino tradicional

mostraram-se mais efetivos no processo de aprendizagem, proporcionando uma evolução conceitual e o aumento nas curiosidades e motivação dos estudantes.

Machado e Costa (2009) analisam a contribuição do uso do computador com o *software Modellus* e seu auxílio para o processo de ensino da FÍSICA. Constatou-se que o uso de *software* educacional de simulação e modelagem pode ser utilizado como um recurso que apresenta grande viabilidade no processo de ensino aprendizagem, permitindo que os alunos analisem fenômenos físicos e desenvolvam conceitos matemáticos.

Medeiros e Medeiros (2002) aborda a importância das animações e das simulações no ensino da Física. Apontam a importância de não se concentrar o ensino da Física exclusivamente na veiculação de informações, mas de ter-se em mente a construção do conhecimento em um contexto mais amplo que englobe os conteúdos e os seus processos de construção.

Percebemos que os trabalhos publicados referentes ao uso do software *Modellus* como ferramenta facilitadora do Ensino de Física contribui com o ensino aprendizagem da física. Logo o uso da simulação computacional possibilita uma interação maior entre os alunos e os conteúdos físicos. É importante salientar que o uso do *Modellus* deve ser mediado nas aulas teóricas, devemos considerar fato fundamental o ensino de leis e formulas. Para um bom desempenho do software é importante o seu bom uso, para isso o professor deve se atualizar e se manter informado diante das tecnologias que o rodeia.

Concordamos que a modelagem computacional é uma ferramenta indispensável para o ensino de Física nos dias atuais, devendo ser usada como recurso metodológico para promover a interação pessoal e a troca de significados através das atividades de grupo, em que a discussão, a conjectura e a avaliação de ideias são atividades dominantes. Nossa convicção, baseada na experiência em sala de aula, é compartilhada por diversos professores de ensino médio e universitário de diferentes países, que têm recorrido ao *Modellus* no ensino de Ciências e Matemática. (Veit, Mors, Teodoro; p. 184, 2002).

1.5 - Jogos Didáticos

Uma grande parte das pessoas associa a palavra jogo a um passatempo, divertimento, brincadeira, competição, atividade física e/ou mental entre outras. Mas os

jogos podem ser uma forma de facilitar a aprendizagem e consequentemente melhorar a educação e o prazer de ensinar. Podemos encontrar muitos significados para a palavra jogo, como afirma KISHIMOTO (2000):

Tentar definir o jogo não é tarefa fácil. Quando se pronuncia a palavra jogo cada um pode entendê-la de modo diferente. Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, crianças, animais ou amarelinha, xadrez, ... Por exemplo, no faz-de-conta, há forte presença da situação imaginária; no jogo de xadrez, regras padronizadas permitem a movimentação das peças (KISHIMOTO, 2000, p. 13).

A definição que encontramos no dicionário Aurélio de Língua Portuguesa (FERREIRA, 2008):

Atividade física ou mental fundamentada em sistema de regras que definem a perda ou ganho, passatempo, jogo de azar, o vício de jogar, série de coisas que forma um todo, ou coleção. Comportamento de quem visa a obter vantagens de outrem. Jogo de azar. Aquele em que a perda ou o ganho dependem da sorte, ou mais da sorte do que do cálculo. (p. 497).

Por isso, utilizar o jogo como uma prática metodológica em sala de aula é uma forma de estimular ao aluno a aprender brincando, como também contribuir para desenvolver o raciocínio, a socialização. Facilitando assim a compreensão dos discentes dos conteúdos abordados no jogo.

Um dos conceitos de jogo mais citados nas pesquisas, referentes é o dado por HUIZINGA (1971) que conceitua jogos como:

Uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias; dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana. (p. 33).

Logo, em geral os alunos gostam de participar de atividades com jogos, mas estes devem obedecer às regras pré-estabelecidas. Essa prática deve ter um significado para quem joga, seja de entretenimento ou finalidade educativa e proporcionar aos jogadores sentimentos como de alegria, satisfação e motivação em participar.

Segundo alguns autores como Piaget (1978); Winnicott (1975); Vygotsky (1991); Kishimoto (1990) defendem a importância de utilizar atividades lúdicas como uma prática metodológica que contribuem para a aprendizagem dos alunos.

Na situação atual, a educação não pode se resumir apenas a transmitir conteúdos, leis, fórmulas e exercícios. O ensino deve ser instigante para quem ensina e para quem aprende. Utilizar jogos em sala de aula, independentemente das séries e das disciplinas pode ajudar a transformar esse quadro, dinamizando as aulas e permitindo que a aprendizagem ocorra espontaneamente; substituindo o ensino tradicional, onde os conteúdos são ensinados de forma hierarquizada e descontextualizada.

1.5.1 - Ensino de Física e os Jogos Didáticos

De nossas discussões iniciais se pode perceber a necessidade de novas práticas metodológicas para o ensino de Física, com o intuito de mudar a realidade nas aulas de Física, que conta com alunos desinteressados, aulas tradicionais, ensino mecânico (memorístico). Por isso, além do uso do computador e simulações computacionais o uso de jogos didáticos no ensino de Física é um forte aliado para a alteração do quadro atual da educação.

Mas, os jogos só são importantes na educação quando a diversão se torna aprendizagem e experiências cotidianas. Conforme Lopes (2001):

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar. (LOPES, 2001, p. 23).

O jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições.

Através de uma pesquisa bibliográfica encontramos alguns trabalhos que utilizam jogos para o ensino de Física. Ramos (1990), podemos afirmar que essa área de pesquisa ainda caminha em passos lentos, necessitando de mais estudos e desenvolvimentos de novos jogos para o Ensino de Física. Em outras disciplinas como

matemática e ciências a utilização de jogos como facilitador no ensino tem ocorrido em maior proporção.

Por exemplo, Pereira, Fusinato e Neves (2009) desenvolveram o jogo de tabuleiro “Conhecendo a Física”, onde buscam um resgate da ludicidade, da compreensão da situação atual do ensino de Física e sobre a dinâmica e o efeito de jogos educativos. Foi percebido pelos autores que esse jogo mostrou ter grande potencial para atrair a atenção dos alunos. Demonstrando interesse, os alunos interagem com a atividade e, por consequência, com o conteúdo implícito nela. Ao se interessar mais pelo conteúdo, eles podem sentir-se motivados também durante as aulas convencionais, o que pode aumentar seu desempenho na disciplina.

Lopes e Viana (2003) desenvolveram três jogos: o “Equilíbrio”, “Atração e “Curto-circuito” que foram construídos com materiais de baixo custo. Neste trabalho pesquisado não encontramos se ele foi aplicado em sala de aula e consequentemente não apresenta resultados. Mas os jogos são muito interessantes e em todo o trabalho os autores descrevem os possíveis conteúdos Físicos que podem ser estudados com a execução de cada jogo.

Rahal (2009) desenvolveu um jogo de tabuleiro “Trilha Termodinâmica” com o conteúdo de Termodinâmica. Após sua aplicação em um colégio da rede privada para alunos do Ensino Médio, o autor afirma que despertou o interesse dos alunos e facilitou a aprendizagem de determinados conteúdo. O autor observou que a atividade despertou o interesse dos alunos e facilitou a aprendizagem de determinados conteúdo. O autor defende que o uso de jogos didáticos contribui na cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade dos discentes.

Nesta pesquisa utilizamos jogos do tipo Cruzadinha, Palavras Cruzadas e o jogo de Sete Erros. De acordo com Ximenes (2008) as palavras cruzadas, jogo de adivinhar palavras e cruzadas em sentido horizontal e vertical, tiveram origem no Antigo Egito e foram publicadas no Brasil pela primeira vez em 1925 no jornal carioca “A Noite”. É importante ressaltar que utilizando estes jogos de palavras como é o caso desse trabalho, além de ajudar no raciocínio e na cognição de novos conhecimentos, também atuam em um campo voltada para atividade linguística, pois, facilitam na aprendizagem das palavras ortograficamente corretas de forma peculiar, o que caracteriza seu uso didático.

1.5.2 - O Uso dos Jogos como Instrumentos de Aprendizagem

O jogo como instrumento facilitador da aprendizagem de crianças e adolescentes tem sido objeto de estudo e análise por parte de estudiosos como Ximenes (2008), Lopes e Viana (2003). Ao longo do tempo vários autores que se propõem a usar esse recurso pedagógico, buscam consensos funcionais, didáticos e conceituais para sua construção enquanto identidade pedagógica. Notamos que há muitas pesquisas que tratam dos conceitos e metodologias sobre recursos lúdicos, com diferentes enfoques, embora não exista até o momento teoria aceita universalmente para o “jogo”.

Os jogos além de serem motivadores e contribuírem para desenvolver a capacidade de socialização de crianças, jovens e adultos, podem ser utilizados como instrumentos de Aprendizagem e construção do conhecimento de maneira divertida e diferente do encontrado em grande parte das salas de aula. No entanto, deve-se ter cuidado para o jogo não perder sua função educativa.

Quando um jogo é aplicado em sala de aula, por exemplo, onde a criança terá que dividir e socializar com os colegas da classe, passa a ser uma atividade educativa. Ou seja, se essa prática for monitorada por um professor o resultado encontrado certamente será diferente. Pois o professor poderá fazer comparações com conteúdo desenvolvidos em sala e instigar ao aluno a pensar e relacionar a atividade lúdica com o conteúdo.

Em uma pesquisa bibliográfica encontramos alguns autores que utilizaram os jogos como instrumentos Avaliativos. Podemos citar o Maranhão (2004), Fernandez (2001), Maluf (2003) e Murcia (2005). Diante disso é notável que cabe ao professor avaliar e analisar a potencialidade educativa de cada jogo didático e fazer alguns ajustes, pois para cada turma se terá uma dinâmica diferenciada devido a sua heterogeneidade.

1.5.3 - O uso dos jogos como Instrumento de Avaliação

A avaliação é um objeto de pesquisas com muitos enfoques, como sociológico, filosófico e até político. As práticas avaliativas das escolas que conhecemos hoje se resumem a exames sistematizados, que giram em torno de questões mecânicas, onde uma grande parte dos alunos memorizam conteúdos e fórmulas para fazer uma prova e no dia seguinte esquecem tudo o que foi estudado. Lakatos é um grande estudioso dos

instrumentos de avaliação da aprendizagem, tecendo uma crítica às formas convencionais de avaliação.

Segundo Lakatos (2011) a avaliação da aprendizagem não é e não pode continuar sendo a tirana da prática educativa, que ameaça e submete os estudantes. Em geral confunde-se avaliação da aprendizagem com exames. A avaliação da aprendizagem, por ser avaliação, é amorosa, inclusiva, dinâmica e construtiva, de caráter muito diverso dos exames, que não são amorosos, são excludentes, não são construtivos, mas classificatórios. A avaliação inclui, traz para dentro; os exames selecionam, excluem, marginalizam.

A partir de leituras de alguns artigos e livros, como por exemplo, Lakatos (2011) passamos a questionar qual seria a forma avaliativa do nosso trabalho. Diante do que foi explanado e discutido anteriormente, e através de leituras de trabalhos como Cavalcanti e Soares (2009), Sousa e Silveira (2008), Silva e Amaral (2011), nos fez pensar em utilizar jogos como processo avaliativo dos alunos. Por isso desenvolvemos jogos como cruzadinha, palavras cruzadas e jogo de sete erros para avaliar a aprendizagem escolar dos discentes durante todo o desenvolvimento do projeto.

1.6 – Experimentação no Ensino de Física

Como tem sido enfatizada por muitos autores, a experimentação no ensino de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem (Araujo, 2013; Alves, 2012; Feistel e Maestrelli, 2012). À necessidade de um ensino experimental complementando o ensino tradicional adicionam-se importantes contribuições da teoria da aprendizagem na elucidação de que forma se processa a construção do conhecimento. Contudo, o ensino experimental não tem cumprido com esse importante papel no ensino de ciências. Como enfatizado por Borges (2002):

“Curiosamente, várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização

de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção. São basicamente as mesmas razões pelas quais os professores raramente utilizam os computadores colocados nas escolas.”

Mas mesmo assim, conforme Silva e Zanon (apud Guimarães, 2009), atividades experimentais podem assumir papel fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem potencialidade da experimentação através de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar.

Segundo Araujo e Abid (2003):

“A experimentação, tem papel fundamental no processo de construção conceitual, visto que muitas vezes é necessário “desconstruir” conceitos desenvolvidos pelo senso comum, de modo que, é imprescindível que o educando visualize a situação, observe e analise os resultados para perceber e mudar o seu pensamento, não apenas acatar o que o professor diz. Neste aspecto é imprescindível que o estudo de um conceito inicie com atividade experimental, visto que, caso contrário, o aluno já saberá qual deverá ser o resultado do experimento e não se preocupará em realizá-lo com atenção.”

Assim, segundo esses autores, essas atividades experimentais não devem ser pautadas nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor deseja, tampouco esperar que o conhecimento seja construído pela mera observação.

Por outro lado, pela sua característica experimental as ciências naturais investigam os fenômenos através de observações, criam modelos teóricos que expliquem tais fenômenos e validando-os nos laboratórios e/ou nas pesquisas de campo Feistel e Auth (2004). Nas palavras de Zwirter (2001) “O conhecimento científico do que depende da experiência apoia-se sempre na construção de modelos abstratos do experimento, explorando as relações entre as propriedades empíricas diretamente observáveis, através do uso do formalismo matemático”.

Já outro autor como, Guimarães (2009), afirma que fazer ciência no campo científico não é atóxico. Ao ensinar ciência no âmbito escolar deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. Logo, é necessário nortear o que os estudantes observarão.

Capítulo 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O objetivo principal de um professor é o aprendizado do aluno, e para que essa aprendizagem seja duradora deve ser significativa. Para atingir este proposto não basta ao professor dar uma boa aula, trabalhar bem os conteúdos, ele deve ter bem claro as concepções teóricas seguidas de práticas pedagógicas atrativas para a dinamização das aulas e o aprendizado dos conteúdos com metodologias diversificadas.

Ausubel (1980) elaborou a teoria da aprendizagem significativa, definida como um processo onde uma nova informação interage com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Essa aprendizagem dá-se quando há interação de uma informação a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aluno. O conteúdo é apreendido de forma significativa quando relacionado a outras ideias práticas.

Segundo Moreira (1999):

“As informações na mente humana estão dispostas de forma altamente organizada. Estas informações formam uma hierarquia conceitual onde os elementos mais específicos de conhecimentos são ligados e assimilados a conceitos mais gerais e inclusivos. Deste modo, estrutura cognitiva significa uma estrutura hierárquica de conceitos, que são representações resultantes de experiências do indivíduo e do processamento mental da informação.”

O professor deve considerar os conhecimentos não científicos (empíricos ou espontâneos) trazidos pelos alunos, e ajudá-los, a partir desse ponto, a transformar esses conhecimentos em conceitos científicos. Para isso pode-se utilizar de recursos tecnológicos, experimentais ou de jogos como forma de torná-los atrativos e obter a dinamização do ensino aprendido. Assim, criando uma ponte entre sala de aula, teorias Físicas e a realidade vivenciada pelos alunos. Afinal, o conteúdo é apreendido de forma significativa quando relacionada a outras ideias e conceitos, e estas funcionam como âncora de modo que o conteúdo fica claro na mente do aluno. Por isso a importância da interação prática teórica no ensino de física, facilitando a assimilação dos conteúdos e produzindo o aprendizado.

Ausubel (1980) propõe duas condições básicas para que ocorra a aprendizagem significativa:

- As informações a serem assimiladas devem ser potencialmente significativas para o aprendiz, ou seja, ele tem de ter em sua estrutura conceitos relacionáveis, de forma substantiva e não-arbitrária, vinculados diretamente com o conhecimento a ser aprendido, o qual, por sua vez, deve ter significado lógico.
- O aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar o novo material, de forma substantiva e não arbitrária, à sua estrutura cognitiva. Ou seja, mesmo que tenhamos uma informação significativa e aluno não quiser aprender, está aprendizagem pode ser mecânica e ou nem ocorrer.

Essas condições serão de grande importância na realização da pesquisa em questão e na preparação da simulação, para que possamos alcançar um material potencialmente significativo e resulte em uma aprendizagem significativa.

2.2 - Modelos Mentais

Outro fator a ser considerado quanto às dificuldades associadas ao ensino e aprendizagem de Física está nos aspectos abstratos dessa disciplina. Por exemplo, o estudo de partículas ou objetos com dimensões quase desprezíveis causam uma sensação de complexidade, dificultando a assimilação dos conceitos. Para explicar esses sistemas físicos, os físicos constroem modelos da natureza. Por outro lado, os alunos também constroem seus modelos do universo ao seu redor. (Moreira, 1997).

Os modelos que os estudiosos e pesquisados criam para facilitar a compreensão ou o ensino de sistemas físicos, são representações precisas, consistentes e completas de estados de coisas físicos. Os modelos que um indivíduo qualquer cria sobre alguma situação qualquer, é denominado Modelo Mental. Para Moreira (1999) os modelos que as *pessoas* constroem para representar estados de coisas físicas (bem como estados de coisas abstratas). Estes modelos não precisam ser tecnicamente precisos, mas devem ser funcionais. Eles evoluem naturalmente, interagindo com o Sistema. A pessoa modifica seu modelo mental recursivamente a fim de alcançar e manter sua funcionalidade.

Dentro da teoria das representações mentais o conceito de modelo mental tem sido muito debatido por autores, como por exemplo: Johnson - Laird (1997), Gentner e Stevens (1983), Greca e Moreira (1997).

Johnson-Laird (1983, p. 163) defende que as pessoas raciocinam através de modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme necessário. Como quaisquer outros modelos eles representam o objeto ou situação em si. A analogia pode ser total ou parcial, isto é, um modelo mental é uma representação que pode ser totalmente analógica ou parcialmente analógica e parcialmente proposicional (Eisenck e Keane, 1994, p. 209).

Quer dizer, um modelo mental pode conter proposições, mas estas podem existir como representação mental, no sentido de Johnson-Laird, sem fazer parte de um modelo mental. Contudo, para ele, as representações proposicionais são interpretadas em relação a modelos mentais: uma proposição é verdadeira ou falsa em relação a um modelo mental de um estado de coisas do mundo. As imagens que temos do mundo, por sua vez, devem corresponder aos modelos que formamos dele. Portanto, na perspectiva de Johnson-Laird (1983, p. 165), representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista.

Modelos mentais são modelos que as pessoas constroem para representar estados físicos (assim como estados de coisas abstratas). Esses modelos não precisam ser tecnicamente acurados (e geralmente não são), mas devem ser funcionais. Eles evoluem naturalmente. Interagindo com o sistema, a pessoa continuamente modifica seu modelo mental a fim de chegar a uma funcionalidade que lhe satisfaça. É claro que os modelos mentais de uma pessoa são limitados por fatores tais como seu conhecimento e sua experiência prévia com sistemas similares e pela própria estrutura do sistema de processamento de informação humano (Moreira, 1999).

Outro autor cujo trabalho na área de modelos mentais tem sido muito citado são de Klee e Brown (1983). Seu objetivo é o de desenvolver modelos sobre como o indivíduo compreende o funcionamento de dispositivos tais como máquinas, aparelhos eletrônicos, hidráulicos, térmicos.

2.3 – CONCEPÇÕES PRÉVIAS E ALTERNATIVAS

As interpretações e explicações dadas pelas pessoas a diferentes fenômenos físicos dependem do tipo de instrução ou educação que tiveram durante suas vidas e de suas pré-disposições em refletir sobre os fenômenos naturais observados. Isto é, isso

significa que nem toda interpretação que um indivíduo use para explicar uma situação e/ou fenômeno físico tem sua origem na escola. A discussão que permeia a questão da construção do conhecimento escolar é ampla, abrangendo diferentes interpretações e explicações (Clement, Duarte e Fissmer, 2010).

Até a década de 70 do século XX as pesquisas em ensino eram norteadas pelos trabalhos (idéias) de Piaget e colaboradores. Essas pesquisas davam excessiva importância ao desenvolvimento de estruturas lógicas subjacentes ou “esquemas” de Piaget (Driver e Easley; 1978). A partir dessa década começou a aparecer na literatura um grande número de estudos preocupados, especificamente, com os conteúdos das ideias dos estudantes em relação aos diversos conceitos científicos aprendidos na escola (Mortimer, 1992).

Na década de 80 do século XX surgiram várias críticas a ideia simplista que a teoria de esquemas de Piaget poderia explicar ou resolver todos os problemas do ensino de ciências (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980; Novak, 1981). Gilbert e Watts (1983) denominaram o movimento dos pensadores preocupados com os conteúdos das ideias dos estudantes de “movimento das estruturas alternativas” e Gilbert e Swift (1985) designaram de “movimento das concepções alternativas”. De um modo geral, estes estudos utilizam métodos qualitativos para tentar “compreender a natureza do estado inicial do estudante (tal como ele entra na nossa aula),” para posteriormente definir o processo de ensino e aprendizagem pela qual o estudante passará pela transição entre o estado inicial e final desejado. Isto é, o de domínio ou entendimento das explicações científicas, ou compreensão dos conceitos científicos (Mestre e Touger, 1989).

Segundo Peduzzi (2001, p. 240) estas construções, na forma de concepções, conceitos ou ideias intuitivas, alternativas:

- a) São encontradas em um grande número de estudantes, em qualquer nível de escolaridade;
- b) Constituem um esquema conceitual coerente, com amplo poder explicativo;
- c) Diferem das ideias expressas através dos conceitos, leis e teorias que os alunos têm que aprender;
- d) São muito persistentes e resistem ao ensino de conceitos que conflitam com elas;
- e) Não se debilitam mesmo frente a evidências experimentais que as contrariam;

- f) Interferem no aprendizado da Física sendo responsável em parte, pelas dificuldades que os alunos encontram em disciplinas desta matéria, acarretando nestas um baixo rendimento quando comparado com disciplinas de outras áreas;
- g) Apresentam semelhanças com esquemas de pensamento historicamente superados.

A partir dessa teoria chegamos à conclusão que o estudante não chega vazio em sala de aula. A sua interação com o mundo que o cerca o possibilita a criar modelos mentais, que lhe permite fazer previsões e “explicar” diversos fenômenos físicos do seu cotidiano.

CAPÍTULO 3 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para realizar essa pesquisa foi desenvolvido um Produto Educacional com o objetivo de se buscar uma maior relação entre teoria, atividades lúdicas de modo a possibilitar meios para uma aprendizagem significativa do conteúdo de Hidrodinâmica a partir de uma Sequência Didática. Pretendemos que este trabalho sirva como modelo de análise para uma possível inserção deste conteúdo no Ensino Médio.

Com esse material instrucional procura-se explicar e discutir os conceitos de Hidrodinâmica tendo como motivação suas aplicações nos voos de aeronaves. A sequência didática que descreveremos adiante utiliza uma pré-avaliação das concepções prévias e espontâneas dos conteúdos que serão abordados, simulação computacional no software Modellus para simular um voo de avião ou aeroplano, atividades lúdicas como campeonatos de avião de papel e o uso de jogos didáticos como método de avaliação.

A ideia do campeonato de avião de papel não é original, já existe uma competição internacional, o Red Bull Paper Wings, que seguem as regras da Paper Aircraft Association (PAA) e do livro Guinness de recordes, na qual os estudantes de vários países participam de um campeonato internacional para mostrar o desempenho de seus aviões de papel em provas de duração de voo, distância de voo e acrobacias. Realizamos algumas adaptações das regras desse campeonato para a nossa realidade, foram desenvolvidas as próprias regras para o nosso Campeonato de Física do Voo. Onde fazíamos medições do espaço percorrido pelo avião do seu lançamento ao seu pouso. Como também calculamos o tempo de duração que avião ficou no ar.

3.1- Uma breve fundamentação teórica do voo dos aviões

Muitos se perguntam como o avião tão pesado consegue voar? Muitas são as respostas populares para essa pergunta. A resposta que normalmente se obtém ou é enganosa ou simplesmente errada. Alguns estudiosos explicam o voo das aeronaves a partir das Leis de Newton. Outros fundamentam a explicação no modelo do Princípio de Bernoulli. Ou seja, existe essa contradição diante dessas teorias que explicam o voo das aeronaves.

No material que foi desenvolvido nesse trabalho (APENDICE B), resolvemos por apresentar ambas explicações, já que ambas se complementam. Os conceitos que

serão apresentados aqui, foram retirados dos livros, GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Instituto de Física da USP, 1995), Tópicos de Física (PENNA, 2009), Fundamentos da Física (ALMEIDA, 2009) e dos artigos “A Física do Voo na Sala de Aula” de Studart e Dahmen (2006) e “Como os aviões voam: Uma descrição Física do voo” de Anderson e Eberhardt (2006) ambos publicados na da Revista Física na Escola.

As principais forças que atuam em um avião são: Sustentação, Peso, Impulso ou Empuxo e Arrasto.

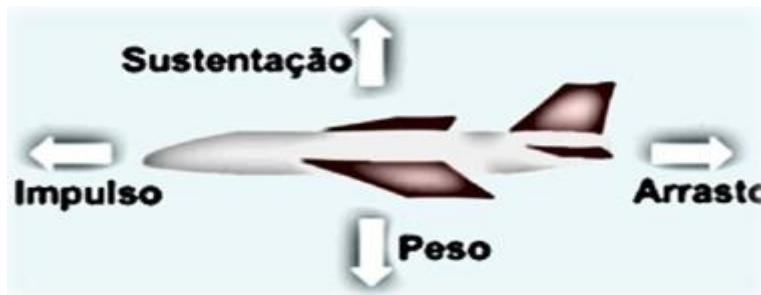


Ilustração 1 – As quatro forças envolvidas no voo de avião.

- Sustentação (S) é a componente da força aerodinâmica perpendicular
- Arrasto (R), essencialmente uma força de atrito, é a componente da força aerodinâmica paralela à direção de voo;
- Peso é a força da gravidade ($P = mg$) atuando sobre o avião e dirigida para o centro da Terra;
- Impulso ou Propulsão (I) é a força produzida pelo motor e é dirigida ao longo do eixo longitudinal do avião à direção do movimento do voo;

A Sustentação é uma força do sentido de baixo para cima a qual mantém o avião no ar. Ela é gerada através do movimento do avião no ar. Com o princípio de Bernoulli, podemos perceber: “Onde a velocidade do fluido (ar) é menor, a pressão é mais alta e onde a velocidade do fluido é maior a pressão é mais baixa”.

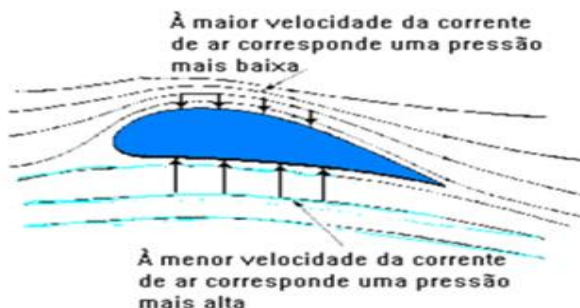


Ilustração 2 – Diferença de pressão na asa de um avião.

Podemos explicar a sustentação, baseada na segunda lei de Newton, se a ponta da asa está a apontar para cima, a superfície de baixo desvia o ar para baixo.

Quando o ar entra em contato com a asa na superfície inferior ele empurra a asa para cima, produzindo a sustentação. É impossível aparecer uma força isolada atuando sobre um corpo, sem que exista um corpo responsável por essa força (uma força não pode “surgir do nada”).

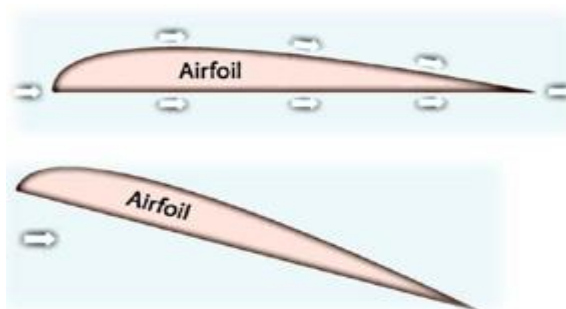


Ilustração 3 – Força (peso x gravidade) de sustentação da asa.

O Peso é igual ao produto da massa pela gravidade. Está força é dirigida para o centro da terra. A gravidade é o que faz com que qualquer objeto que seja atirado ao ar, volte à terra. Gravidade é também o que nos mantém no chão. Nos aviões, a gravidade é uma força contrária à sustentação puxando o avião para a terra. Em cada objeto há um centro de gravidade - um ponto neutro, onde toda a massa é equilibrada. Se um avião possui um centro de gravidade à frente do neutro ponto, então esse avião é estável. Se o centro de gravidade está atrás do ponto neutro, torna-se instável causando mergulhos de nariz.

O Impulso é a força que faz com que o avião avance através do ar. Num avião real, este é produzido pelo movimento das hélices ou pelo motor a jacto. Num avião de papel, o impulso é produzido quando atiramos o avião para o ar. O arrasto é a força que tenta desacelerar o avião. O arrasto é produzido quando o ar flui sobre o avião, provocando atrito.

Uma questão que surge naturalmente é como a asa desvia o ar para baixo. Quando um fluido que escoar encontra uma superfície curva pela frente, ele tentará acompanhar o perfil daquela superfície. O efeito Coanda é o responsável pelo aparecimento da força de impulsão da asa do avião. O ar escoar em torno da asa do avião, sofrendo uma deflexão que depende da curvatura da asa do avião. Se este ar exerce uma força no ar circundante, este por sua vez exerce uma força no avião, originando uma força de sustentação.

O voo de um avião de papel pode ser explicado comparando aos mesmos princípios de um avião real. No avião de papel também existe a presença de quatro forças principais: peso, sustentação, impulso ou propulsão e arrasto. A força de resistência do ar ao movimento do avião pode ser decomposta na força de sustentação que atua sobre

as asas, compensando o peso) e o arrasto (atrito) que precisa ser vencida pela propulsão para que o voo tenha início. A diferença é que nos aviões reais o impulso é mantido pelo motor durante o voo e no caso dos aviões de papel a força é feita pela pessoa que o lança, e essa força existe até o que o avião de papel deixa a mão de quem o lançou. Resultando a força peso a função de atuar como propulsora do movimento.

Queiroz (2006) no seu artigo intitulado “A física do voo”, explica que se lançamos aviões de papel com sentido para baixo, a componente do peso na direção do voo será no sentido oposto ao arrasto, podendo prolongar o voo do aviãozinho. Se o lançamos para cima, a componente do peso na direção do voo será no mesmo sentido do arrasto fazendo com que o movimento seja retardado a partir do momento em que deixa a mão.

3.2 - Oficina de Aviões de Papel

A oficina de construção de avião papel teve como objetivo ensinar e/ou auxiliar aos alunos na confecção de quatro modelos diferentes de aviãozinho de papel. Estes modelos são os mais tradicionais e apresentam maior desempenho em tempo de voo e/ou maior alcance. Dois dos modelos tinham maior capacidade de planar, e consequentemente, competiam com a categoria tempo de queda. Os outros tinham um formato que facilitava obter um maior alcance. Para isso utilizamos vídeos encontrados no youtube (<http://www.youtube.com/watch?v=fCtqcWgj-Ts>) com um tutorial passo a passo para a confecção. Apresentamos cada vídeo pausadamente para que todos os alunos confeccionassem seus aviões ao mesmo tempo. Após a confecção de cada modelo, os alunos faziam lançamentos na sala e podiam perceber as propriedades aerodinâmicas dos aviõezinhos e as diferentes maneiras de lançar cada modelo.

Durante essa oficina procurou-se investigar as concepções prévias que os alunos traziam e, ao mesmo tempo, apresentá-los a novos conceitos e explicações de fatores que influenciam no voo de um avião de papel, como também a melhor forma de fazer lançamentos para se atingir um maior alcance e um maior tempo de permanência no ar. Nas figuras de 1 a 4 podemos observar os modelos de aviões construídos durante a oficina.



Figura 1 - Modelo 1 de avião.



Figura 2 - Modelo 2 de avião.



Figura 3 - Modelo 3 de avião.



Figura 4 - Modelo 4 de avião.

Em cada escola demos um prazo de duas semanas para que os alunos treinassem em casa o lançamento dos aviões e utilizassem a teoria e técnica estudada nas simulações do *Modellus*. Na semana seguinte realizamos um Campeonato de avião de papel na Universidade Federal de Sergipe. Onde os seis selecionados de cada escola nas modalidades maior tempo de queda e maior alcance competiram entre si, disputando medalhas de ouro, prata e bronze. No APÊNDICE A podemos observar algumas fotos deste campeonato e da premiação.

3.3 - Material Apostilado (Hidrodinâmica)

A grande maioria dos livros didáticos do Ensino Médio não apresenta o conteúdo de Hidrodinâmica e quando este conteúdo é abordado ou faz parte do último capítulo ou aparece em forma de Apêndice, como é o caso do livro de Tópicos de Física

(BISCUOLA et al., 2010) volume 1 de HELOU, GUALTER E NEWTON . Diante disso, decidimos construir um material de apoio em forma de apostila, em uma linguagem acessível, apresentando algumas atividades experimentais. Este material apostilado foi colocado na forma de pasta e entregue a todos os alunos das duas escolas que participaram desta pesquisa.

Podemos encontrar este material apostilado no APÊNDICE B. Ele foi escrito na forma de diálogo, onde o leitor é convidado a uma viagem de avião com duas paradas: a) a primeira parada é na REVISÃO: são revisados os principais conceitos e teorias da mecânica, como velocidade, aceleração, leis de Newton entre outras. b) a segunda parada é na Aerodinâmica: nessa parte são aplicados alguns conceitos da Hidrodinâmica aplicadas ao voo de um avião.

As informações contidas nesse material de apoio foram retiradas de livros didáticos como o do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Instituto de Física da USP, 1995), Tópicos de Física (PENNA, 2009), Fundamentos da Física (ALMEIDA, 2009), artigos científicos e sites da Física como o “Só Física”. Pode-se encontrar nesse material algumas atividades experimentais como:

3.3.1 - Atividade Experimental I: Corre-corre e anota.

Essa atividade tinha como objetivo que os alunos se dividissem em grupo e registrassem o tempo gasto por um membro do grupo para percorrer um espaço fixo, do fundo da sala até a lousa. Com o valor do tempo e espaço era pedido que cada discente calculasse a velocidade de cada discente e construíssem uma tabela e um gráfico.

3.3.2 - Atividade Experimental II: ação e reação.

Essa atividade tinha como objetivo verificar o princípio da ação e reação, utilizando uma bexiga, canudo e barbante. Foi pedido para que os alunos enchessem a bexiga com ar, e utilizando uma fita adesiva prendessem a bexiga a um canudinho. Logo em seguida, passassem um barbante pelo canudo e o mantivesse esticado. Depois foi pedido para os alunos soltarem a bexiga para que observassem o que acontecia com o balão. Na **figura 5** podemos observar os alunos realizando essa atividade.



Figura 5- Verificando a terceira lei de Newton.

3.3.3 - Atividade Experimental III: Simulando uma asa de Avião.

Para facilitar o entendimento de como o vento se comporta em uma asa de avião, foi construída com cartolina, canudo e barbante uma simulação de uma asa. Depois de confeccionada os alunos fizeram o teste diante do ventilador da sala de aula. Esticava-se o barbante com uma determinada inclinação, o vento fazia com que a asa se movimentasse para cima. Podemos observar o modelo da asa na **figura 6**.

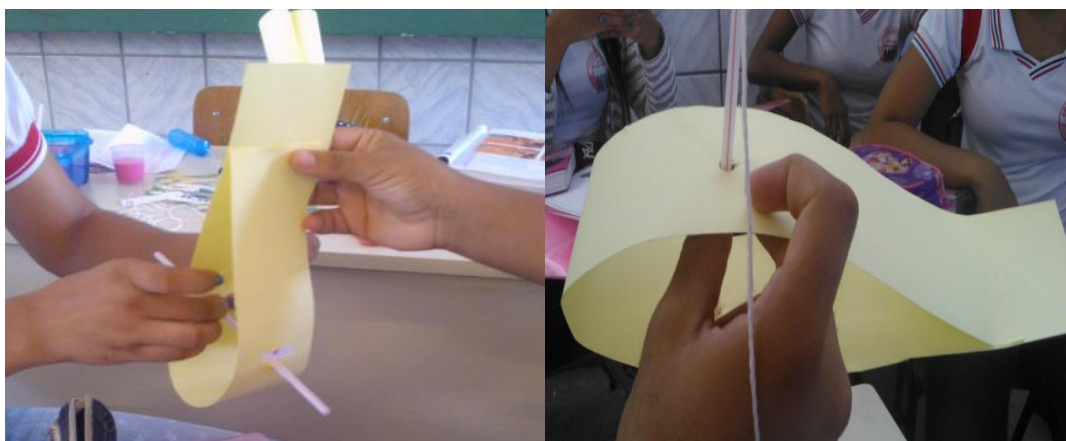


Figura 6 - Simulação da asa de um avião.

3.3.4 - Atividade Experimental IV: Comprovando o Efeito de Bernoulli.

Nesta atividade foi construído um pequeno pulverizador. Foi utilizado um canudinho e feito um corte transversal, sem dividir o canudinho em duas partes. Dobrou-se o canudo e colocou-se a parte menor dentro de um copo com água e um

pouco de tinta. Foi pedido que os alunos assoprassem pela extremidade, com isso a água subiu pelo tubo, e ao atingir o corte do canudo, se pulverizou e os alunos tentaram fazer desenhos como é mostrado na figura 7.

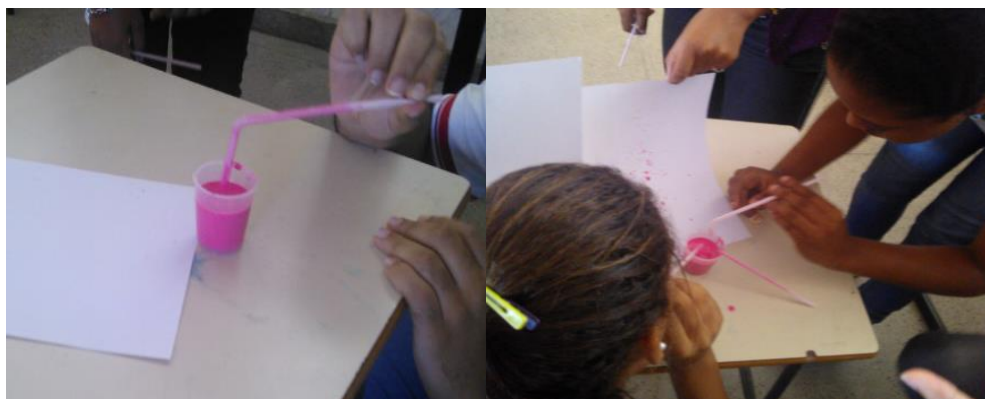


Figura 7 - Construindo um pulverizador – comprovando o Efeito de Bernoulli.

3.4 - Simulação no Software Modellus

Nessa atividade foram utilizadas duas simulações de voos, uma de um avião “normal” e outra de um aviãozinho de papel feito usando o software de ensino Modellus. A referência da modelagem matemática para essa simulação foi retirada da dissertação de Mendes (2009). Para a atividade de simulação do nosso trabalho tivemos que fazer algumas adaptações da modelagem matemática.

A modelagem matemática foi feita de modo que o parâmetro que modelava a dimensão horizontal das azas (Flap), das azas traseiras (Profundor) e o empuxo (Turbina) ficavam livres, ou seja, podiam ser alterados durante a simulação ao modo de um controle de simulador. Assim, os alunos podiam manusear os controles do “FLAP, PROFUNDOR e TURBINA” do avião, fazendo com que o avião decolasse e controlasse seu voo em uma determinada altura. Já para a simulação do avião de papel, a turbina era desligada automaticamente depois de um determinado “tempo de lançamento” e era representada pela força exercida pelo garoto ao lançar o avião de papel. Podemos observar nas figuras 8 e 9.

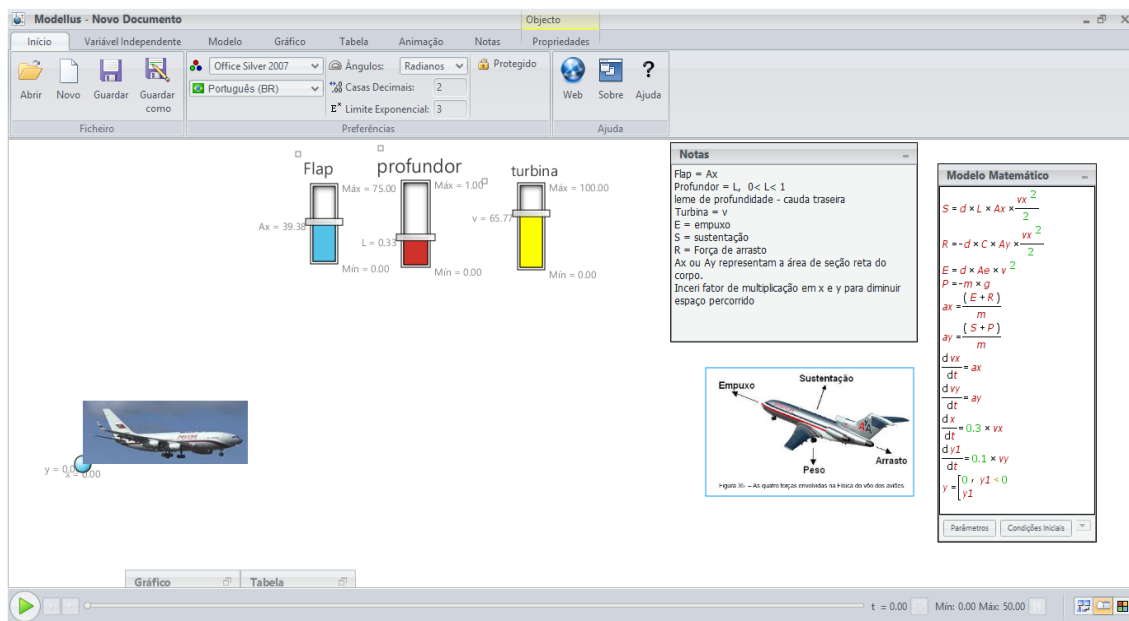


Figura 8 – Visão da tela do simulador de voo usando o software Modellus

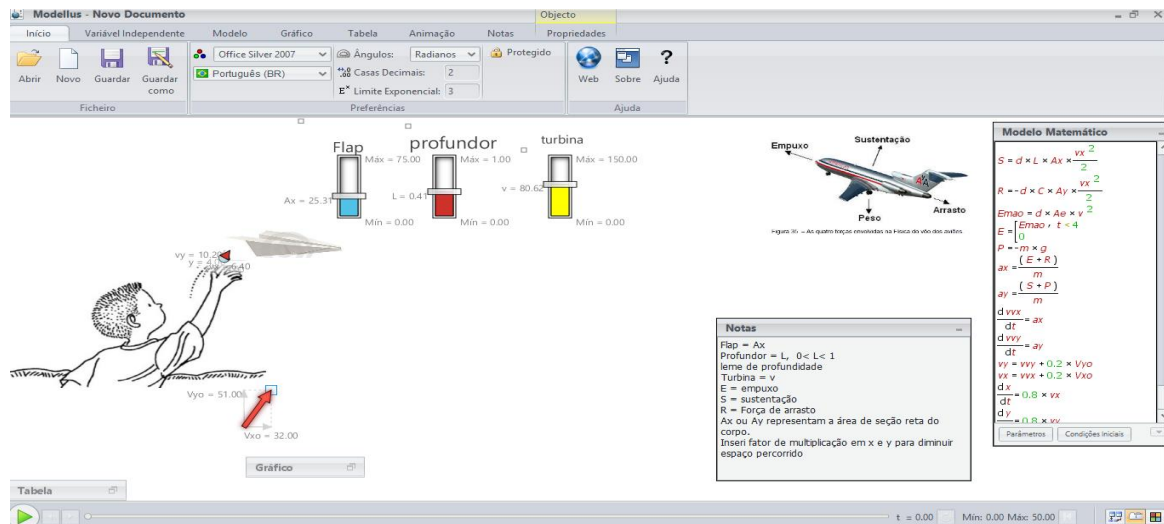


Figura 9 – Visão da tela do simulador de voo de um avião de papel usando o software Modellus

3.5 - Jogos Avaliativos

Como forma avaliativa utilizamos jogos didáticos aplicados à Física. O primeiro jogo foi:

3.5.1 - “Cruzadinha da Física”: Este jogo pode ser encontrado no (Apêndice C) e foi elaborado para ser utilizado como um reforço à aprendizagem de termos e conceitos da parte Histórica do conteúdo. A cruzadinha foi aplicada

após a explanação de fatores históricos sobre a evolução do desejo de voar. O jogo consiste em 10 perguntas, alternando entre perguntas na horizontal e na vertical.

3.5.2 - “Jogo dos Sete Erros e Caça Palavras”: Essa atividade lúdica foi elaborada para ser utilizada na avaliação do interesse dos alunos e para investigar se aconteceu aprendizagem significativa após a aplicação da Sequência Didática e do Campeonato de Avião de Papel. Podemos encontrar esses jogos no APÊNDICE D. Com o jogo caça palavras averiguamos se houve compreensão do assunto abordado e com o jogo dos sete erros e avaliamos se eles poderiam distinguir os principais componentes e conceitos de um avião.

Capítulo 4 – METODOLOGIA

Utilizamos para desenvolver esse trabalho a pesquisa-ação do tipo pesquisa Experimental. De acordo com Gil (1995), a pesquisa experimental “consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto”.

Adotamos abordagens metodológicas qualitativas e quantitativas. Embora, LEITE (2008, p. 96) afirma que alguns autores sugerem a não distinção entre os dois métodos por considerarem que pesquisas quantitativas possuem caráter qualitativo, uma vez que estas buscam a representação da verdade e conseqüentemente da informação de qualidade. Porém, esses argumentos deixam de considerar que o termo qualitativo pode não estar sendo empregado como qualidade, mas como característica, tipificação e classificação. Uma outra dificuldade tão relevante quanto a apresentada pela dicotomia é a da natureza cíclica dos processos que se alteram em quantitativos e qualitativos, confundindo aqueles que se arvoram na classificação de uma investigação. Richardson (1979, p. 70-79) também defende essa dicotomia e afirma que:

“A pesquisa moderna deve rejeitar como uma falsa dicotomia a separação entre estudos “qualitativos” e “quantitativos” ou entre ponto de vista “estatístico” e não “estatístico”. Além disso, não importa quão precisas sejam as medidas, o que é medido continua a ser uma qualidade.”

Diante disso utilizamos ferramentas de coletas de dados nas quais conseguimos obter dados qualitativos e quantitativos. Logo, nosso referencial adotado no processo metodológico desta pesquisa está baseado segundo Lakatos (2011), Leite (2008) e Richardson (1979) quanto ao enfoque quali-quantitativo.

Na análise qualitativa usamos como referenciais teóricos a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria das concepções prévias. Através da seleção de um conjunto de questões geradas com intuito de se medir ou avaliar as concepções prévias dos estudantes, criamos um parâmetro ou referencial para analisarmos, tanto quantitativamente, como qualitativamente os conceitos prévios que os estudantes tinham sobre o tema a ser estudado, de modo a gerarmos uma sequência didática que produzisse uma aprendizagem qualitativa. Com a sua reaplicação no final da sequência didática teremos um meio de avaliar se o emprego desta sequência didática geraria uma

mudança conceitual nos estudantes, de modo que uma grande parcela deixaria de usar concepções espontâneas, passando a usar concepções científicas nas suas explicações para os fenômenos da natureza.

4.1 - Objeto de Estudo

O foco de estudo desta pesquisa é o ensino de Hidrodinâmica a partir de voos de avião de papel. Como justificativa tem-se:

A grande maioria da estrutura curricular do ensino médio não apresenta o conteúdo de Hidrodinâmica, devido à carga horária ser pequena e por ser o último tópico da Mecânica, ainda deve-se ressaltar que a maioria dos livros didáticos não abordam este conteúdo. Logo, existe uma falta de apoio do recurso didático, que é o livro adotado pelo professor. Possivelmente, esses são alguns dos fatores que levam aos professores a não lecionar esse conteúdo nas turmas de Ensino Médio.

Como foi apresentado no Capítulo 3, a nossa proposta para a sequência didática (o produto educacional) para ensinar Hidrodinâmica consiste em sete etapas: **aplicação de teste para avaliar concepções prévias e espontâneas dos alunos, atividade lúdica com aviões de papel, material de apoio seguidos de experiências, oficina de aviões de Papel, simulação computacional através do software Modellus, realização de um campeonato de aviões de papel e o uso de jogos didáticos como culminância do trabalho.**

Partimos das hipóteses de pesquisa, considerando que a relação entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais juntamente com uma oficina de avião de Papel, através do uso da simulação computacional com o software Modellus, resultaria na disposição do aluno para aprender Física, seguida de uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados.

O Objeto de estudo desse trabalho é analisar como a inserção de atividades lúdicas e experimentais que incluem o uso do software Modellus, associadas aos conceitos de física e de hidrodinâmica, contribuem ou favorecem no desenvolvimento do ensino-aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio.

4.2 – Delineamento e Amostra

Realizamos essa pesquisa com alunos da 2º série do ensino médio. Esta escolha ocorreu devido a alguns fatores: o primeiro diz respeito “ao possível” contato dos discentes com os conteúdos de Dinâmica e Hidrostática, os quais são fundamentais para o entendimento do conteúdo de Hidrodinâmica. O segundo fator foi a questão do tempo para coletar os dados. Se fossemos aplicar nas turmas da 1º série do Ensino Médio teríamos que esperar o último mês do ano letivo, devido a cronologia dos conteúdos abordados nessa série. Isso não nos possibilitaria realizar a coleta em tempo hábil para concluir a pesquisa. 3º - Conhecimento ou domínio das leis da dinâmica.

Na primeira parte a pesquisa foi aplicada no Centro de Excelência Ministro Marco Maciel (**C.E.M.M.M**) da cidade de Aracaju – SE. Esta foi realizada durante o primeiro semestre e em duas semanas do segundo semestre de 2014. Este Centro de Excelência possui laboratório de Informática e de Ciências, e oferece ensino integral a partir do nono ano do Ensino Fundamental até a terceira série do Ensino Médio.

Um dos motivos para termos escolhido essa escola foi por ela oferecer aulas na modalidade integral e por isso, além de apresentar as disciplinas obrigatórias da grade curricular, oferece aulas semanais de informática, uma carga horária de três aulas semanais de Física, oficinas de ciências, artes e leitura. Para nossas atividades foi cedido o horário das duas aulas semanais referente à oficina de Ciências.

Desenvolvemos a pesquisa nas três turmas do segundo ano do **C.E.M.M.M**. Decidimos por não excluir nenhuma turma, como também não utilizar grupo Experimental e Controle. Como nossos encontros ocorriam no horário normal das aulas da oficina, acarretou que a grande maioria dos alunos participou da nossa pesquisa. A priori, iríamos analisar e comparar os resultados obtidos nas três turmas a partir da sequência didática aplicada. Isso não foi possível, pois essa sequência foi interrompida no meio do primeiro semestre letivo em decorrência dos professores do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel iniciarem algumas paralizações, seguidas de uma greve que durou cinco semanas. Logo, em seguida vieram os feriados devido aos jogos da copa do Mundo de 2014. Todos esses fatores contribuíram com a interrupção da nossa coleta de dados, a qual dependia de uma sequência contínua de atividades. Nossa coleta foi retomada e finalizada com fim da greve e a volta às aulas.

A quebra da sequência didática nos fez procurar uma segunda escola para que assim pudéssemos coletar os dados de forma ininterrupta. Então escolhemos o Colégio de Aplicação (**CODAP**) da Universidade Federal de Sergipe, pelo fato de que esta escola não estar em greve e por apresentar aula integral três dias por semana. Estas turmas eram do período vespertino, com o complemento de três dias no período da manhã. Nesta escola também utilizamos todas as duas turmas do segundo ano do Ensino Médio (turmas 2ºA e 2ºB). No Anexo 01 se encontra os termos de autorização para utilizar o nome das escolas.

O professor de Física desta instituição não nos permitiu utilizar suas aulas regulares, de modo fomos obrigados a utilizar um horário extra para aplicação do nosso projeto. Nossos encontros ocorreram nos dias de terça-feira pela manhã com a junção das turmas. Em decorrência de ser um horário extra, os alunos do Colégio de Aplicação receberam um informativo que seria opcional a participação na nossa pesquisa.

Então, com os dados em mãos das duas escolas, organizamos os resultados, capítulo 5, de forma comparativa entre o Centro de Excelência Ministro Marco Maciel e o Colégio de Aplicação.

4.3 – Instrumentos de Coletas de Dados

Empregamos sete instrumentos de coletas de dados:

- Um teste de múltipla escolha que servirá como Pré-teste e Pós-teste.
- Um questionário Investigativo.
- Um questionário sobre o software Modellus.
- Coleta de Opiniões dos alunos (postagem de opiniões).
- Notas de observação (diário de Campo, áudio, fotos e vídeos).
- Jogo didáticos (cruzadinha da Física, dos sete erros, Caça Palavras e campeonato de avião de papel).

Os testes foram aplicados antes e depois da Sequência Didática, já os questionários foram aplicados somente após as intervenções.

4.3.1 - Teste De Múltipla Escolha

Para Lakatos e Marconi (1990) testes são instrumentos utilizados com a finalidade de obter dados que permitam medir o rendimento, a frequência, a capacidade ou a conduta de indivíduos, de forma quantitativa. Este teste de múltipla escolha, o qual chamamos de Pré-Teste e Pós-Teste, foi aplicado antes e após a Sequência Didática. Servindo para diagnosticar a turma e usar os resultados como ponto de partida na nossa pesquisa. Pois, terá a finalidade de identificar as concepções alternativas dos alunos sobre alguns conceitos Físicos que influenciam no entendimento do por que os Aviões Voam e sobre a Hidrostática.

O Pré-Teste e Pós-Teste (ANEXO 02), contém 13 questões de múltiplas escolhas sendo que apenas uma era correta. Algumas questões foram retiradas de outros testes já validados (MENDES, 2009; URE et al. 1994; MOREIRA e MASSINI, 1992), cujo objetivo era o de avaliar as concepções prévias dos estudantes. Outras questões foram extraídas de livros didáticos, de vestibulares e de sites da internet, e tinham como objetivo avaliar o nível de entendimento “tradicional” dos estudantes. Cada pergunta era composta por quatro alternativas.

Como a maioria das questões utilizadas no nosso Teste de Múltipla Escolha já foram validadas, nós não fizemos o cálculo de fidedignidade. Outro motivo que nos levou a não fazer esse cálculo foi que segundo VIANA (1982) para calcular a fidedignidade de um teste de Múltipla escolha necessita-se de no mínimo 25 questões. Logo no nosso caso não podemos realizar este cálculo por utilizarmos apenas 13 questões.

4.3.2 – Questionário Investigativo

Com o intuito de avaliarmos o interesse dos estudantes em relação aos assuntos da Física, se estes tinham curiosidades sobre aviões e verificar a intenção destes em participar da nossa pesquisa, aplicamos um Questionário Investigativo (APÊNDICE E) formado por cinco questões subjetivas, depois da apresentação do projeto.

4.3.3 – Questionário sobre o Software *Modellus*

Com o intuito de avaliarmos o interesse e a predisposição dos estudantes em utilizar softwares de ensino em sala de aula, aplicamos um Questionário sobre o software *Modellus* (APÊNDICE F). Este é composto por seis questões e tem como única finalidade fazer o *feedback* das opiniões dos alunos a respeito da utilização do software e do uso das tecnologias de informação no ensino de Física. Este questionário foi aplicado no final da aula de simulação computacional no laboratório de informática.

4.3.4 – Coleta de Opiniões

Para avaliarmos a opinião dos alunos a respeito das atividades realizadas criamos, ao molde de um mural, um espaço (Apêndice I) em que os alunos poderiam postar a sua opinião a respeito da aula e para que se pudesse coletar as opiniões destes. Os alunos receberam uma folha com um desenho de um computador, o qual faz uma analogia ao computador da vida real, para que os alunos se sentissem confortáveis em expor ideias, críticas e opiniões a respeito da sequência aplicada em cada encontro.

4.3.5 – Notas de Observação de Campo

Para ajudar e complementar a análise qualitativa da nossa sequência didática utilizamos um diário de observação em todas as fases de coleta de dados. Neste foram anotadas todas as informações ocorridas em cada encontro. Além do mais, realizamos gravações de áudios e vídeos e fizemos registros com fotos. Com o objetivo de analisar a linguagem corporal dos alunos e os comentários e discussões feitos pelos mesmos em diferentes momentos da aplicação da sequência didática, como por exemplo no momento em que foi aplicado o Pré-teste, os alunos faziam gestos com as mãos como se tivessem empurrando algo, para simular alguma questão que estavam respondendo.

4.3.6– Jogos Didáticos

Utilizamos jogos didáticos (cruzadinha da Física, jogo dos sete erros, Caça Palavras e campeonato de avião de papel) como forma avaliativa dos alunos. Essa forma

lúdica de avaliar teve como um dos objetivos criar oportunidades onde o desafio e a curiosidade possam facilitar a construção do conhecimento.

4.4 – Procedimentos

O primeiro momento correspondeu a aplicação de um teste de múltipla escolha (pré-teste) para as turmas do segundo ano do ensino médio. Essa etapa foi aplicada pelos professores de Física das duas escolas pois, não queríamos que nossa presença interferisse nos resultados como uma possível inibição dos alunos na resolução do questionário.

O primeiro contato com as turmas aconteceu na semana seguinte, onde foi solicitado que os alunos construíssem aviões de papel e os lançassem na sala de aula. Ou seja, partimos de uma atividade lúdica com aviões de papel para induzir aos alunos a se indagarem e se expressarem a respeito de “Por que os aviões voam?” Em seguida foi apresentado com, o uso de *slides* (APENDICE G) cada etapa do projeto. Utilizamos alguns vídeos do campeonato mundial de avião de papel e aplicamos o Questionário do Tipo Investigativo. No encontro seguinte, fizemos uma apresentação da História e Evolução do Avião. Como forma de ajudar aos alunos a fixarem as informações apresentadas, aplicamos o primeiro jogo avaliativo a Cruzadinha da Física.

A segunda etapa correspondeu à aplicação de um material apostilado que foi elaborado especialmente para a realização dessa pesquisa, como foi apresentado no Capítulo 3. Este material foi dividido em duas partes, a primeira em forma de revisão de alguns conceitos referentes à Mecânica, os quais influenciam em um voo de avião. A outra parte correspondeu aos conceitos de Hidrodinâmica, conceitos, teorias que expliquem o porquê dos aviões voarem. No APENDICE H podemos observar os slides utilizados para a aplicação do material apostilado.

Antes de utilizarmos este material foi pedido, em primeira instância, para que os alunos construíssem aviões de papel na sala e executassem lançamentos. De início os alunos ficaram retraídos, mas logo em seguida interagiram com a dinâmica e a sala de aula foi tomada por aviõezinhos. Nesse momento os alunos eram instruídos das diferentes formas de lançamentos e os vários tipos de modelos de aviões de papel. Logo em seguida, dirigimos para o pátio das escolas e os alunos lançaram ou pelo menos tentaram lançar os aviões de papel. Muitos alunos não sabiam e ou não conseguiram

construir nenhum modelo de avião, mas sentiram-se estimulados e com interesse em aprender a construir.

Dividimos a aplicação da sequência didática em três momentos, no total foram oito aulas.

1º momento: (Arrumando a bagagem) revisão de conceitos como velocidade, aceleração, leis de Newton, velocidade relativa entre outros.

Realizamos algumas experiências como ação e reação utilizando o balão e o canudo, corrida em sala onde calculamos a velocidade dos alunos para percorrer um espaço demarcado, seguidas pela construção de gráficos. O passo a passo desta dinâmica e experimento se encontram no APÊNDICE B do material apostilado. Para esse momento foram utilizadas duas aulas consecutivas.

2º momento: (primeira parada na Aerodinâmica parte I)

Foi apresentada a geometria do avião, os tipos de escoamento, perfil das asas do avião, explicação do voo do avião pelas leis de Newton e algumas curiosidades a respeito da Física do voo. Este material contém um pequeno texto retirado do livro do Greff com o título “Aprenda a voar em cinco minutos”. Para a execução desse momento utilizamos três aulas.

3º momento: (segunda escala na Aerodinâmica parte II)

No terceiro e último momento do uso do material, o conteúdo ensinado foi a equação de Bernoulli, referente às forças aplicadas em um avião, Efeito Magnus e Efeito Coanda, seguidos de uma sequência com três experimentos, que se encontra na última página do material. Para o desenrolar desse momento foram utilizadas três aulas.

No final desses três momentos pedimos que os alunos expressassem suas opiniões e ideias sobre as aulas, vídeos, slides, material apostilado e experimentos. Para isso, entregamos uma folha que continha um desenho de um computador (APÊNDICE I) e pedimos para que os alunos “postassem” suas opiniões.

A terceira etapa aconteceu no laboratório de informática para que fosse possível utilizarmos as simulações do software Modellus do voo de um avião e de um aviãozinho de papel. Apresentamos para os alunos no laboratório de informática o software Modellus, sua interface, funções, objetivos e ferramentas. Em seguida, foi realizada uma revisão das principais forças que atuam em um avião. Depois foi apresentado duas simulações no Modellus, nas quais os alunos faziam o papel de piloto controlando o avião por três comandos o Flap, Profundor e Turbina. A primeira simulação modelava o voo de um avião do tipo “real”, na segunda era simulado o

lançamento de um avião de papel. Através dessa atividade eles podiam exercitar os conhecimentos adquiridos através da tentativa de se controlar o voo do avião. Após a simulação computacional aplicamos o Questionário sobre o software *Modellus*.

A etapa de número quatro correspondeu à realização de uma oficina de construção de aviões de papel, na qual foi ensinado a construir e lançar 4 modelos diferentes de avião de papel. Logo em seguida, realizamos um pré-campeonato de avião de papel entre as turmas, para selecionarmos os cinco melhores de cada sala, para que assim eles pudessem participar do Campeonato de avião de Papel, realizado na Universidade Federal de Sergipe, onde as duas escolas disputariam entre si.

Na quinta etapa, como uma das formas avaliativas, aplicamos novamente o teste de múltipla escolha (pós-teste), como também utilizamos dois tipos de jogos avaliativos. O jogo de Sete Erros e o do Caça Palavras como mais um instrumento avaliativo.

Capítulo 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos aqui os resultados quantitativos e qualitativos resultantes da aplicação de uma sequência didática, no Centro de Excelência Ministro Marco Maciel (C.E.M.M.M) e o Colégio de Aplicação (CODAP) da Universidade Federal de Sergipe. Os dados quantitativos foram obtidos pela aplicação de um teste avaliativo de questões de múltipla escolha, denominados de pré-teste e pós-teste. Os mesmos foram aplicados no início e no final da interferência. Os dados do tipo qualitativos foram alcançados pela aplicação de questionários abertos e a da coleta dos depoimentos dos alunos, após cada intervenção.

Inicialmente, 82 alunos participaram das nossas atividades, somando os alunos do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel e do CODAP. No pós-teste esse número sofreu uma alteração e passou para 80 alunos no total. Esses dois alunos que faltaram foram do Colégio de Aplicação, não compareceram às atividades de simulações computacionais, campeonato e aplicação do pós-teste.

Do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel participaram um total de 58 alunos, sendo 24 alunos do 2ºA, 18 alunos do 2ºB e 16 alunos do 2ºC. Essa quantidade permaneceu constante em toda a coleta. Os alunos do Colégio de Aplicação inicialmente somavam-se 24 e no final concluímos com 22 alunos. Todos os testes, questionários e depoimentos foram feitos sem identificação dos nomes dos discentes, tendo apenas que definir o sexo e a idade.

As análises dos dados coletados serão separadas por escolas, para que assim possamos fazer uma comparação do rendimento dos alunos. Pois, no Centro de Excelência Ministro Marco Maciel a nossa sequência foi interrompida por aproximadamente 5 semanas devido à greve e ao período de avaliações dos alunos. É importante ressaltar que mesmo com essa interrupção os estudantes da primeira escola, não perderam o interesse pelo projeto. Se mostraram preocupados, com a continuidade das atividades após a greve.

5.1 - Desempenho dos Alunos no Pré-Teste

O pré-teste foi o primeiro contato dos alunos com o nosso projeto. Este foi aplicado pelo professor efetivo da disciplina de Física de cada escola, porque, não queríamos interferir nos possíveis resultados desse teste, devido a um possível acanhamento ocasionado pela presença de “estranhos” em sala de aula. Isso poderia causar nos discentes receios em serem avaliados e consequentemente não levarem a sério o nosso questionário avaliativo, já que o objetivo desse teste é identificar as concepções alternativas dos alunos em alguns conceitos Físicos, que servirão como base no entendimento da Hidrodinâmica.

Como foi dito na metodologia, o pré-teste é formado por 13 questões com quatro alternativas cada, sendo apenas uma correta. O tempo de duração da aplicação deste foi de um horário de aula, ou seja, cinquenta minutos. A nosso pedido, os professores registraram esse momento em forma de áudio, fotos e vídeos.

Apesar de o teste aplicado ter sido individual, os alunos debatiam entre eles as questões. Foi percebido, que eles faziam gestos com as mãos, canetas e cadernos como se estivessem simulando as questões, as quais estavam sendo discutidas no momento.

Do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel, obtivemos a partir do pré-teste uma média de 4,2. Para o Colégio de Aplicação o valor da média encontrado foi de 5,3. Estes valores foram calculados com o somatório da quantidade de acertos de cada questão dividido pela quantidade total de alunos. Nas **tabelas 01 e 02**, estão representados respectivamente, todos os dados obtidos no pré-teste do C.E.M.M.M e CODAP. Para cada alternativa é apresentada a quantidade de alunos que a marcaram e na coluna seguinte este valor é apresentado em porcentagem. Os itens identificados com a cor vermelha representam a alternativa correta, logo sua quantidade de acerto seguido do valor da porcentagem encontrada.

Tabela 01- Resultado do Pré-Teste do Centro de Excelência Ministro Marco Maciel

Alternativa Questão	A	%	B	%	C	%	D	%
1	4	7%	27	47%	14	24%	13	22%
2	5	9%	13	22%	16	28%	24	41%
3	3	5%	22	38%	12	21%	21	36%
4	19	33%	19	33%	15	26%	5	8%
5	17	29%	16	28%	9	15%	16	28%
6	7	12%	7	12%	10	17%	34	59%
7	10	17%	21	36%	16	28%	11	19%
8	9	16%	17	29%	26	45%	6	10%
9	11	19%	11	19%	14	24%	22	38%
10	29	50%	7	12%	9	16%	13	22%
11	9	50%	12	12%	19	16%	19	22%
12	6	10%	12	21%	22	38%	18	31%
13	2	4%	17	29%	18	31%	21	36%

Tabela 02- Resultado do Pré-Teste do Colégio de Aplicação (CODAP)

Alternativa Questão	A	%	B	%	C	%	D	%
1	4	17%	8	33%	5	21%	7	29%
2	0	0%	0	0%	2	8%	22	92%
3	3	13%	6	2%	7	29%	8	33%
4	12	50%	3	13%	7	29%	2	8%
5	7	29%	4	17%	2	8%	11	46%
6	3	13%	1	4%	1	4%	19	79%
7	1	4%	10	42%	10	42%	3	12%
8	3	13%	6	25%	8	33%	7	29%
9	5	21%	3	12%	7	29%	9	38%
10	3	12%	5	21%	5	21%	11	46%
11	6	25%	3	12%	10	42%	5	21%
12	1	4%	2	8%	15	63%	6	25%
13	2	8%	11	46%	9	38%	2	8%

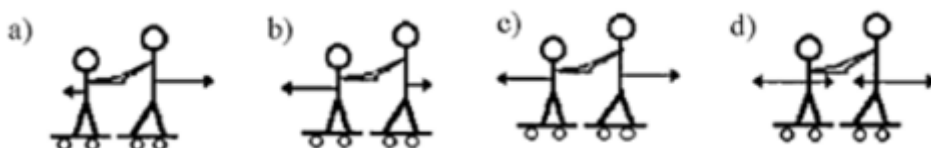
A seguir apresentaremos uma análise detalhada de cada questão, onde identificamos o objetivo central e abordaremos as possíveis concepções alternativas dos alunos na escolha dos itens. Para um melhor entendimento do texto e para evitar uma repetição constante do nome das escolas, vamos ordenar o Centro de Excelência

Ministro Marco Maciel como sendo a escola A e o Colégio de Aplicação como escola B.

01-Dois garotos, um grande e um pequeno, estão um de frente para o outro sobre skates, como mostra a figura.



Marque a alternativa que MELHOR representa a(s) FORÇAS(s) que atua(m) nos garotos, devido apenas a interação entre eles no momento em que os dois se empurram.



A primeira questão abordou o conteúdo referente a 3ª lei de Newton, tendo o objetivo de avaliar a interpretação dos alunos, considerando as forças vetoriais no exato momento que os bonequinhos se empurram. A alternativa correta é a opção “C”, onde podemos observar os vetores com o mesmo tamanho e sentidos contrários. Apenas 24% dos alunos da escola A e 21 % dos alunos da escola B acertaram.

A opção “B” apresentou a maior quantidade selecionada pelos alunos 47% (27 alunos) na escola A e 33% (8 alunos) na escola B. De acordo com estudo prévio de Ure et al(1994), o aluno que marcou esta opção analisou a intensidade da força comparando-a com o tamanho dos bonequinhos, o mais alto aplicaria uma força maior e o mais baixo uma força menor. A alternativa “D” também foi muito escolhida, seu percentual ficou entre 22% e 29%, respectivamente, nas escolas 1 e 2. Neste item foi possível perceber uma confusão na interpretação da terceira lei de Newton, considerando que foi esquecido que são aplicadas em corpos diferentes. Na **figura 10**, podemos observar um gráfico que apresenta a porcentagem total, obtida com o somatório dos resultados das duas instituições de ensino na primeira questão.

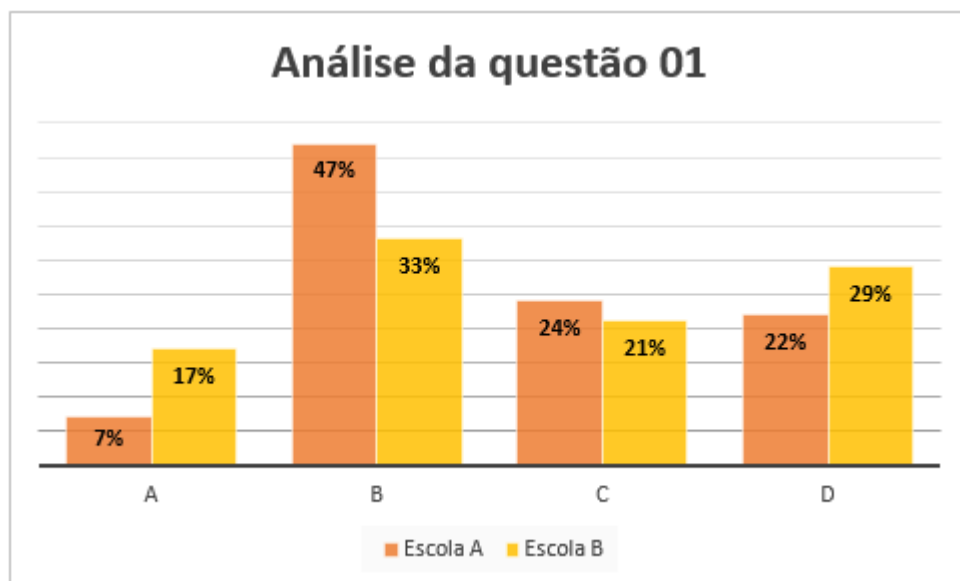
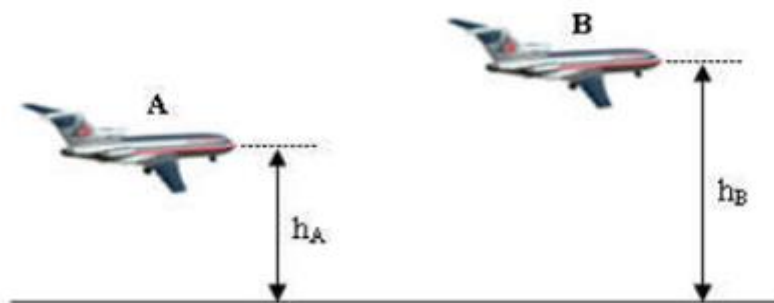


Figura 10- Gráfico da porcentagem total para cada resposta da questão 01 nas duas escolas.

02-A figura abaixo mostra dois instantes do movimento de um avião que voa na horizontal com velocidade constante, mas em altitudes diferentes.



A respeito da energia mecânica do avião pode-se concluir:

- A **energia cinética** do avião em **A** é **MAIOR** do que em **B**.
- A **energia cinética** do avião em **A** é **MENOR** do que em **B**.
- A **energia potencial gravitacional** do avião em **A** é **MAIOR** do que em **B**.
- A **energia potencial gravitacional** do avião em **A** é **MENOR** do que em **B**.

A segunda questão é mais direta e tem como intuito analisar a compreensão dos alunos a respeito de energia potencial e sua relação direta com a altura. A alternativa correta é a “D”. Na escola A 41% acertaram e na escola B 92% dos alunos acertaram. Isso mostra que os alunos apresentam bem definidos os conceitos de energia potencial e cinética. A opção “C” foi a segunda mais escolhida, 28% e 21% respectivamente. Esta alternativa é bastante semelhante com a “D”, abordam termo energia potencial e a

relaciona com a altura, diferenciando que no item “C” é feito uma relação inversa entre a energia potencial com a altura. É possível perceber na **figura 11** com o gráfico a quantidade total de cada item assinalado pelos alunos das duas escolas referente a segunda questão.

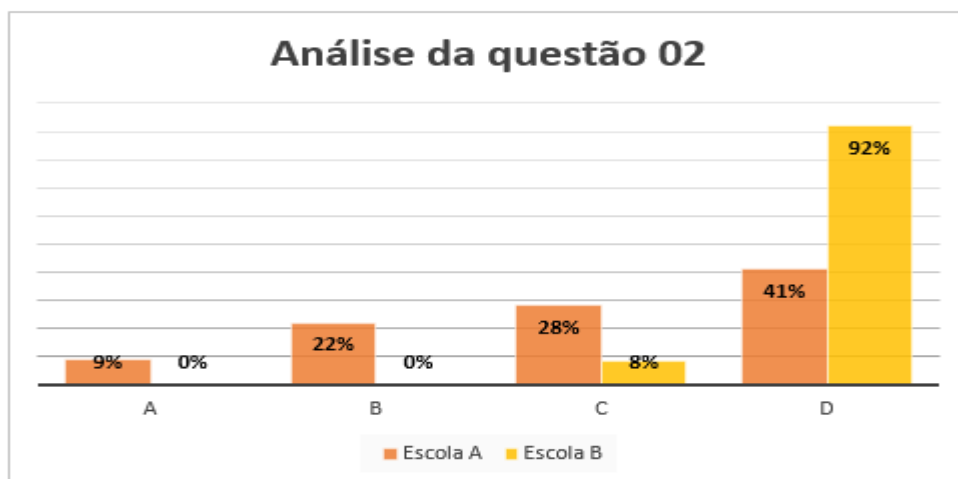
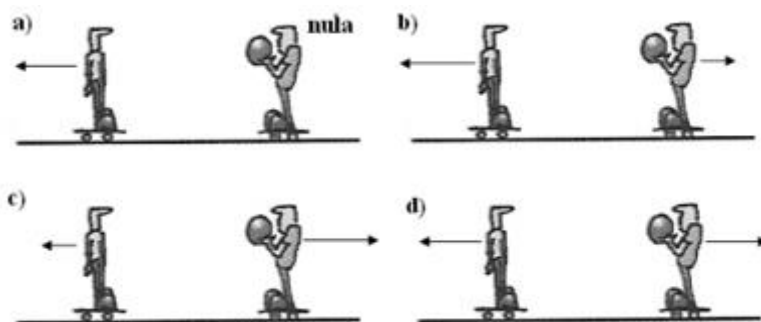


Figura 11- Gráfico da porcentagem total de resposta da questão 02 nas duas escolas.

03-Pedro e Paulo estão em pé sobre dois carrinhos que podem se movimentar com atritos desprezíveis sobre um plano horizontal no laboratório. No início, os dois estão em repouso, com Pedro segurando uma bola pesada.



Pedro lança a bola para Paulo, que a apanha e lança de novo para Pedro, o qual por sua vez a apanha, conservando-a com ela. Qual dos seguintes esquemas representa as QUANTIDADES DE MOVIMENTO de Pedro e Paulo no final da sequência?



A terceira questão tem o objetivo de demonstrar a conservação da quantidade de movimento. O aluno deveria ter atenção para o início da questão, em que se afirmava

que o atrito era desprezível, com isso a Quantidade de Movimento se conserva. Logo, a opção correta é a “D”, apenas 36% dos alunos do C.E.M.M.M acertam e 29% acertaram no CODAP.

O aluno que optou pela alternativa “C”, de acordo com Ure et al (1994) intuitivamente confundiu quantidade de movimento com força. Na primeira escola 38% dos alunos afirmaram que a correta era o item “B”, já no outro colégio 29% entendem que o correto é o “C”. Podemos perceber novamente a intuição dos alunos em relacionar que o garoto mais magro da imagem aplicaria uma força menor e receberia uma força maior do seu colega, pois este era mais “forte”. Podemos ter uma visão ampla dos dados dessa questão na **figura 12**.

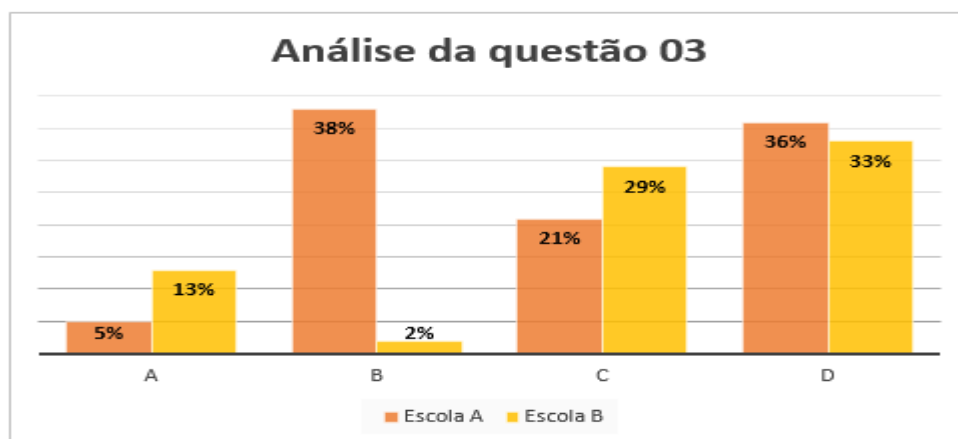


Figura 12- Gráfico do resultado total das respostas da questão 03 nas duas escolas.

04-Um avião está voando horizontalmente em linha reta como mostra a figura a seguir.



Nessa situação atuam sobre ele durante o voo as seguintes forças:

- A força peso P (para baixo).
- A força de sustentação S (para cima).
- A força de propulsão das turbinas E (para frente).
- A força de resistência do ar R (para trás).

Qual das opções a seguir relaciona corretamente os módulos dessas FORÇAS, se o movimento ocorre COM VELOCIDADE CONSTANTE?

- a) $P = S$ e $E > R$
- b) $P < S$ e $E > R$
- c) $P = S$ e $E = R$
- d) $P = S$ e $E < R$

A quarta questão aborda a distribuição das forças que atuam no avião em movimento. Como a velocidade é constante, logo as forças se igualam. Por isso a alternativa correta é a letra “C”.

A opção “A” indica que o aluno pensa que para o avião estar em movimento a força de Propulsão (sentindo para frente) deve ser maior que a força de resistência. Os alunos que escolheram a alternativa “B”, deduziram que para o avião subir a força de Sustentação deve superar a força Peso, juntamente com a força das turbinas necessita ser superior a força de resistência do ar. Apenas 23% dos alunos do C.E.M.M.M acertaram essa questão e no CODAP este valor foi de 29%. As alternativas “A” e “B” tiveram a mesma porcentagem de 33% na primeira escola.

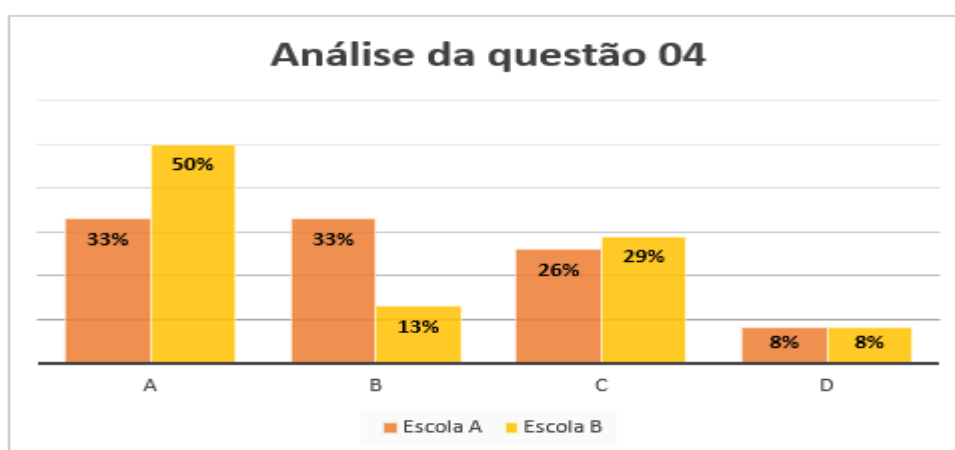
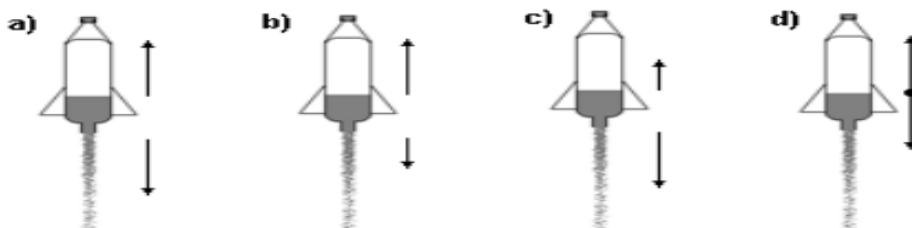


Figura 13- Gráfico do resultado total em forma de porcentagem de respostas da questão 04 nas duas escolas.

05- Marque a alternativa que melhor representa a força de AÇÃO E REAÇÃO que atuam no sistema.



A quinta questão tem o objetivo avaliar se o que o aluno consegue identificar o par de ação e reação na figura. É bem semelhante à primeira questão, também aborda a 3ª lei de Newton. A opção “A” é a correta, com 17% de acertos para a Escola A e 29% para Escola B. Na **figura 14**, o gráfico representa as porcentagens de indicações de cada alternativa de ambas as escolas.

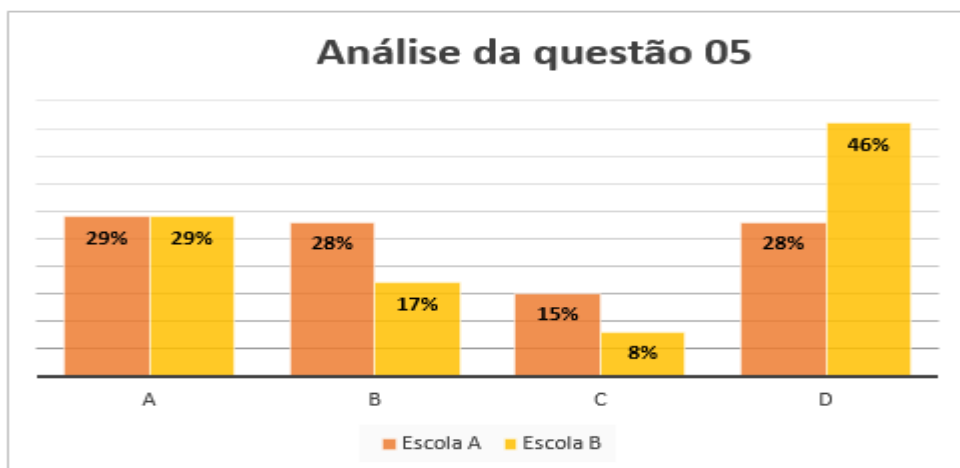


Figura 14- Gráfico do resultado total em forma de porcentagem de respostas da questão 05 nas duas escolas.

Podemos perceber que a alternativa “D” obteve uma maior porcentagem sendo 28% e 46%, respectivamente, para as escolas A e B. Ou seja, os alunos sabiam o que era ação e reação mas confundiram com corpos iguais e diferentes. O item “B”, apresentou 28% e 17% de porcentagem total, o que indica que, provavelmente, os discentes interpretaram que para subir o foguete precisa de uma força para cima maior que a força para baixo.

06- (UFPE) A figura abaixo mostra o movimento de uma pedra que foi lançada verticalmente para cima, a partir do solo.



A medida que a pedra SOBE livremente no campo gravitacional terrestre, AUMENTA:

- O módulo da **velocidade** da pedra.
- O módulo da **aceleração** da pedra.
- A **energia cinética** da pedra.
- A **energia potencial gravitacional** da pedra.

A questão 06 é tipicamente uma questão de vestibular, aborda o mesmo conteúdo da questão 02 e envolve conceitos de energia potencial e cinética. A alternativa correta é a “D”. Este item apresentou 59% de acertos para a Escola A e 79% para Escola B, como se pode ver na **figura 15**. Comparando os resultados da questão 02

percebemos que 56% do total de alunos das duas escolas acertaram-na e 65% no total dos alunos tiveram êxito na questão 06. Ou seja, os alunos estão mais acostumados a lidar com questões mais diretas.

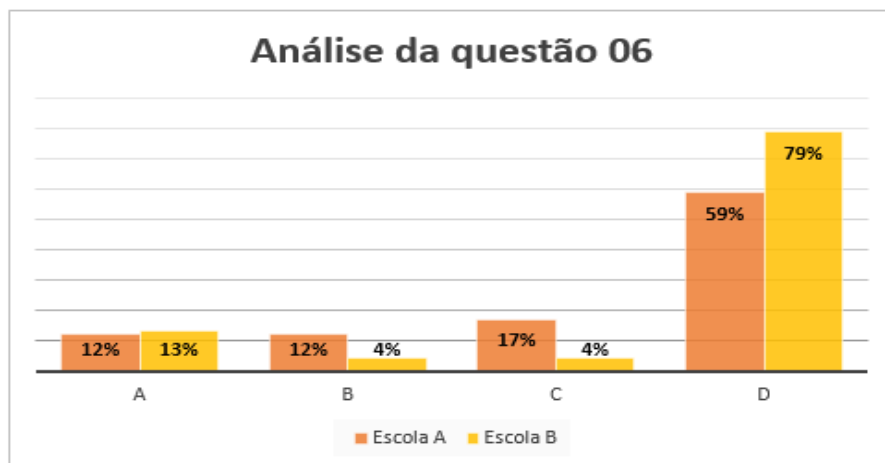


Figura 15- Gráfico do resultado total em forma de porcentagem de resposta da questão 06 nas duas escolas.

Na **figura 15** o gráfico é apresentado os valores das porcentagens para todos os itens da questão 06. A alternativa “A” apresentou em média 12% de porcentagem de marcação. Assim, pode-se entender que o aluno intuitivamente analisa que a pedra tem que ter uma velocidade cada vez maior para subir.

07-(Cesgranrio) Um palhacinho de papelão está suspenso a uma bola de aniversário. O conjunto paira no ar, sem subir nem descer.

Assim, é correto afirmar que a (o):

- Densidade do palhacinho é menor que a densidade da bola;
- Densidade do conjunto é igual à densidade do ar;
- Empuxo que o ar exerce sobre a bola é igual ao peso do palhacinho;
- O peso da bola é menor que o peso do palhacinho.



A questão de número 07 aborda conceitos referentes à Hidrostática, tem como objetivo que o aluno interprete a figura e faça uma análise do por quê o palhacinho está parado no ar. Essa questão tem um nível de dificuldade elevado, já que muitas vezes os alunos não conseguem visualizar a Hidrostática em gases, mas apenas em líquidos, pois uma boa parte das questões dos livros didáticos abordam.

Quando corpos, como o conjunto formado pelo palhacinho e balão, flutuam em um fluido, no caso o ar, implica dizer que o empuxo que o fluido aplica no corpo tem valor igual ao peso. Isto ocorre devido a densidade do conjunto ser igual a densidade do ar. Logo, a alternativa correta é a “B”. Na Escola A 36% dos alunos acertaram esta questão e na Escola “B” 42%. A partir da **figura 16** podemos observar as porcentagens de respostas para cada item dessa questão.

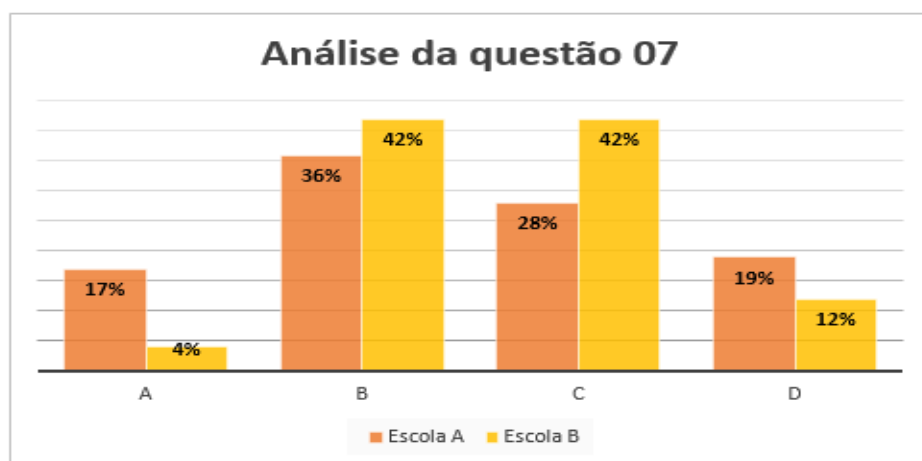
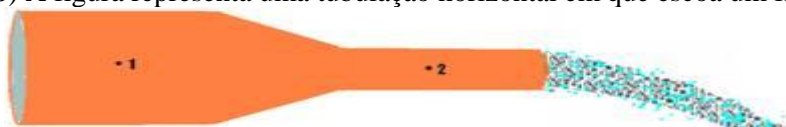


Figura 16- Gráfico do resultado total em forma de porcentagem de respostas da questão 07 nas duas escolas.

Percebemos que a alternativa “C” obteve 28% e 42%, respectivamente, nas escolas A e B. Esse item apresenta um erro porque ele despreza o peso do balão. Logo, esse item seria verdadeiro se no enunciado desprezasse a massa do balão. O aluno que marcou essa alternativa intuitivamente desprezou a massa do balão.

08-(UFSM-RS) A figura representa uma tubulação horizontal em que escoar um fluido ideal.



A velocidade de escoamento do fluido no ponto 1, em relação à velocidade verificada no ponto 2, e a pressão no ponto 1, em relação à pressão no ponto 2, são

- a) maior, maior
- b) maior, menor
- c) menor, maior
- d) menor, menor

Como podemos perceber a questão 08 trata sobre a equação da continuidade em uma tubulação ($A_1.V_1=A_2.V_2$). Sendo uma questão tirada de uma prova de vestibular, exige do aluno um conhecimento mais mecânico e menos interpretativo. A alternativa correta é a letra “C”, a vazão é igual nos dois pontos, logo quando temos uma área de secção transversal maior sua velocidade é menor. E uma menor velocidade de escoamento corresponde a uma maior pressão estática. Em ambas as escolas a maior porcentagem foi exatamente na alternativa certa, 45% para os alunos do Marco Maciel e 33 % pra os discentes do CODAP.

As alternativas “B” e “D” também tiveram uma porcentagem de escolhas considerável, mostrando uma troca conceitual a respeito da velocidade e pressão, estes valores são representados em formas de gráfico como mostra na **figura 17**. Como os alunos não tinham visto o conteúdo de Hidrodinâmica, acredita-se que eles responderam pela intuição ou “lógica de pensamento” como os mesmos falam nas gravações, fazendo comparação da tubulação da figura com uma mangueira.

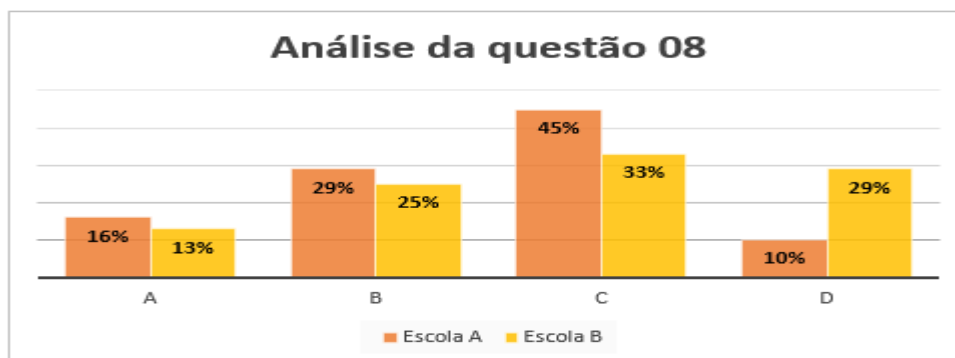
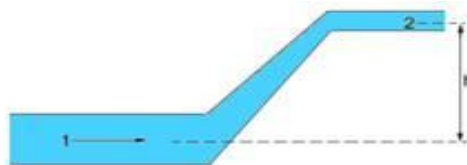


Figura 17- Gráfico da porcentagem de respostas da questão 08 nas duas escolas.

09-(UFMS) Água escoar em uma tubulação, onde a região 2 situa-se a uma altura h acima da região 1, conforme figura a seguir. É correto afirmar que:



- a) a pressão cinética é maior na região 1.
- b) a vazão é a mesma nas duas regiões.
- c) a pressão em 1 é menor do que a pressão em 2.
- d) a velocidade de escoamento é maior na região 1.

A nona questão aborda o Teorema de Bernoulli, o qual relaciona a pressão e a velocidade de um fluido ideal, incompressível, que escoar em regime laminar sob efeito da gravidade ao longo de um tubo de corrente. Na questão, o aluno deveria ter um conhecimento específico sobre Hidrodinâmica.

A alternativa correta é a “B”, a porcentagem dos alunos que acertaram foi de 19% na primeira escola e 12% para a segunda escola. Consideramos alta a porcentagem de acertos, pois os alunos não tiveram aulas sobre conteúdo abordado na questão. O que nos faz estimar que essa porcentagem de acerto ocorreu devido a análise da figura em forma de dedução ou simplesmente “arriscaram” esta alternativa.

Percebemos que mesmo 41% do total dos alunos das duas escolas acertando a questão de número 08, eles apresentaram dificuldades para interpretar a questão 09, isso pode ser justificado devido a utilização de termos não conhecidos por eles como por exemplo pressão cinética e vazão.

A alternativa que mais foi assinalada foi a “D”, com 38%. Este valor foi igual para as duas escolas. Podemos perceber que intuitivamente o aluno respondeu essa alternativa analisando que a velocidade no ponto 1 da tubulação tem que ser maior para a água poder subir e atingir o ponto 2. O segundo item que teve grande porcentagem de marcação foi a opção “C” com 24% para o C.E.M.M.M e 38% referente ao CODAP. Com a **figura 18** podemos perceber no gráfico que as porcentagens dos resultados das escolas, apresentam um notável equilíbrio entre as alternativas e as indecisões dos alunos.

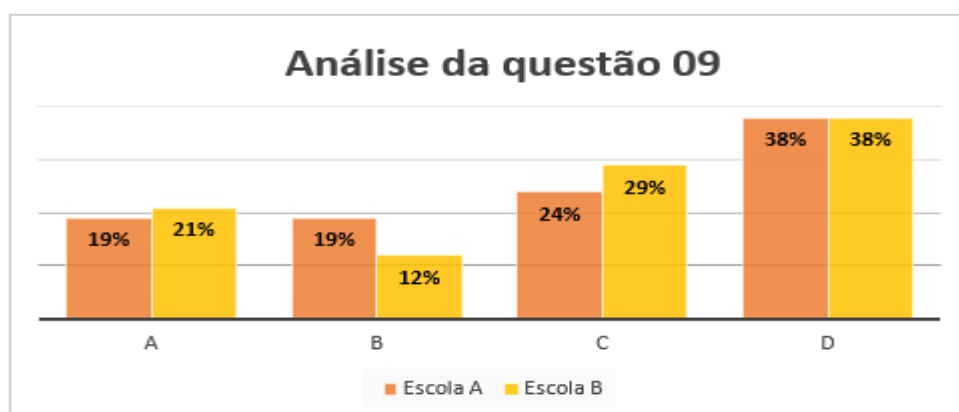


Figura 18- Gráfico da porcentagem total de respostas da questão 09 nas duas escolas.

10- Quanto maior a velocidade do escoamento, maior será a pressão dinâmica e menor a pressão estática. Esta é a definição do teorema de:

- a) Arquimedes.
- b) Venturi.
- c) Bernoulli.
- d) Pascal.

A décima questão vem com o objetivo de verificar a capacidade do aluno em fazer a relação entre o processo físico e o teorema. Neste caso, o enunciado da questão aborda o teorema de Bernoulli, sendo assim, a alternativa correta é a “B”. A partir desse enunciado o aluno com uma boa interpretação conseguiria resolver as questões 08 e 09.

Fazendo uma análise da primeira escola percebemos que 16% dos alunos acertaram esta questão e que 50% dos alunos afirmaram que esse teorema era de Arquimedes. Podemos interpretar esse fato devido à “fama” este cientista diante dos alunos do Ensino Médio. Para a segunda escola 46% marcaram Pascal e apenas 21% assinalaram Bernoulli. Os alunos da segunda escola estavam tendo aulas sobre o conteúdo de Hidrostática isso pode ter contribuído para eles escolherem a alternativa “D”.

Apresentamos na **figura 19** o gráfico com os valores da porcentagem total dos resultados obtidos na questão 10. Percebemos que 39% dos alunos identificaram Arquimedes e 29% citaram Pascal, ou seja, os cientistas citados no conteúdo do primeiro ano do Ensino Médio.

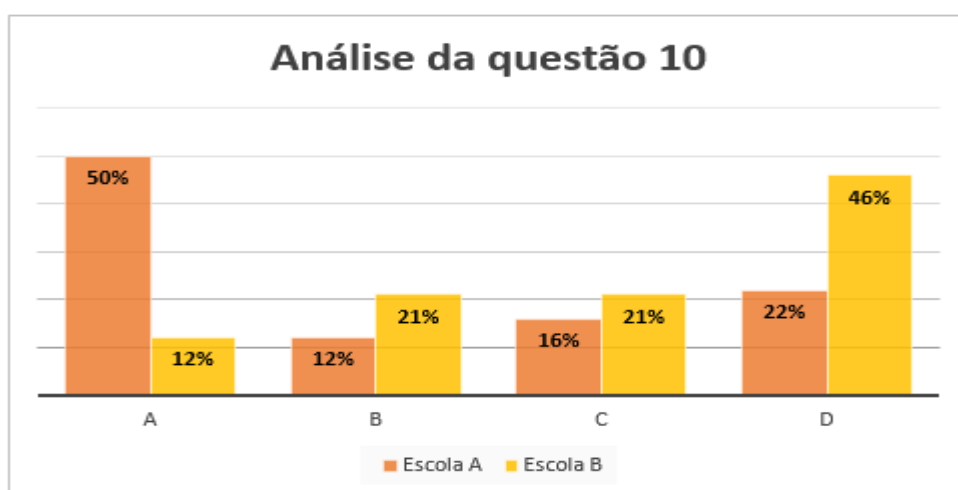


Figura 19- Gráfico da porcentagem total de respostas da questão 10 nas duas escolas.

11-Se a área da asa aumentar a sustentação:

- a) Diminui.
- b) Fica inalterada.
- c) Aumenta.
- d) Dobra de valor.

A questão 11, bem simples e direta, exige do aluno conhecimento específico ou uma noção da relação do tamanho da asa e as principais forças que atuam no avião. Sabemos que o item correto é o “C”, aumentando a área da asa do avião, a força de sustentação será aumentada. Mesmo o aluno não tendo estudado nenhum conceito aerodinâmico, por uma questão de interpretação ele poderia responder esta questão com dados da questão 04, onde afirma o sentido da força de sustentação.

Na escola A 16% dos alunos acertaram esta questão e 42% na escola “B”. A alternativa “A” apresentou o maior percentual de escolha pelos alunos, sendo 50% e 25%, respectivamente, os valores para as escolas. Para estes valores altos de porcentagem no item “A”, podemos entender que a maioria dos alunos consideraram a força de Sustentação como se fosse a pressão, fazendo uma relação inversamente proporcional à área ($P=F/A$), ou seja, aumentando a área a pressão diminui. Podemos observar as porcentagens para cada item marcado das escolas A e B Na **figura 20**.

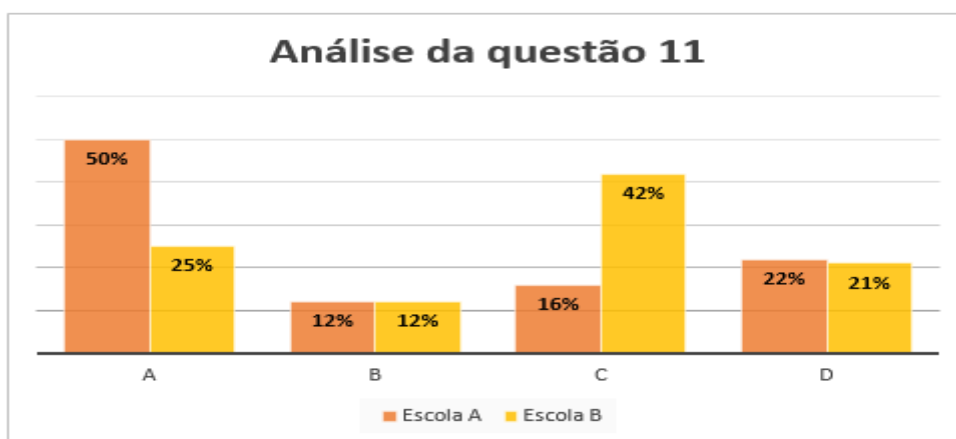


Figura 20 - Gráfico da porcentagem total de respostas da questão 11 nas duas escolas.

12- Qual o nome da força perpendicular à direção do vento relativo que sustenta o peso da aeronave?

- a) Arrasto.
- b) Centro de pressão.
- c) Sustentação.
- d) Centro de gravidade.

A pergunta de número 12 se apresenta como uma questão de teor interpretativo, onde na própria pergunta existe a resposta. Pela palavra SUSTENTA o aluno poderia diretamente relacionar com SUSTENTAÇÃO. Logo a alternativa correta é a “C”. Embora, 38% dos alunos da Escola A assinalaram este item e 31% dos alunos responderam que o nome da força é Centro de Gravidade, ou seja, letra “D”. Já na Escola B obtivemos 63% de resposta na alternativa correta e apenas 25% dos discentes registraram o Centro de Gravidade como resposta.

Defendemos que os alunos selecionaram o item “D” por recentemente terem estudado conceitos de Estática e Centro de gravidade. Com isso, podemos entender que os alunos fazem relação com aquilo que está sendo estudado no momento. Fazendo-nos perceber que a aprendizagem foi mecânica. Na **figura 21** podemos observar o gráfico que as porcentagens de cada escola para esta questão.

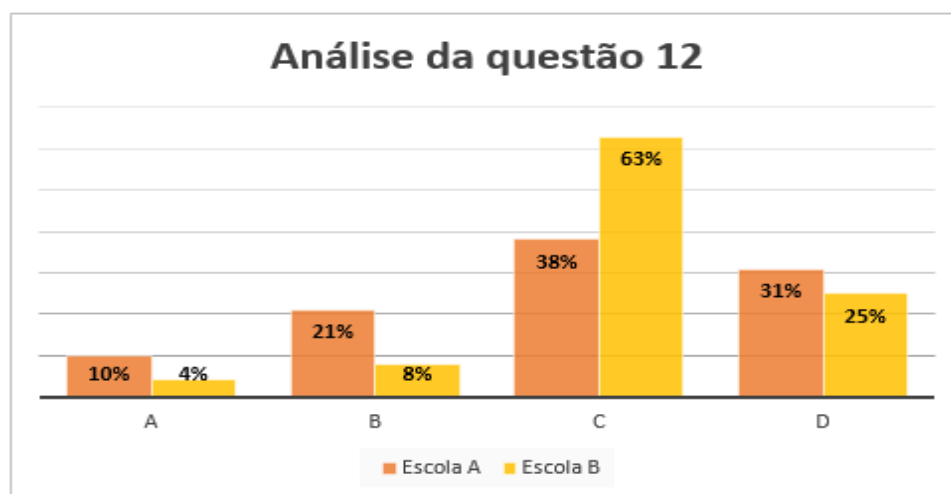


Figura 21- Gráfico da porcentagem total de respostas da questão 12 nas duas escolas.

13- O vento aparente que sopra no sentido contrário ao movimento de um corpo em movimento na atmosfera, chama-se.

- a) Vento absoluto.
- b) Vento barométrico.
- c) Vento relativo.
- d) Vento de gradiente.

A questão 13 está praticamente respondida na questão de número 12. O objetivo dessa pergunta era fazer o aluno identificar o nome do vento atua no avião no momento do voo. A resposta correta é a alternativa “C”, tivemos 31% de acertos na escola A e

38% na escola “B”. O item “B” apresentou 29% na escola A e 46% na escola B. Observando as gravações os alunos tercem comentários sobre esta questão:

“... acho que é a letra b esse nome difícil deve ser esse...”

“...como na Física tem muito nome estranho acho que é a letra b, nem sei o que é isso”.

“...nome esquisito o que é isso (risadas) é esse mesmo coisa difícil nome complicado, vou marcar esse...”

Podemos perceber como uma grande parte dos alunos pensam a respeito da Física, quando expressam coisas difíceis e nomes complicados. Na **figura 22** observamos no gráfico os dados obtidos nessa questão.

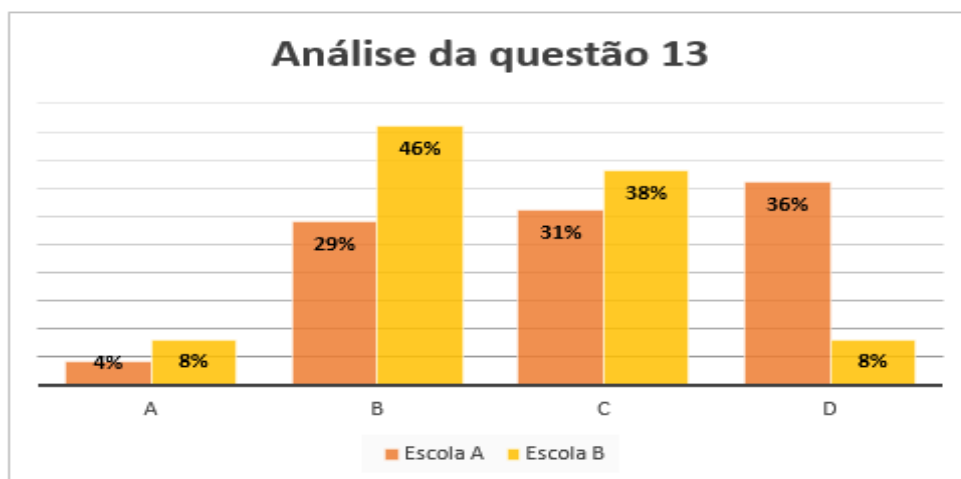


Figura 22- Gráfico da porcentagem total de respostas da questão 13 nas duas escolas.

Após a análise dos resultados do pré-teste, percebemos que os alunos das duas escolas utilizadas apresentam dificuldades conceituais e modelos mentais parecidos aos apresentados em trabalhos como URE et al, (1994) e Mendes (2009).

5.2 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DO TIPO INVESTIGATIVO

Nosso primeiro contato com as turmas, aconteceu com a apresentação do projeto em formas de slides (Apêndice VIII), quando apresentamos passo a passo da sequência didática e informamos aos alunos sobre o Campeonato Mundial de avião de papel, onde foi mostrado vídeos da final do último Campeonato Mundial como também vídeos de

eliminatórias em algumas regiões. Após essa apresentação aplicamos o questionário do tipo Investigativo, composto por 5 questões do tipo abertas. Como foi relatado na metodologia, este questionário serviu para fazermos um diagnóstico da turma, no que diz respeito ao interesse em participar do projeto, como também quanto aos seus conhecimentos da Física e curiosidades sobre aviões.

A questão 01: (*O tema do projeto lhe despertou interesse? Justifique*). Fazendo uma análise dos resultados encontrados na escola A percebemos que os alunos se demonstraram interessados e motivados para a participação do projeto foram 84,4% (49 alunos), pois responderam que Sim, sentiram-se motivados e interessados e apenas 15,5% (09 alunos) afirmaram que o projeto interessava mais ou menos. Para a escola B, 78,2 % dos alunos responderam Sim e 21,7% afirmaram que mais ou menos. Notamos que para as duas escolas quase todos os alunos demonstraram interesse em participar do projeto. Apresentaremos algumas justificativas utilizada pelos alunos de ambas as escolas para responder questão 01:

ALUNOS DA ESCOLA A	ALUNOS DA ESCOLA B
<i>“pois quero saber como um objeto tão pesado pode voar”.</i>	<i>“me despertou curiosidade, a relação de avião de papel com um avião de verdade”.</i>
<i>“porque é um termo que esta em discussão na mídia no momento” .</i>	<i>“me causa interesse em saber como vamos aprender Física com um avião de papel” .</i>
<i>“apesar de ver aviões todos os dias eu não sei como eles voam, vai ser interessante entender” .</i>	<i>“não gosto de Física mas acho que vai bom esse projeto pois vai ser diferente das aulas que é só formulas e contas”</i>
<i>“porque acho interessante algo tão pesado e grande conseguir voar, é intrigante” .</i>	<i>“curiosidade, pois é ótimo entender com funciona a aerodinâmica do avião” .</i>
<i>“nunca parei para pensar sobre o assunto, mas quando o projeto apareceu fiquei empolgado”.</i>	<i>“apesar de ver aviões todos os dias eu não sei como eles voam, vai ser interessante entender” .</i>

A questão de número 2 (*Por que os Aviões Voam? Justifique*). Para os alunos da escola A 74,2%(43 alunos) afirmaram que não sabiam o por que os aviões voam e

apenas 25,8% (15 alunos) alegaram que sabiam e justificaram. Apresentaremos aqui algumas justificativas mais citadas pelos alunos para explicar o porquê os aviões voam.

“porque tem asas” (aluno 1),

“Porque tem turbina” (aluno 2),

“Pela força do empuxo” (aluno 3).

Os 20,8% (5 alunos) dos alunos da escola B afirmaram que não sabiam por que os aviões voam e 79,2%(19 alunos) asseguraram que sabiam e justificaram. Apresentaremos aqui algumas justificativas citadas pelos discentes.

“Devido as leis da Física”(aluno 1),

“por causa da sua velocidade, motor, asa e etc” (aluno 2),

“pois tem asas” (aluno 3),

“devido a capacidade de sustentação “(aluno 4),

“porque conseguem anular o peso” (aluno 5).

A terceira pergunta (*Quais conteúdos Físicos estão envolvidos em um voo de um avião?*). Os alunos de ambas as escolas citaram conteúdos como velocidade, aceleração, empuxo, dinâmica, densidade, MRU (Movimento Retilíneo Uniforme), energia, gravidade, impulso, hidrostática, força, MRUV (Movimento Retilíneo Uniforme Variado), forças aerodinâmicas, pressão.

Para a questão de número 4 (*Você percebe alguma relação entre o voo de um avião de papel e um avião “normal?”*), obtivemos 100% de respostas “SIM”, comprovando que eles percebem uma relação entre os voos dos aviões de papel e um dito como “real”. Os comentários mais citados foram :

“Um tem motor e outro não, mas ambos voam dependendo do vento”

“porque dependem da velocidade para se sustentar”

“as forças aerodinâmicas são as mesmas”

“o formato”

A questão de número 5 (*Você sabe fazer aviões de papel?*) teve como objetivo coletar informações para elaborarmos a oficina de aviões de papel. Na escola A 82,7% dos alunos afirmaram que NÃO sabiam fazer aviões de papel e apenas 17,3%

conseguiram construir aviões de papel. Para a escola B 54,2% afirmaram NÃO saber fazer aviões de papel e 45,8% garantiram saber construir aviõezinhos.

A partir da análise dos dados desse Questionário Investigativo, podemos entender o pensamento dos alunos a respeito do tema do nosso projeto e o que esperam do nosso projeto. Utilizamos os dados encontrados para servir como ponto de partida para o decorrer dos nossos encontros.

5.3 - DESEMPENHO DOS ALUNOS NA CRUZADINHA DA FÍSICA

Na aula seguinte foi apresentado a parte histórica que envolve a evolução dos aviões, com slides que estão em no (APÊNDICE H). Para complementar essa aula utilizamos vídeos disponíveis na internet (os links desses vídeos se encontram nas referências bibliográficas). Para fixar as informações dadas em sala, aplicamos uma Cruzadinha da Física a qual apresentava perguntas relacionadas a parte histórica e sobre algumas forças aplicadas no voo de um avião.

Foi pedido para os alunos se organizarem em grupos de 4 componentes para resolverem as Cruzadinhas. O tempo médio que os discentes em ambas as escolas levaram para responder a atividade foi em torno de 15 minutos, aproximadamente. Alguns grupos terminaram em menos ou mais tempo. Uma dificuldade apresentada foi com a forma de escrever as palavras corretas nos espaços destinados na cruzadinha. Essa forma avaliativa, ajudou os discentes a testarem sua real compreensão dos slides apresentados. Como resultado percebemos que os alunos prestaram atenção no jogo, pois 100% dos alunos conseguiram preencher toda a cruzadinha da Física.

5.4 - OPINIÕES SOBRE OS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DO MATERIAL APOSTILADO

Apresentamos a seguir algumas opiniões em forma de postagens. É importante salientar que redigimos da mesma forma como os alunos se expressaram. As opiniões foram bastante interessantes e constataram que essa sequência foi de agrado dos alunos e esses afirmaram que facilitou na aprendizagem dos conteúdos da Física. Seguem alguns comentários nas palavras dos próprios alunos das duas escolas.

“As aulas foram bastante dinâmicas e divertidas. Estou ansiosa pelas outras aulas!”

“Foi ótima! Me diverti e aprendi muito! #MUITO MASSA”

“Aula muito dinâmica, com muitas risadas e conhecimentos”

“Muito legal, isso que é ensinar Física”

“Ótima aula, consegui entender muito”

“Aprender brincando! Que sonho, que legal”

“A aula foi massa! Foi bem produtiva, nós revisamos alguns conceitos básicos e fizemos experimentos que nos ajudaram a entender a Física envolvida nos voos dos aviões.”

“Foi uma aula muito interessante, aprendi coisas as quais não sabia. Um modo muito legal de aprender Física. # quero sempre”

“Gostei de tudo e estou aprendendo a amar a Física!”

“Nova maneira de conhecer a Física, adorei”

5.5 - Resultados do questionário sobre o Software *Modellus*

Como forma de avaliação para esta atividade, foi pedido para que os alunos respondessem a um questionário contendo seis questões a respeito do software *Modellus*. A seguir apresentaremos a análise desse questionário das duas escolas.

A primeira pergunta do questionário (*Você gostou das simulações? Justifique*), apresentava três alternativas: sim, não e mais ou menos. Dos alunos do C.E.M.M.M 63,7% (37 alunos) responderam que gostaram SIM das simulações e 36,3% (21 alunos) afirmaram que gostaram MAIS OU MENOS. Apresentamos a seguir uma amostra das justificativas utilizadas pelos alunos do CEMMM que afirmaram SIM.

“gostei pois aprendi mais sobre avião e deu pra colocar em pratica tudo que a professora ensinou”

“pois o software simula as fórmulas matemática de forma intuitiva e divertida”

“muito divertida, e legal, queria em mais assuntos da física”

“porque é uma forma de demonstrar onde a física age no nosso cotidiano, nesse caso no avião.”

Justificativa para os que afirmaram MAIS OU MENOS:

“O computador estava muito lento e não tinha a opção de trocar o modelo do avião”

“porque o avião decolava muito rápido, e cai muito rápido também”

“pois não tinha espaço para fazer bastante manobras.”

“eu não conseguia controla-lo, mais é bem criativo.”

Para os alunos do CODAP, observou-se que 18,2% (4 alunos) assinalaram a alternativa MAIS OU MENOS e 81,2% (18 alunos) afirmaram que gostaram SIM das simulações. Apresentaremos algumas justificativas apresentadas pelos alunos para os que afirmaram SIM.

“são incríveis, põe toda a teoria de forma fantástica em prática”

“são bem estimulantes”

“foram ótimas, interativas e despertou em mim o interesse na ciência”

“porque podemos perceber o quanto o profundor, flape e turbina são características e influenciam em cada movimento”

“simulação muito dinâmica e interativa com os alunos”.

Justificativa para os que afirmaram MAIS OU MENOS.

“gostei mais não consegui mudar muito a rota do avião”

“gostei, mas o computador não ajudou deixando o processo lento”

“achei as simulações muito limitada”

Percebemos que para as duas escolas as simulações foram bem aceitas por parte dos alunos, mesmo os que marcaram a opção MAIS ou MENOS, afirmaram que gostaram, só que o computador utilizado tinha uma tela pequena ou estavam muito lento.

A segunda pergunta do questionário (O que você achou do software? Justifique), mostramos a visão geral dos alunos diante do Modellus. Analisando a escola A, percebemos que 53% dos alunos consideraram que o software era BOM e apenas 9% classificaram como regular, esses resultados estão representados no a **figura 23**.

Organizamos algumas justificativas dos alunos na **tabela 03**, onde podemos perceber as opiniões dos alunos na escolha das alternativas BOM, ÓTIMO e RUIM.

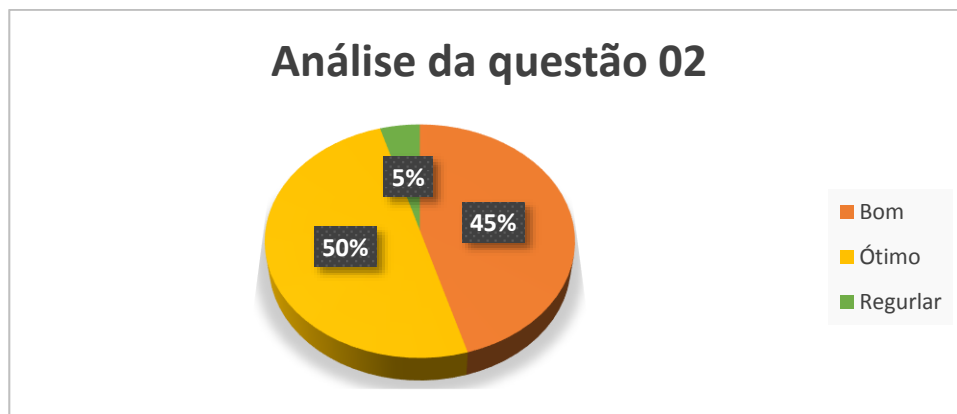


Figura 23- Gráfico da porcentagem total da questão 02 sobre o software Modellus da escola A.

Tabela 03- Justificativa dos alunos da escola A para a questão 02.

BOM	ÓTIMO	REGULAR
<i>“um bom aplicativo, mas queria que a tela fosse mais aberta para ver o avião lá em cima.”</i>	<i>“muito divertido, brincamos e aprendemos”</i>	<i>“computador lento, fazendo travar toda hora”</i>
<i>“o software é da hora, mas o computador não ajudou muito</i>	<i>“ele nos ajuda a entender melhor a dinâmica do avião e seus vetores”</i>	<i>“queria que fosse em 3D”</i>
<i>“ótima ferramenta para nos ajudar a entender a física”</i>	<i>“bem simples, porém, consegue abranger alguns funcionamento do avião”</i>	<i>“uma boa forma de distração”</i>
<i>“interessante, atrativo, divertido e me fez aprender a conteúdo”</i>	<i>“porque não é tão complicado é fácil de manusear”</i>	<i>“meu avião só cai”</i>
<i>“quero mais aula de avião, ajudou a compreender o assunto”</i>	<i>“ele deixa exemplos da física bem real”</i>	<i>“muito útil, mas falha no designer”</i>

Fazendo uma análise das respostas da segunda questão coletadas da escola B, obtivemos 50% dos alunos classificaram como Ótimo o software e 4,5% consideraram como Regular. Estes resultados estão melhor representados na **figura 24** Coletamos também a justificativa dos alunos para cada classificação dada a essa questão, podemos observar uma amostra dessas opiniões na **tabela 04**.

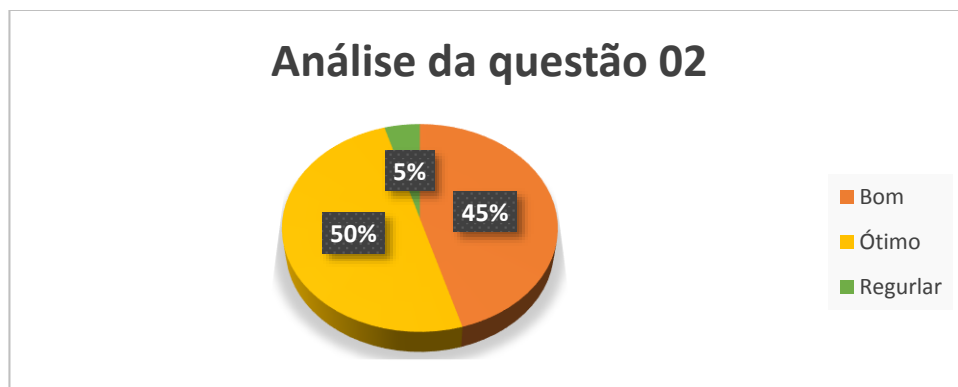


Figura 24- Gráfico da porcentagem total da questão 02 sobre o software Modellus da escola B.

Tabela 04- Justificativa dos alunos da escola B para a questão 02

BOM	ÓTIMO	REGULAR
<i>“porque dar pra gerar várias simulações”</i>	<i>“muito inteligente, prático e fácil”</i>	<i>“interessante porém limitado”</i>
<i>“bem legal e interativa”</i>	<i>“o software é bem simples e fácil de utilizar, podendo simular experiências. Se o aplicativo tivesse em 3D seria excelente.”</i>	
<i>“muito interessante”</i>	<i>“simulador muito bom, mas seria melhor se o PC não fosse lento como esse”</i>	
<i>“eu tive um pouco de dificuldade em manusear o avião”</i>	<i>“muito bom, mas nossa tela deveria ser maior para que pudéssemos acompanhar o movimento do avião.”</i>	
<i>“é interessante saber o porque do avião voar, deixando as aulas bastante interativas”</i>	<i>“muito inteligente, prático e fácil”</i>	

A questão de número 03 (*O uso do software Modellus proporcionou um melhor aprendizado do conteúdo explicado em sala? Justifique*). Esta pergunta tinha como objetivo saber se os alunos conseguiram aprender o conteúdo Físico. Obtivemos como resposta que 100% dos alunos das duas escolas afirmaram que o Modellus ajuda no aprendizado do conteúdo Físico. Podemos observar alguns comentários feitos pelos alunos das duas escolas.

“sim porque fica uma aula mais divertida”

“foi mais fácil aprender”

“pois ele mostrou na pratica as formulas e seus usos”

“sim pois vimos na pratica o que aprendemos em sala”

“porque o aluno aprende, não precisa decorar com software modellus, pois ele ajuda a se lembrar dos assuntos e não esquecer tão rapidamente.”

“sim, muita coisa que eu não tinha entendido na sala consegui entender com o programinha”

“sim puder entender a teoria com a prática”

A questão de número 04 (*Foi fácil acessar e interagir com o software Modellus?*). No C.E.M.M.M 8,6% dos alunos afirmaram que não, pois sentiram dificuldades no início para controlar o avião. E 91,4% afirmaram que é fácil SIM manusear e interagir com o Modellus. Para os alunos do CODAP esse valor foi diferente, todos os alunos (100 %) consideraram fácil manusear e interagir com Modellus.

A quinta pergunta deste questionário (*Esse tipo de atividade deveria ser utilizado com maior frequência nas aulas de Física? Justifique*). Para essa pergunta obtivemos da escola A como resposta que 3,4% dos alunos NÃO querem que esse tipo de atividade seja repetido em outras. Os alunos justificaram essa escolha com as seguintes opiniões: *“porque é difícil de controlar”*, *“só se o pc fosse mais rápido”*, *“NÃO É CHATO”*. Já 96,6% dos alunos dessa mesma escola concordaram que o uso das simulações deveria ser utilizada nas aulas de Físicas com uma maior frequência. Vejamos a seguir alguns comentários feitos por esses alunos:

“sim para ter mais aprendizado.”

“Sim para deixar a aula interessante pois mostra que podemos aprender se divertindo.”

“sim, para um melhor entendimento das formulas.”

“essas atividades por serem divertidas, chamam mais atenção das pessoas, levando a aprender o assunto divertindo.”

“com certeza pois de que adianta tanta teoria se nunca usamos, nem vemos.”

“sim porque ajuda no conhecimento e para interagir os alunos”

“sim, porque isso faz com que estudante tenha atração pelo conteúdo”

“com certeza, é sempre bom de sair da rotina e atividades mais dinâmicas, têm uma fixação melhor assunto aos alunos.”

Para os alunos da escola B apenas 9% (2 alunos) NÃO concordam em usar esse software, pois acham que os computadores da escola são muito lentos e prejudica o desenvolvimento do software. Para os 91% restantes dos alunos afirmaram que SIM, que o Modellus deve ser utilizado em outras aulas de Física. Apresentaremos uma amostra dos argumentos dos alunos para escolher a opção SIM.

“porque serve como incentivo ao aluno.”

“Bom, estas atividades deveriam ser mais freqüentes.”

“sim, para que pudéssemos ver de verdade em como a Física está presente em cada movimento.”

“sim, podendo visualizar quase que diretamente o que é visto em aula, nós alunos, nos interessamos mais pelo assunto.”

“Claro. Porque prova aos alunos que a Física tem aplicações muito úteis e divertidas.”

“ajuda a fixarmos melhor o conteúdo estudado.”

“é legal ter aulas teóricas, mas é preciso aprender na prática.”

“estimula o aprendizado promovendo diversão e conteúdo.”

“pois, não seria mais uma aula “chata” de Física, seria aula divertida e interessante.”

Já na questão de número 06, foi pedido para que os alunos tecessem opiniões (*Comentário, crítica, sugestão*) sobre as atividades de modelagens e simulações. As opiniões dos alunos quanto a esses aspectos foram bastantes favoráveis. Podemos perceber uma grande predominância de termos como: “achei divertida e interessante”, “muito produtiva”, “achei interativa e facilita a aprendizagem”. Esses termos nos indicam que os alunos tiveram interesse e se sentiram motivados com a aplicação do projeto e que esse software facilita a aprendizagem do conteúdo da Física.

“Achei divertida e interessante porém não me identifiquei”

“Poderia ser melhor se o computador tivesse ajudado”

“Foi uma atividade muito massa, aula interativa e prática é sempre legal”

“Achei difícil fazer o avião planar, mas é bem legal a ideia do aplicativo, com ele podemos aprender o que leva um avião voar mais tempo, percorrer por um espaço maior etc.”

“Tudo muito bom, perfeita a explicação e exemplos práticos muito divertidos”

“O software é excelente, com mais investimentos poderia entrar no mercado e divertir outros alunos. A iniciativa é muito boa”

“Bem legal, porém o computador deveria ser mais rápido”

“Foi ótimo, deveríamos adotar essas aulas práticas”

“Foram divertidas e produtivas. Apreendi a criar modelos de alcance e modelos planador. E com as simulações pude ter uma noção de qual força e qual altura devo aplicar”

“Eu achei bom e divertidas porque sai um pouco da velha rotina: Quadro e Caderno, e a aula fica bem mais divertida.”

“Muito boa, interessante e nova. Um ótimo meio de aprender mais sobre aviões. Só teria que ter uma explicação melhor sobre como controlar o avião. Mas foi tudo muito novo, legal divertido.”

“O simulador poderia ser mais extenso, para que pudéssemos fazer monobras.”

“uma boa forma de nós aprendermos mais sobre o assunto, e o que era apenas brincadeira virou conhecimento.”

Os alunos também sugeriram que outros professores poderiam também adotar procedimentos que seguissem essa metodologia, no intuito de tornar as aulas mais agradáveis.

“São legais, mas deveria ser usado mais vezes.”

“Gostaria que todas as aulas de física e de outras matérias, fossem feitas dessa forma”

“Eu queria que tivesse mais aulas assim”

“Ótima interativa e criativa. Só tem um problema, é que não tem sempre.”

“Gostei foi bem legal, o melhor de tudo é que aprendemos e ao mesmo tempo brincamos deveria ser mais utilizado.”

5.6 - OPINIÕES SOBRE A OFICINA DE AVIÕES DE PAPEL

Na oficina de aviões de papel ensinamos quatro modelos. Após a confecção de cada modelo, os alunos faziam lançamento na sala e podiam perceber as propriedades aerodinâmicas dos aviõezinhos e as diferentes maneiras de lançar cada modelo.

Pedimos que os alunos no final dessa oficina expressassem suas considerações em relação a oficina. As opiniões dos alunos foram bastante favoráveis. Na análise foi

percebido uma predominância de termos como: “muito divertido”, “super legal”, “Nas palavras dos próprios alunos, seguem uma amostra de alguns comentários.

“Uma aula bem proveitosa onde aprendemos e nos divertimos com a mesma intensidade.”

“Aula bem interessante e ótima! Aprendemos fazer 4 tipos de aviões e ainda revisamos conceitos da física # QueroBis# Bom demais”

“Aula bem bacana, consegui ver que há muitas coisas por trás do voo de um avião e aprendi a fazer AVIÃOZINHOS. # MASSA”

“Muito bom. Espero ter mais dessas aulas novamente.”

“Gostei muito da aula de hoje. Aprendi a fazer vários aviões e estou ansiosa para o campeonato, a senhora resgatou a, minha infância, obrigada.”

“Que aula boa! Muito divertida, animada! #Quero aula assim sempre”

“Gostei muito de hoje, foi uma aula interessante, aprendi não só fazer um aviãozinho de papel, mais dois. São modelos diferentes e eles tem jeitos diferentes quando são arremessados. Realmente mim divertir bastante.”

“A Aula de hoje foi muito divertida gostei muito pena que acabo tão rápido”

“Foi uma muito divertida, e também criativa, gostei, e era bom se fosse repetida várias vezes.”

“A aula foi ótima, aprendi fazer vários modelos de aviões, e seus conceitos. Foi realmente gratificante ter novos saberes.”

“Achei a aula super divertida, aprendemos 2 modelos de origami. Achei interessante o modelo como eles são feitos e como cada um tem um estilo, um é mais veloz e o outro é veloz porém plana...”

“ #gostei muito # Quero mais # To gostando mais de Física # RELEMBRANDO A INFÂNCIA”

“Muito bom, bom mesmo =) Por que não apareceu essas atividades no 1º ano?”

“A aula de hoje foi muito boa, muito divertida, super interessante também, aprendemos a fazer aviãozinho de papel coisa que nem todo mundo sabe fazer NE exemplo: “EU.”

“Hoje a aula de avião foi uma aula divertida, aprendemos a fazer e lançar avião e os aviões são muito interessante faz diversa manobras.”

“Sabe o que eu achei dessa aula?”

“Divertida, engraçada, animada, interativa, surpreendente, nos ensinou de uma forma super divertida como se faz aviãozinho de papel, voltei a minha infância, super, super, super lega, Massa!!”

“Muito boa, sem falar no humor que a professora nos passa esse lado da Física. Uma aula interessante e divertida, ir ser uma pena quando esse curso acabar. Precisamos de mais aulas desse porte.”

“A aula de hoje foi interessante, por que aprendi algo que nunca conseguir fazer, é pode acreditar não sabia fazer aviãozinho de papel, foi um máximo ter um pouco de diversão, espero que se repita muitas e muitas vezes aulas como essa”

“E gostei da aula de hoje porque eu aprende fazer diversas maneira de aviões de papel, e eu espero que essa aula continue sendo muito divertida, e eu espero ganha essa competição de aviões de papel.”

5.7 - ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS ALUNOS NO PÓS-TESTE

Após o Pré-campeonato de aviões de Papel, aplicou-se um questionário do tipo Pós-Teste. Ou seja, depois de todas as intervenções e do fim da sequência didática. Objetivou-se primeiramente em analisar a aprendizagem significativa dos alunos em relação ao conteúdo abordado no material de apoio, verificar se os mesmos passaram em média a usar mais explicações aos fenômenos Físicos baseadas em concepções científicas do que em alternativas e a consolidação desse método. Foi observado que mesmo ocorrendo no Centro de Excelência Ministro Marco Maciel uma quebra na aplicação da sequência didática devido a uma greve obtivemos resultados extremamente positivos.

Calculamos a média dos alunos no questionário Pós-teste em ambas as escolas. Para o Centro de Excelência Ministro Marco Maciel, encontramos uma média igual a 8,6. No Colégio de Aplicação o valor da média encontrado foi de 9,7. Estes valores foram calculados com o somatório da quantidade de acertos de cada questão dividido pela quantidade total de alunos. A partir da **figura 25** podemos comparar as médias dos colégios no pré-teste e pós-teste e podemos verificar que esta aproximadamente dobrou comparando com a média obtida no pré-teste.

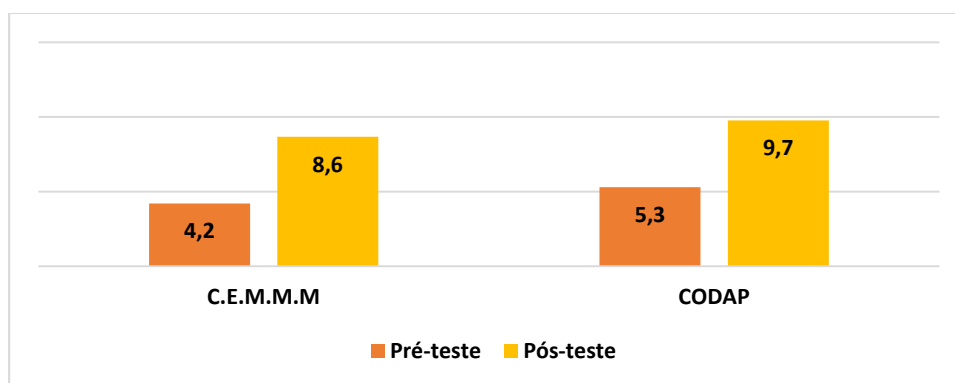


Figura 25- Gráfico da média dos resultados comparativos do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

Nas **tabelas 05 e 06** podemos comparar os valores obtidos no pré-teste e pós-teste das escolas C.E.M.M.M e CODAP. Para cada alternativa é apresentado o valor em porcentagem da quantidade de aluno que a assinalaram cada item. Os valores em vermelho, representam os itens corretos de cada questão.

Tabela 05- Resultados comparativos do Pré-testes e Pós-Teste do C.E.M.M.M

Alternativa Questão	Pré-Teste				Pós-Teste			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	7%	47%	24%	22%	10%	10%	64%	16%
2	9%	22%	28%	41%	3%	16%	17%	74%
3	5%	38%	21%	36%	4%	17%	17%	62%
4	33%	33%	26%	8%	19%	15%	59%	7%
5	29%	28%	15%	28%	71%	9%	5%	15%
6	12%	12%	17%	59%	9%	10%	19%	62%
7	17%	36%	28%	19%	17%	11%	67%	5%
8	16%	29%	45%	10%	2%	12%	79%	7%
9	10%	12%	66%	12%	19%	19%	24%	38%
10	50%	12%	16%	22%	10%	12%	66%	12%
11	50%	12%	16%	22%	9%	5%	72%	14%
12	10%	21%	38%	31%	12%	12%	62%	14%
13	4%	29%	31%	36%	10%	9%	78%	3%

Tabela 06- Resultados comparativos do Pré-testes e Pós-Teste do CODAP.

Alternativa Questão	Pré-teste				Pós-teste			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	17%	33%	21%	29%	0%	14%	63%	23%
2	0%	0%	8%	92%	0%	0%	5%	95%
3	13%	2%	29%	33%	9%	23%	0%	68%
4	50%	13%	29%	8%	23%	9%	64%	4%
5	29%	17%	8%	46%	68%	9%	5%	18%
6	13%	4%	4%	79%	4%	4%	0%	92%
7	4%	42%	42%	12%	13%	13%	74%	0%
8	13%	25%	33%	29%	14%	9%	77%	0%
9	21%	12%	29%	38%	5%	68%	0%	27%
10	12%	21%	21%	46%	9%	4%	64%	23%
11	25%	12%	42%	21%	9%	0%	77%	14%
12	4%	8%	63%	25%	5%	0%	90%	5%
13	8%	46%	38%	8%	5%	13%	77%	5%

É possível perceber que as porcentagens das alternativas corretas em ambas as escolas sofreram um aumento de grande relevância para essa pesquisa. Logo podemos concluir que em média ocorreu uma mudança conceitual e aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Ou seja, o conhecimento intuitivo foi confrontado aos conceitos científicos.

A seguir apresentaremos uma análise comparada de cada questão em forma de gráficos, onde no lado esquerdo encontram-se os resultados do C.E.M.M.M e no direito os valores do CODAP. Analisando as possíveis mudanças nas concepções alternativas dos alunos seguidas de aprendizagem significativas.

Na **figura 26** no lado esquerdo representa os valores do C.E.M.M.M para a questão 1. Podemos perceber que a porcentagem da alternativa correta neste caso a alternativa “C” passou de 24% para 64% (**167% de aumento**). Curiosamente o item “A” apresentou ligeiro aumento percentual no Pós-Teste. Os valores variaram de 7% no Pré-Teste para 10% no Pós-Teste. Importante considerar que as turmas do C.E.M.M.M passaram por uma greve que durou um mês e duas semanas. Isso ocasionou a interrupção na sequência didática, podendo ter resultado esse aumento no valor da porcentagem. Já para o CODAP que corresponde a alternativa “C” passou de 21% no pré-teste para 63% no pós-teste, representando mais de 200% de aumento.

Curiosamente a alternativa A apresentou 0% de escolha no pós-teste. Em resumo em uma parte dos alunos aconteceu uma mudança conceitual, mas apesar disso as outras alternativas ainda continuaram sendo assinaladas, mesmo que em menor quantidade, indicando que em ambas as escolas mais de 30% dos estudantes ainda continuam utilizando concepções alternativas.

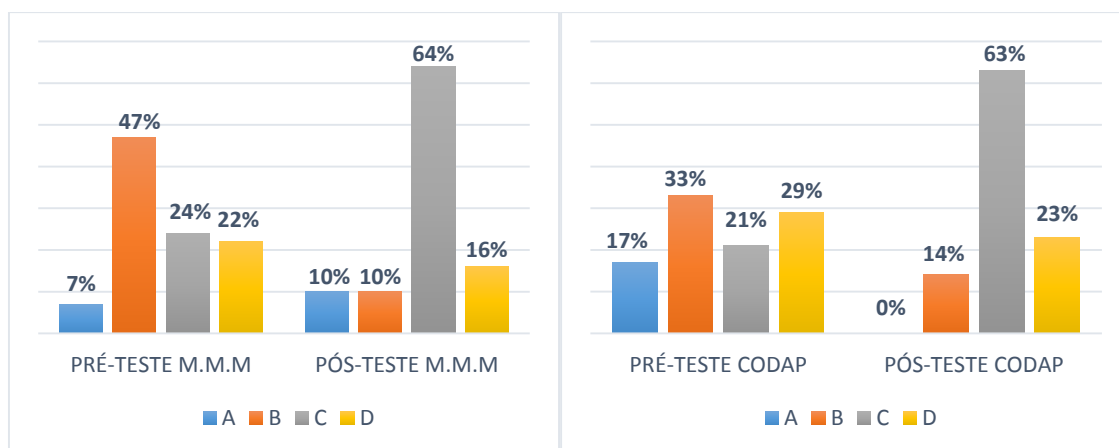


Figura 26- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 01 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A análise da questão de número 02 está representada na **figura 27**. Esta questão já apresentou uma alta porcentagem de acertos no pré-teste em ambas as escolas. Isso se repetiu para o Pós-Teste, analisando os valores do C.E.M.M.M a porcentagem do item correto passou de 41% no Pré-Teste para 74%. A demais alternativas sofreram uma redução dos seus valores no Pós-Teste. No CODAP o valor da porcentagem de acerto referente a esta questão já era alto e valia 92% no Pré-Teste e esse valor aumentou no Pós-Teste para 95%.

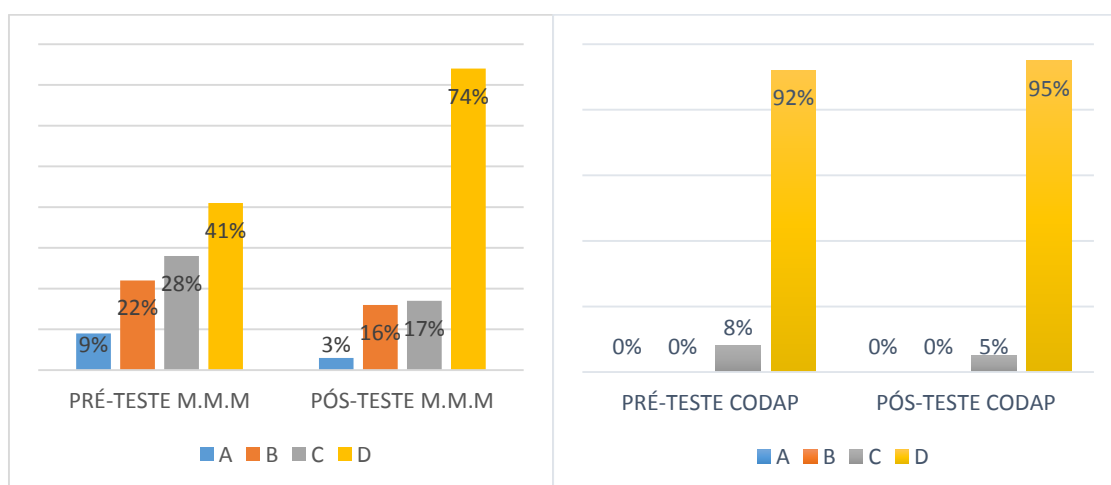


Figura 27- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 02 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

Analisando o lado esquerdo da **figura 28** representa a questão 03 para o C.E.M.M.M, é fácil perceber que aconteceu uma mudança de opinião com relação a este item. Os valores da alternativa “D” que é a correta, passaram de 36% no primeiro momento e passou para 62% no Pós-Teste. As demais alternativas obtiveram redução significativa nos valores no pós-teste.

Analisando o lado direito da figura para o CODAP, percebemos duas situações as quais merecem nosso destaque. O número de estudantes que optaram pela alternativa correta dobrou, mas a alternativa “B” passou de 2% no pré-teste para 23% no Pós-teste, ou seja, apesar da porcentagem na alternativa correta ter sofrido um aumento, muitos alunos ainda permanecem com a concepção alternativa que o bonequinho mais “forte” apresenta a maior força, confundindo força com quantidade de movimento.

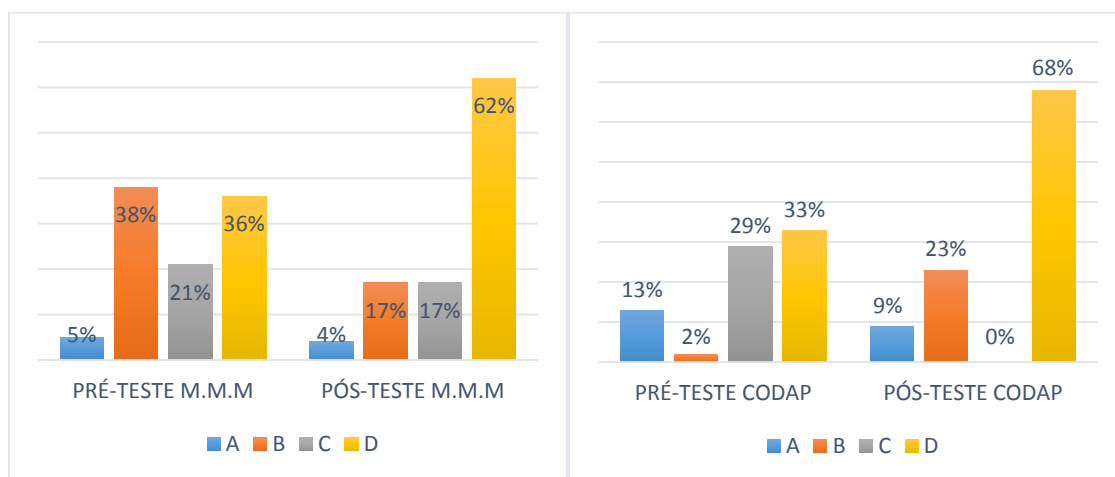


Figura 28- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 03 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A **figura 29** representa valores referentes à questão de número 04. Ambas as escolas apresentaram um aumento de mais de 70% na alternativa correta que corresponde à alternativa “C”, comparando os valores do pré-teste e pós-teste. Ou seja, grande parte dos alunos passou a entender que as forças peso e sustentação se igualam, assim como também a força do empuxo e arrasto sofre o mesmo processo. As demais alternativas obtiveram redução significativa nos valores no pós-teste, mas observamos em ambas as escolas que mais de 30% dos estudantes ainda continuam utilizando concepções alternativas.

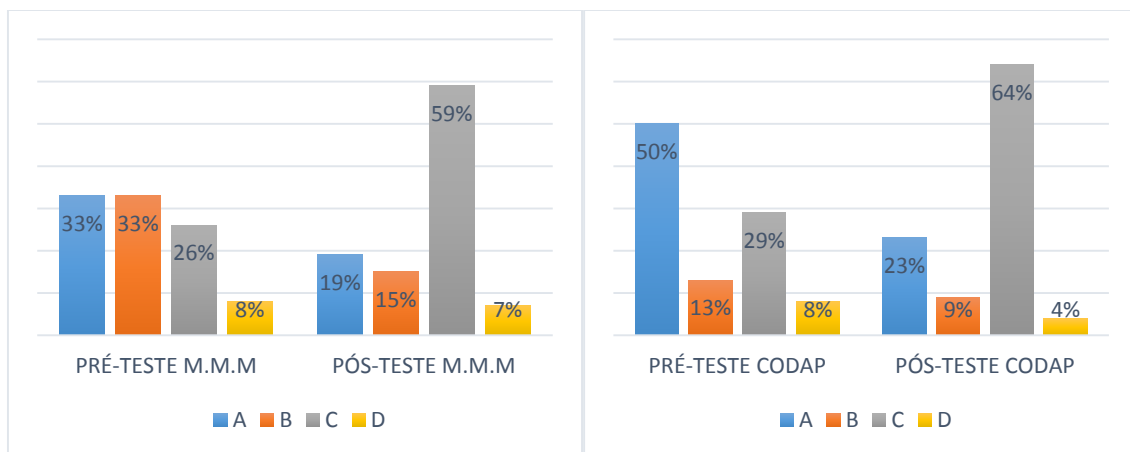


Figura 29- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 04 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A questão de número 05 está representada na **figura 30**. Analisando os dados do C.E.M.M.M podemos perceber que no pré-teste os itens obtiveram porcentagens aproximadamente iguais. Para o pós-teste a alternativa correta neste caso à “A” atingiu 71%, ou seja, um aumento de 145% de acertos. Obtemos quase a mesma coisa no CODAP onde a alternativa correta apresentou um aumento de 134%. É importante notar que no pré-teste referente a esta escola a alternativa “C” apresentou 46% e este valor caiu para 18% no pós-teste. Apesar disto observamos em ambas as escolas que mais de 30% dos estudantes ainda continuam utilizando concepções alternativas.

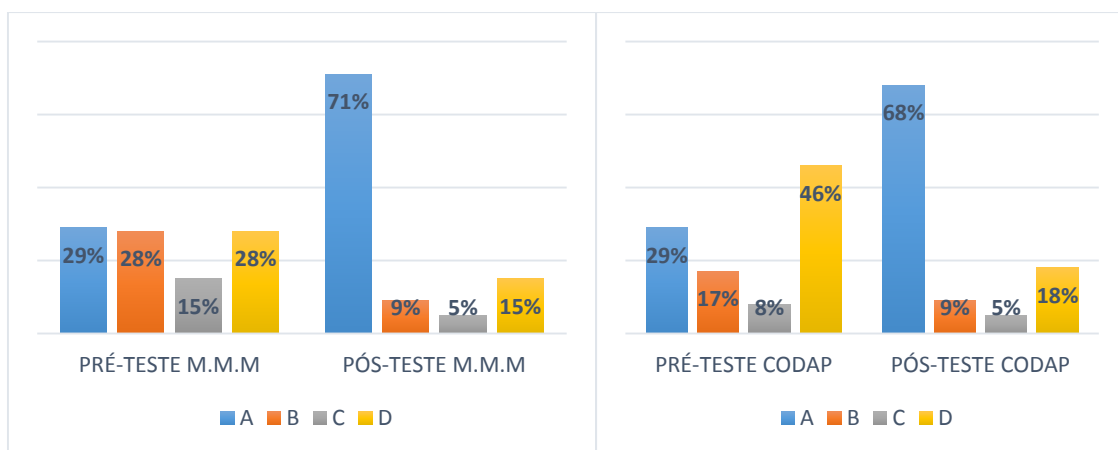


Figura 30- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 05 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A questão de número 06 como foi dito na análise do pré-teste, foi uma das que apresentou maior porcentagem de acertos no pré-teste. Podemos perceber na **figura 31**

que a escola C.E.M.M.M apresentou um aumento de 3% no item correto que é a alternativa “D”. Já para o CODAP essa variação foi de 13% no aumento dos acertos.

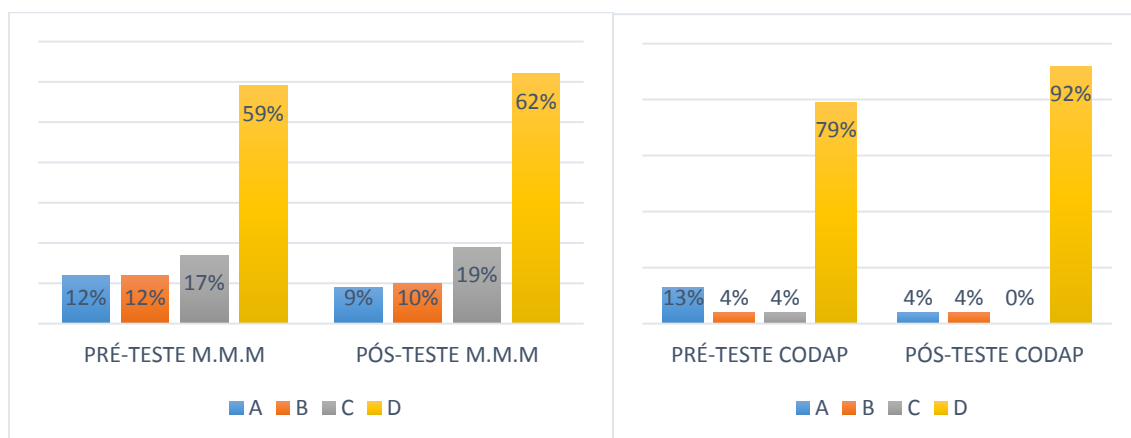


Figura 31- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 06 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A **figura 32** apresenta os resultados obtidos com a questão de número 07. Ao observamos o gráfico do lado esquerdo percebemos que a alternativa “C”, a qual é a correta obteve um aumento de 139% no C.E.M.M.M. Já no lado direito da imagem percebemos que o CODAP apresentou um aumento de 76% na alternativa “C”.

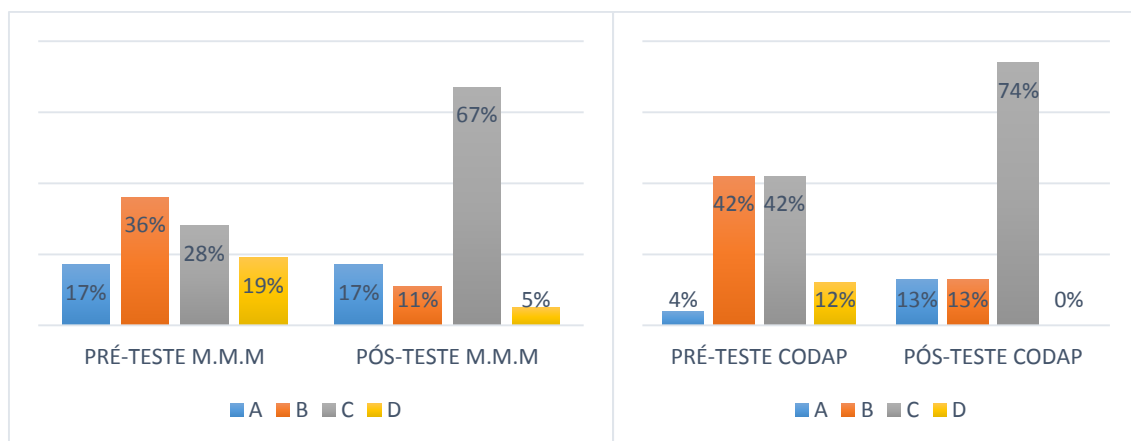


Figura 32- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 07 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A pergunta de número 08 está representada na **figura 33**. Podemos observar no lado esquerdo os resultados do C.E.M.M.M. O item correto desta questão é a alternativa “C”, o qual passou de 45% de acertos no pré-teste para 79% no pós-teste. Importante destacar também a redução nos demais itens, como foi o caso da alternativa “A” que passou de 16% para 2%. No lado direito desta mesma figura, podemos analisar os resultados do CODAP. Percebemos que a alternativa “C” no pós-teste apresentou um

pico no gráfico, este sofreu um aumento de 133% no pós-teste. Destaque para a alternativa “D” que variou de 29% no pré-teste para 0% no pós-teste.

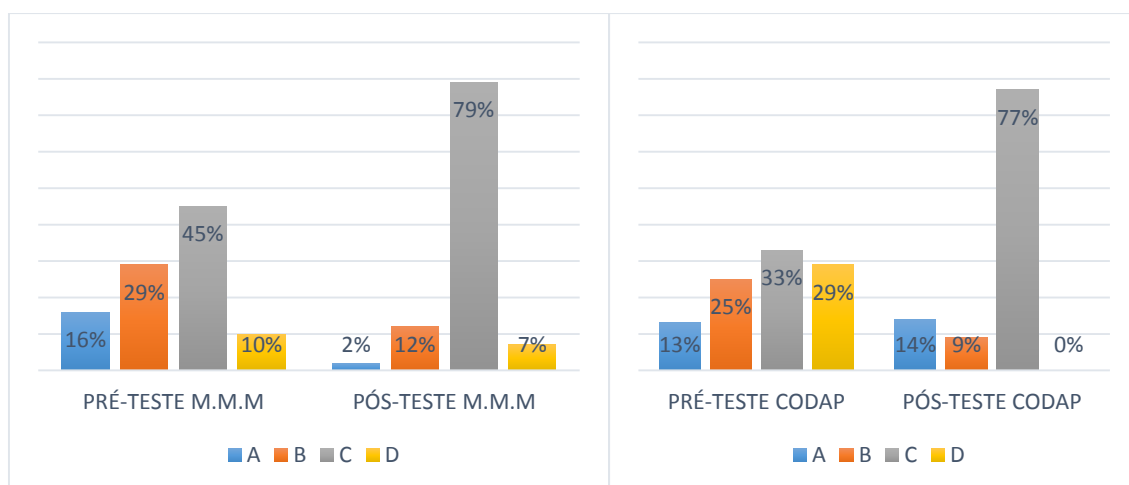


Figura 33- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 08 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A pergunta de número 09 está representada na **figura 34**. Podemos observar no lado esquerdo da figura, que os resultados do C.E.M.M.M apresentou um aumento de 174% na alternativa “B” que é o item correto. No lado direito desta mesma figura, podemos analisar os resultados obtidos no CODAP. Percebemos que a porcentagem de acertos no pré-teste era de 12% apenas e esse valor passou para 68% no pós-teste, representando um aumento de mais de 450%. Observamos em ambas as escolas que mais de 30% dos estudantes ainda continuam utilizando concepções alternativas.

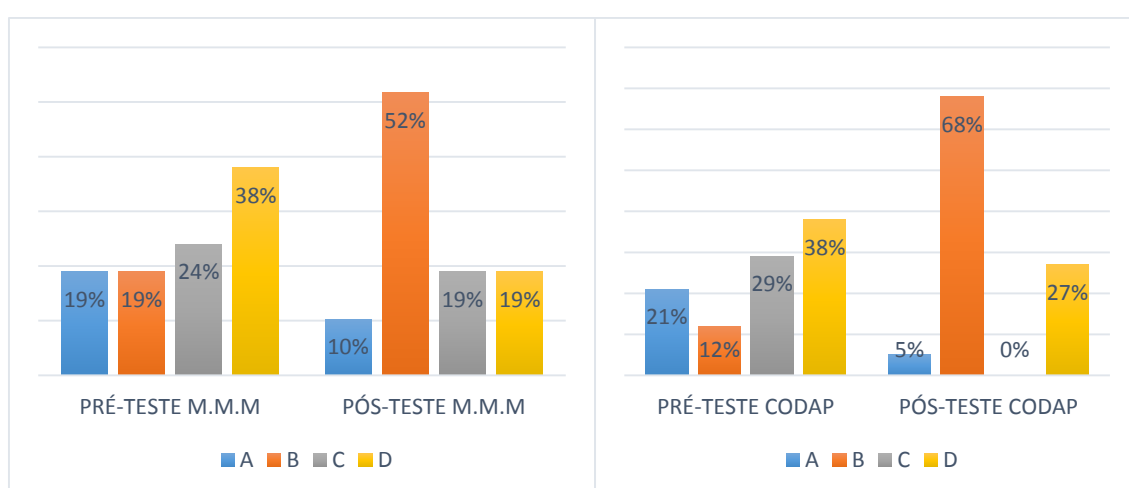


Figura 34- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 09 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

Observando o gráfico do lado esquerdo da **figura 35**, que representa os valores obtidos com a questão de número 10, percebemos que a alternativa “C” que é a correta, apresentou uma variação de 16% no pré-teste para 66% no pós-teste. Ou seja, um aumento de mais de 300% no número de acertos nesta questão para o C.E.M.M.M. Analisando o lado direito do gráfico percebemos que o CODAP, apresentou um aumento de 205% na alternativa correta. As demais alternativas apresentaram grandes reduções nas porcentagens. Como por exemplo a alternativa “B”, que passou de 21% no pré-teste para 4% no pós-teste.

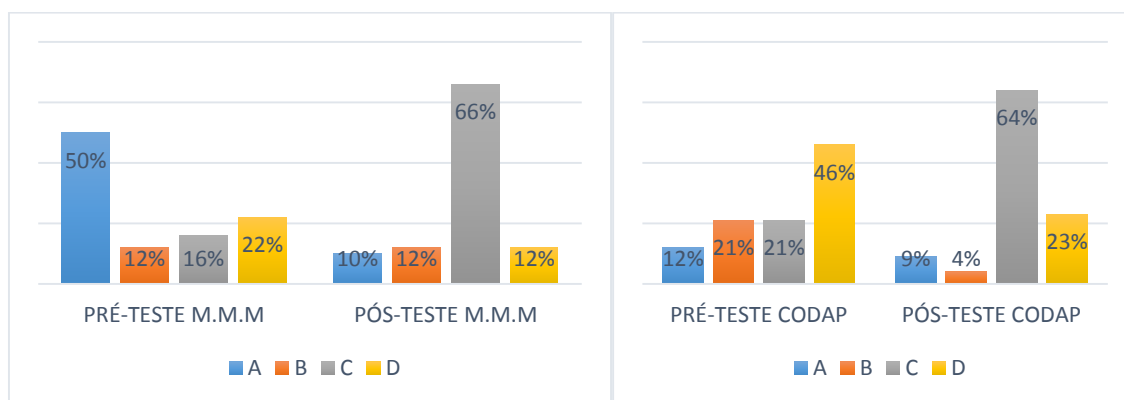


Figura 35- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 10 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

Como podemos observar nos dados da **figura 36**, os resultados encontrados para a questão 11 mostram que a sequência didática foi muito bem sucedida. Analisando os dados do C.E.M.M.M no pré-teste a alternativa correta apresentava apenas 16%, já alternativa “A” apresentava 50%. Esses resultados sofreram uma grande alteração no pós-teste. A alternativa correta no caso a “C” passou a ter 72% de escolha pelos alunos e a alternativa reduziu seu valor para 9%. Ou seja, após a sequência aplicada uma grande parte dos alunos conseguiu compreender a relação do tamanho da asa com o aumento da força de sustentação. Analisando o lado direito dessa mesma imagem, temos os resultados do CODAP. Como podemos perceber, a alternativa “C” sofre um aumento de 83% no pós-teste, já que grande parte já tinha a concepção correta do conceito.

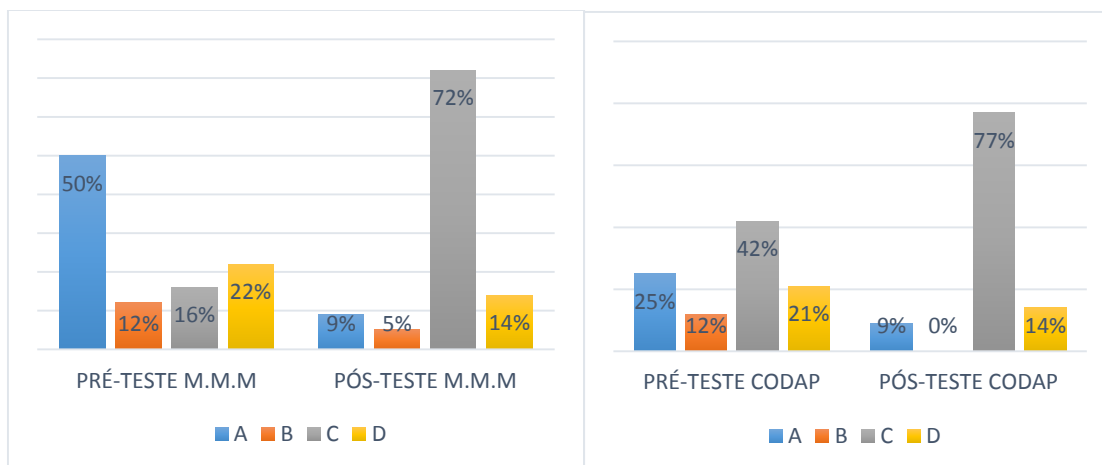


Figura36- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 11 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A pergunta de número 12 está representada na **figura 37**. Podemos observar no lado esquerdo que os resultados do C.E.M.M.M apresentou um aumento de 63% na alternativa “C”, que corresponde ao item correto. No lado direito desta mesma figura podemos analisar os resultados obtidos no CODAP. Percebemos que a porcentagem de acertos no pré-teste já era bem significativa, de 63%, e esse valor passou para 90% no pós-teste.

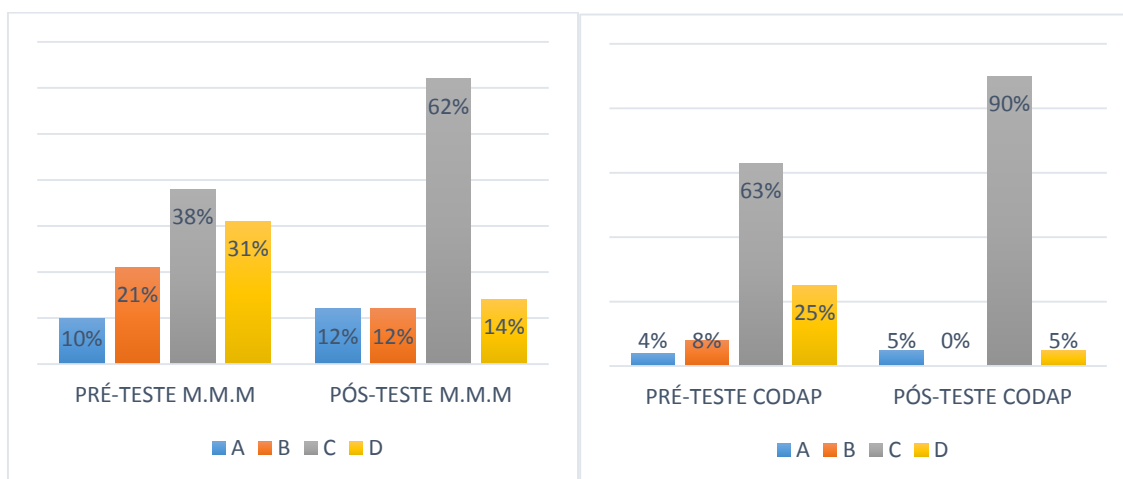


Figura 37- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 12 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A **figura 38** representa os valores obtidos com a questão de número 13. Observando o gráfico do lado esquerdo percebemos que a alternativa “C” que é a correta, apresentou uma variação de 31% no pré-teste para 78% no pós-teste. O que nos chama atenção é que a alternativa “A” também sofreu um aumento de 6%, comparando os valores do pré-teste e pós-teste. Essa situação pode ter acontecido devido não

utilizarmos nenhuma forma de identificação dos alunos, então não temos o controle se foram os mesmo que participaram do pré-teste e pós-teste. Uma outra justificativa plausível também é uma possível confusão entre os conceitos de ventos relativos e absolutos. Devemos considerar que como os alunos dessa escola passaram um período em greve onde nossa sequência foi quebrada, podendo ter influenciado esse valor.

Analisando o lado direito do gráfico percebemos que o CODAP apresentou um aumento de 103% na alternativa correta. E as demais alternativas apresentaram grandes reduções nas porcentagens. Como por exemplo a alternativa “B”, que passou de 46% no pré-teste para 13% no pós-teste. Observamos em ambas as escolas que a aplicação da sequência didática reduziu a opção B, que está associada à concepção de que as coisas da Física são complicadas.

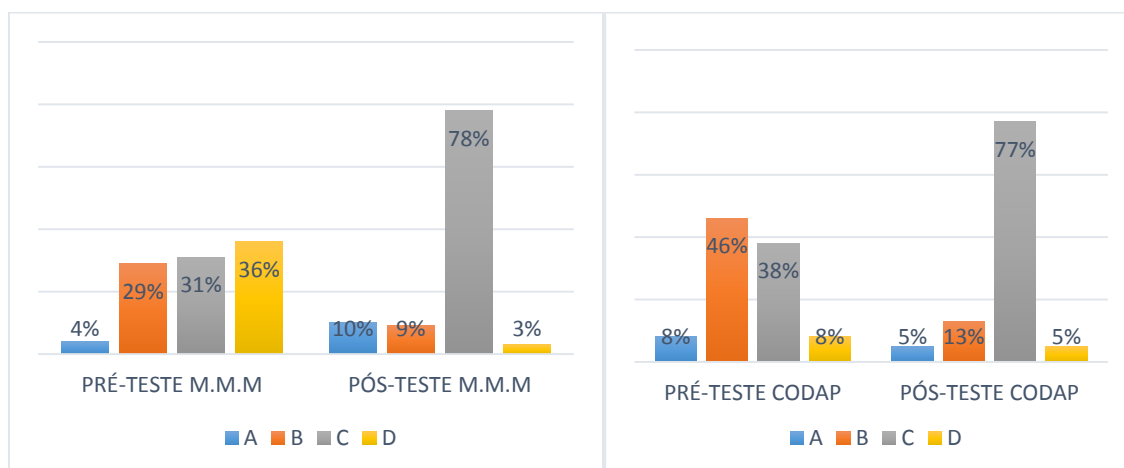


Figura 38- Gráfico comparativo dos resultados das respostas da questão 13 do pré-teste e pós-teste nas duas escolas.

A partir da análise geral dos resultados comparativos do pré-teste e pós-teste, acreditamos que efetivamente esse trabalho contribui para uma aprendizagem significativa dos discentes. Esta sequência atenua a concepção por parte dos estudantes de que a disciplina Física é um objeto de estudo complicado. Fazendo uma análise comparativa observamos dos resultados das questões 2 e 6 em relação as demais que o método de ensino tradicional é eficaz no tocante a questões padrões dos livros textos, mas deixa muito a desejar quando estas envolvem concepções alternativas.

5.8 - Desempenho dos Alunos no Jogo dos sete erros e caça palavras

Como ponto culminante de nosso trabalho e para avaliar os alunos referente à aprendizagem significativa aplicou-se o jogo dos sete erros e o caça palavras. Essa atividade lúdica foi resolvida individualmente e em média os estudantes responderam 40 minutos. Os alunos demonstraram entusiasmo em participar do jogo. Durante esta ação os discentes criaram entre si uma espécie de competição para quem encontrassem mais palavras no jogo “Caça Palavras” e acertassem os erros.

Na **figura 39** apresenta em forma de gráfico de pizza os resultados encontrados no Jogo de Sete Erros. Neste gráfico as porcentagens representam a quantidade de alunos, já as letras que estão igualadas a valores numéricos representam o número de erros corretos. Percebemos que esse resultado variou entre dois a sete erros. Percebemos 45% dos alunos conseguiram identificar cinco erros. E apenas 3% encontraram os sete erros na imagem do avião. Apesar de a maior porcentagem não ter sido no valor correspondente aos sete erros, avaliamos como positiva a aplicação deste jogo. Pois, os alunos conseguiram distinguir uma grande parte dos principais componentes e conceitos de um avião.

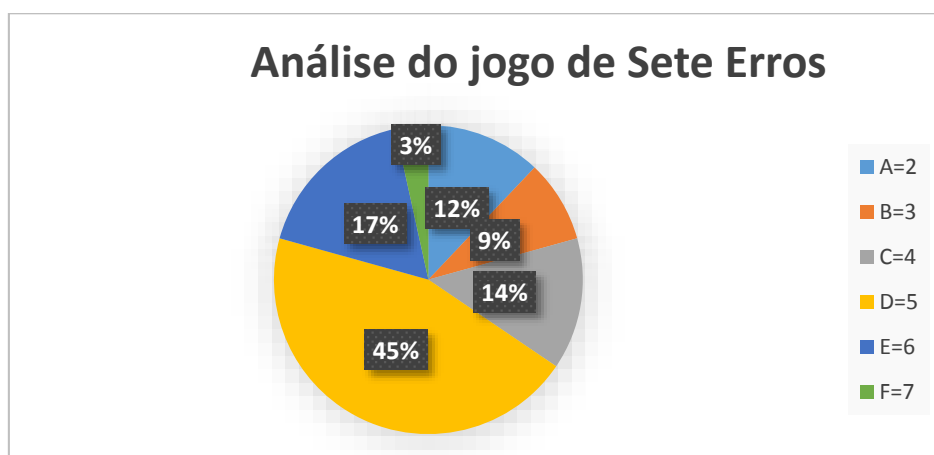


Figura 39 - Gráfico com a porcentagem da quantidade de acertos dos alunos no jogo de Sete Erros.

A **figura 40** apresenta mais um gráfico em forma de pizza. Os valores em porcentagens representam a quantidade de alunos e os números na legenda são a quantidade de palavras corretas encontradas. Percebemos que 23% dos participantes encontraram todas as palavras corretas, 49% encontraram pelo menos 10 palavras, 63%

encontraram pelo menos nove palavras e 77% encontraram pelo menos 8 palavras. Os resultados com maiores porcentagens nos indica que os acertos sofreram variação entre oito e dez palavras encontradas corretamente. O interessante é que nenhum deles reclamou de ser avaliado e todos estavam super interessados em quantas palavras tinham no jogo. Alguns acharam até palavras que não tínhamos projetado como “air”.

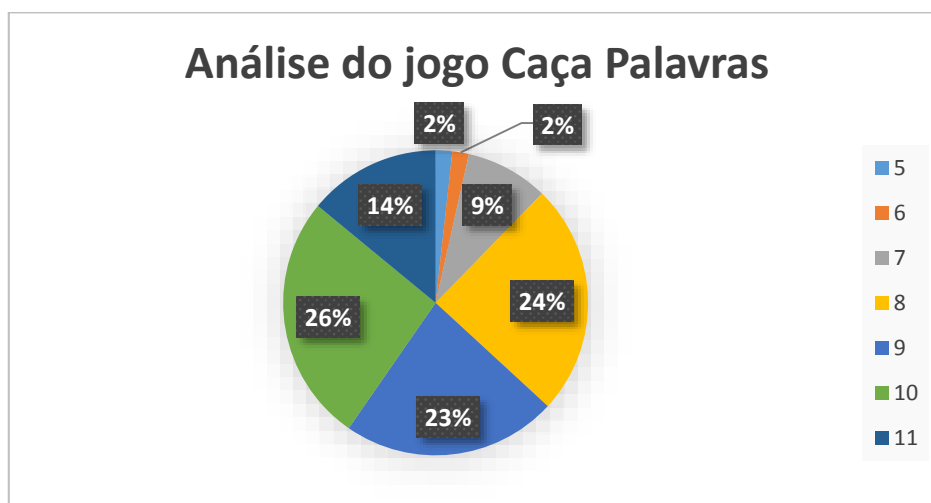


Figura 40 - Gráfico com a porcentagem da quantidade de palavras encontradas no jogo Caça Palavras.

Os resultados encontrados foram satisfatórios e nos confirma que o uso de jogos como forma avaliativa ajuda aos alunos a compreenderem e recordar determinado conteúdo abordado. Como também instiga, motiva e desenvolve o raciocínio e interesse na disciplina trabalhada.

Capítulo 6 - CONCLUSÕES

As atividades de extensão são importantes elos de ligação entre universidade e ensino médio, permitem uma aproximação dos estudantes do ensino médio com as práticas da universidade. Ao utilizarmos o campeonato de avião de papel como atividade motivadora para introduzir o conteúdo de Hidrodinâmica e revisar conceitos de Mecânica que influenciam no voo de um avião, possibilitamos despertar nos alunos interesse pela Física, as atividades também contribuíram com a aprendizagem.

A realização desse projeto educacional: “O Uso de Jogos e Simulação Computacional como Instrumento de Aprendizagem: Campeonato de Aviões de Papel e o Ensino de Hidrodinâmica”. Atingiu em torno de 100 dos participantes, considerando alunos das duas escolas, discentes do PIBID (UFS) e docentes do Marco Maciel e Colégio de Aplicação. Os envolvidos assistiram a palestras, participaram das oficinas de construção de aviões de papel, encontros em sala de aula e no laboratório de informática e participaram do campeonato de aviões de papel tanto na escola e também na Universidade Federal de Sergipe.

A aplicação de aulas mais dinâmicas ajudam na avaliação quali-quantitativa de um ensino-aprendizagem que garanta o estímulo da criticidade dos estudantes. Ao comparar os valores dos escores encontrados com aplicação do Pré-Teste e Pós-Teste, percebe-se uma evolução na aprendizagem dos discentes relacionada aos conteúdos de física e hidrodinâmica, com uma mudança conceitual e na aprendizagem, ou seja, o conhecimento intuitivo foi confrontado aos conceitos científicos.

O docente ao explicar um conteúdo agregando as atividades lúdicas, experimentais e computacionais eleva o poder de assimilação do assunto pelo aluno. Este caso foi confirmado através das avaliações nas aplicações do Pré-Teste e Pós-Teste realizadas nesta pesquisa, demonstradas nas tabelas 1 e 2, 5 e 6, respectivamente, nas quais os estudantes elevam a porcentagem de acertos, o que se deve levar em consideração dois pontos importantes: o aspecto motivacional na maneira dinâmica de explicar os conteúdos físicos e nos aproveitamentos das atividades, e a capacidade de desenvolver no aluno o pensamento crítico nas abordagens práticas que motivam a interação entre professor-aluno.

Os alunos demonstraram interesse durante as atividades no laboratório de informática com o software *Modellus*. As simulações ajudaram aos alunos a

compreenderem os conteúdos abordados. Comentários como: “podendo visualizar quase que diretamente o que é visto em aula; nós alunos, nos interessamos mais pelo assunto”, “foi divertido”, “legal”, “adorei aprender brincando”, fizeram parte das opiniões dos alunos.

O ato de utilizar jogos como forma avaliativa contribui com o sucesso da sequência didática, transformando o ensino um modelo mais eficiente de teoria e prática, menos automatizada, em uma relação a transmissão de conhecimentos. Ao utilizar as práticas lúdicas os discentes responderam os jogos, se divertiram, colocaram em prática o que tinham aprendido na sequência didática. Assim, as atividades lúdicas e práticas dinâmicas no desenvolvimento de projetos melhoraram a autonomia dos estudantes para a aprendizagem de física.

Dessa maneira, também, o uso de uma sequência didática juntamente com atividades experimentais e o uso de simulação no software *Modellus* para o ensino de Hidrodinâmica, podem ser bons recursos instrucionais para o Ensino de Física, podendo colaborar como alternativa inovadora as aulas tradicionais.

Mesmo com todos os resultados positivos encontrados com esta pesquisa, seria muita pretensão nossa de afirmar que descobrimos o método perfeito e que nossa prática possa ser utilizada como “modelo pronto” ou “receita” para resolver as dificuldades encontradas no ensino aprendizagem de Física (alunos desinteressados e professores desanimados). Sabemos que nossa prática deu certo com os alunos das duas escolas utilizadas, mas que precisa ser aplicada em outros meios escolares para que se possa analisar se resultarão em novos resultados positivos.

Faz-se necessário mais pesquisas que desenvolvam mais jogos para o Ensino de Física como ferramentas facilitadoras da aprendizagem e como possíveis instrumentos de avaliação. São necessárias também novas sequências didáticas com materiais apostilados seguidos de atividades experimentais e uso de novos softwares que abordem novos conteúdos físicos, partindo de ações motivadoras, como no nosso caso, o campeonato de avião de papel.

É momento de nós professores e pesquisadores repensarmos nas nossas práticas metodológicas para que sejam mais lúdicas e prazerosas. E que assim facilitem o ensino-aprendizagem, proporcionando aos alunos uma aprendizagem significativa e despertando o interesse em aprender Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. L. **Fundamentos da física**. UNEB/ EAD, 2009. 74p.
- ALVES, F. S. **Ensino de física para pessoas surdas: o processo educacional do surdo no ensino médio e suas relações no ambiente escolar**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.
- ALVES, V.C.; STACHAK, M. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: “eletricidade”**. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0219-3.pdf>. Acessado em: 16/08/2012.
- ANDERSON, D.; EBERHARDT, S. “**Como os aviões voam: Uma descrição Física do voo**”. Revista Física na Escola, 2006.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, nº. 2, Junho, 2003. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf. Acessado em: 16/08/2012.
- ARAÚJO M. B., PEREIRA J. S., BARBOZA J. H. **O jogo como instrumento facilitador da aprendizagem: uma proposta da extensão universitária (re) construindo intervenções docentes para promoção da saúde**. In: V Semana de Pedagogia, 2012, Jequié. Anais da Semana de Pedagogia., 2012. v. 1. Disponível em: <http://www.uesb.br/eventos/semanapedagogia/anais/51CO.pdf>, acessado em 24 de novembro 2014.
- ARAÚJO, I; VEIT, E. **Physics students’ performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation**. Computers & Education, 50 (4), 1128-1140, 2008.
- ARAÚJO, I. S. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo ensino-aprendizagem de física**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362- 384, ago. 2013.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos em Cinemática**. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio à Interpretação de Gráficos da Cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 26, n. 2, p.179-184, 2004.

ARNONI, M. E. B. **Metodologia da Mediação dialética e o ensino de conceitos científicos.** In: XII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2004, PUCPR, Curitiba. CD-ROM ISBN: 85 7292-125-7.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva** (1ªed.) Lisboa: Plátano Editora, 2003.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Internamericana, 1980. 216p.

AUSUBEL, D.P. **Adquisición y retención del conocimiento: uma perspectiva cognitiva.** Barcelona: Paidós, 2002. 328p.

BARBOSA, A. C. C.; CARVALHAES, C. G.; COSTA, M. V. T. **A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 249-254, jun. 2006.

BARROS, J. A.; REMOLD, J.; SILVA, G. S.F.; TAGLIATI, J.R. **Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF.** In: Revista Brasileira Ensino Física. vol.26, no.1, São Paulo, 2004.

BECERRA, G. **Aprendizaje en colaboración mediado por simulación em computador.efectos en el aprendizaje de procesos termodinâmicos.** Revista de Estudios Sociales, 20, 13-26, 2005.

BISCUOLA, G. J.; VILLAS, B. N.; DOCA, R. H. **Física 3.** V. 3, 1ª ed. In: Tópicos de Física. São Paulo, 2010.

BORCELLI, A. F.; COSTA, S. S. Cabral. **Animação interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em Física.** Revista da Graduação, 1 (1), 2008.

BORGES, A.T. **Caderno brasileiro de ensino de física,** v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002.

BORTOLETTO, A.; SUTIL, N.; BOSS, S. L. B.; IACHEL, G.; NARDI, R. **Pesquisa em Ensino de Física (2000-2007): áreas temáticas em eventos e revistas nacionais.** Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis-SC, 2007. Disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p570.pdf>. Acesso em: 30/05/2010.

CAVALCANTE, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. **O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 2009.

CENNE, A. H.; TEIXERA, R. M. R.; **Relato de uma experiência didática envolvendo tecnologias computacionais no ensino de Física Térmica.** UFRG, 2007. **Ciência à Mão. Portal de Ensino de Ciências.** URL: <<http://www.cienciamao.usp.br/index.php>>

CLEMENT, L.; DUARTE, D. A.; FISSMER, S. F. **Concepções espontâneas em física:** calouros de um curso de licenciatura. R. B. C. E. T., vol. 3, num. 2, mai/ago 2010.

CONCEIÇÃO, M. C. **O fracasso escolar nas escolas da rede pública estadual de ensino da cidade operária:** Intervenção Psicopedagógica como fator de superação. In: Revista Pesquisa em Foco: Educação e Filosofia, Volume 4, Número 4, Ano 4, Julho, 2011.

COSTA, F.; VISEU, S. (2008). **Formação – Acção – Reflexão:** Um modelo de preparação de professores para a integração curricular das TIC. In em Portugal. **Concepções e práticas.** Lisboa. 238-258.

COVAS, M. **CRE.** 2013. Acesso em 10 janeiro, 2013, <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/>

DORNELES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos Físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus.** Dissertação de Mestrado em Física – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Circuitos elétricos:** atividades de simulação e modelagem computacionais com o Modellus. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/circuitos>>. Acesso em: 5/setembro/2014.

DRIVER, R.; EASLEY, J. **Pupils and paradigms:** A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 12: 7-15, 1978.

DUARTE L, C.A.; FISSMER S.F. R.B.C.E.T, **Spontaneous conceptions in physics: beginners of a degree course of teachers.** vol 3, Nº 2, mai./ago. 2010.

EISENCK, M.W.; KEANE, M.T. **Psicologia cognitiva:** um manual introdutório. Porto Alegre, RS: Artes Médicas. 490 p. 1994.

ESQUEMBRE, F., **Easy Java Simulations: A software tool to create scientific simulations in Java.** In Revista especializada: Computer Physics Communications, Volume 156. Edição 2. p.199-204, 2005.

Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia, (2013). Acesso em 10 janeiro, 2013, <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

FEISTEL, R. A. B.; AUTH, M. A. **Compreensões, intenções e ações no ensino de física.** XVI – Simpósio Nacional de Ensino de Física. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro/RJ: Editora CEFET/UFRJ, 2005. v. único. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0132-1.pdf>. Acessado em: 16/08/2012.

FEISTEL, R. A. B.; AUTH, M. A. **Significação conceitual e experimental no ensino de física.** In: V ANPED SUL – Seminário de pesquisa em educação da região sul,

Curitiba/PR, 2004. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/gipec/sit-estudo/documentos/v%20anped%20significa%E7%E3o%20conceitual.pdf>. Acessado em: 16/08/2012.

FEISTEL, R. A. B.; MAESTRELLI, S. R. P. **Interdisciplinaridade na Formação Inicial de Professores**: um olhar sobre as pesquisas em Educação em Ciências. Alexandria (UFSC), v. Único, p. 155-176, 2012.

FERNANDEZ, A. **O saber em jogo**: A psicopedagogia propiciando autoras de pensamento. Porto Alegre: artes Médicas, 2001.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélios**: o minidicionário da Língua Portuguesa. 6ª ed. Curitiba: Positivo, 2008.

FIOLHAIS, C. & TRINDADE, J. (2003). **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25(3), 259-272. Acessado em 16/05/2013 através de <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n3/a02v25n3.pdf>

GARCIA, N. M. D. **Ensinando a ensinar física: um projeto desenvolvido no Brasil nos anos 1970**. Disponível em: <http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-coautorais/eixo02/Nilson%20Marcos%20Dias%20Garcia.pdf>

GASPAR, A. **Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor**. Artigo apresentado no XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste; 2002.

GENTNER, D.; STEVENS, A.L. (Eds.). **Mental models**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 6-14, 1983.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Editora: Atlas, São Paulo, 1995.

GILBERT, J.K. & SWIFT, D.J. **Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs**. *Science Education*, 69(5): 681-696., 1985.

GILBERT, J.K.; WATTS, M. **Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions**: Changing Perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, 10: 61-98, 1983.

GIORDAN, M. **O computador na educação em ciências**: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 279-304, ago. 2005.

GIRCOREANO, J. P. **O Ensino da Óptica e As Concepções Sobre Luz e Visão**. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física e Química)) - Universidade de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 1998.

GÓMES, S.; LATORRE, A; SANJOSÉ, V. **El Modelo de Ausubel en la Didáctica de la Física: Una Aproximación Experimental ao Processo de E/A de Contenidos que Presentan Constructos Poco Elaborados por los Aprendices**. *Enseñanza de las Ciencias*. Madrid, v.11, n. 3, 1993.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. **Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics.** Science Education, v. 86, p. 106-121, 2002.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. **Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alunos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 95-108, abr. 1996.

GRECA, I.M. e MOREIRA, M.A. **The kinds of mental representations - models, propositions, and images - used by college physics students regarding the concept of field.** Aceito para publicação no International Journal of Science Education, 1997.

GRECA, I.; MOREIRA, M. A. **Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física.** Ensaio, v. 5, n. 1, março de 2003.

REF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Instituto de Física da USP) Material de apoio ao estudante – **Leituras de Física**, disponível em: <http://www.if.usp.br/ref/>

REF. **Grupo de reelaboração do ensino de física.** Vol. 1, 2, 3. São Paulo: EDUSP, 1995.

Grupo PROFIS – Experimentando – Instituto de Física da USP: **“Experimentos de Mecânica para o Ensino Médio”** (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0355-1.pdf>).

Guia do Professor. **Projeto de Ensino de Física.** Rio de Janeiro, Fename, 1980.

GUIMARÃES, C.C. (2009) - **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa.** Química Nova na Escola, Vol. 31, Nº 3, agosto.

HALLOUN, I. **Schematic modeling for meaningful learning of physics.** Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 33, n. 9, p. 1019 - 1041, Nov. 1996.

HARVARD, Project: Uma conversa com Gerald Holton. URL:<<http://www.cienciamao.usp.br>>

HEALY, J. **Endangered Minds: Why Children Don't Think and What We Can Do About It.** 1999. New York: Touchstone Books.

HONOR, D. C. **Uso do Modellus como ferramenta facilitadora na aprendizagem de conceitos de lançamento oblíquo.** Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura.** Tradução de João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1971.

JIMOYIANNIS, A. & KOMIS, V. (2001). **Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion.** Computers & Education, 36, 183-204.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Modelos mentales en ciencia cognitiva.** NORMAN, D. A. Perspectivas de la ciencia cognitiva. Barcelona: Ediciones Paidós, 1987. p. 179 - 231.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** São Paulo: Cortez, 2000.

KISHIMOTO, T. M. **O brinquedo na educação: considerações históricas.** Idéias, v. 7, n. 1, pp. 39 - 45, 1990.

KISHIMOTO, T. M. **Jogos tradicionais infantis: o jogo, a criança e a educação.** 8ª ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

KLEER, J.; BROWN, J.S. **Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models.** In Gentner, D. and Stevens, A.L. (Eds.). Mental models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 155-190, 1983.

LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico.** 7ª edição. Editora Atlas. São Paulo, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico.** 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico.** 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEITE, F. T., PhD. **Metodologia científica.** 3ª edição. Editora Ideias & letras. São Paulo, 2008.

LOPES, M. G. **Jogos na Educação:** criar, fazer, jogar. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, L. A. A. & VIANNA, D. M. **Utilização de jogos para a prática de física no ensino fundamental.** Universidade do Rio de Janeiro. 2003. Disponível no site: <http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/tap-si-10.pdf>. Acessado dia 18 de novembro 2014.

MACHADO, A. F.; COSTA L. M.; **A utilização do *software* MODELLUS no ensino da Física. Interagir: pensando a extensão,** Rio de Janeiro, n. 14, p. 45-50, jan./dez. 2009.

MAIA, M. C. **O uso da tecnologia de informação para a educação a distância no Ensino Superior.** Tese apresentada ao Curso de Pós- Graduação da FGV-EAESP. Fundação Getúlio Vargas. Escola de administração de empresas de São Paulo, 2003.

MALUF, Â. C. M. **Brincar: prazer e aprendizado.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

MARANHÃO, D. **Ensinar brincando: a aprendizagem pode ser uma grande brincadeira**. Rio de Janeiro, RJ: Wak, 2004.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F.; **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.

MELLO, L. A.; MELLO, V. L. M; SOUZA, E. J. **Desafios no uso de softwares de ensino no aperfeiçoamento da prática docente**. 6º Encontro de Formação de professores (ENFOPE)-Edição Internacional- Universidade Tiradentes, 2013.

MENDES, J. F. **O Uso do Software Modellus na Integração Entre Conhecimentos Teóricos e Atividades Experimentais de Tópicos de Mecânica sob a Perspectiva da Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2009.

MENDES, E. S. & ALMEIDA, W. L.; **Uso do software Modellus como ferramenta de apoio ao ensino de cinemática: um estudo de caso no IFAP**. Instituto de Física Campus Iaranjal do Jari (2012).

MESTRE, J.; TOUGER, J. **Cognitive research – what’s in it for physics teachers? The Physics teacher**, 27 (6), p. 447 – 456, 1989.

MOREIRA, A. M; **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas, apresentação feita na mesa redonda “Retrospectiva de Ensino e Pesquisa”**, Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999. P. 195.

MOREIRA, M.A. **Modelos Mentais**. Trabalho apresentado no Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciência - Linguagem, Cultura e Cognição, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 5 a 7 de março de 1997.

MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. **Concept mapping and mental models**. Aceito para publicação em Meaningful Learning Forum, 1997.

MOREIRA, M. A.; LEVANDOWSKI, C. E. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**. A teoria de David Ausubel (2ª ed.), São Paulo: Moraes LTDA, 1982.

MORTIMER, E. F. **Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico**. Química Nova, 15 (3): 242-249, 1992.

MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através dos jogos**. Tradução de Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

NARDI, R. (Org.). **Pesquisa em ensino de física**. São Paulo: Escrituras Editoras, 1998.

NEVES, R.; TEODORO, V. **Mathematical modelling in science and mathematics education**. Computer Physics Communications, 182 (1), 8-10, 2009.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981. Tradução para o português, de M. A. Moreira, do original A Theory of education. Ithaca, N. Y.; Cornell University, 1977, p. 252.

OLIVEIRA, A. B. **O Software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em Óptica**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, R. **Informática educativa: dos planos e discursos à sala de aula**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

OLIVEIRA, A. B. **O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós - graduação Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo, 2009.

PARK, J.; SLYKHUIS, D. **The efficacy of online MBL activities**. Journal of Interactive Online Learning, (5)1, 14-31, 2006. Acedido em 2/6/2010, através de <http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/5.1.2.pdf>

PEDUZZI, M. **Equipe multiprofissional de saúde: conceito e tipologia**. Revista Saúde Pública, São Paulo, V.35, n.1, p.1-11, fev., 2001.

PENNA, A. M. **Tópicos de Física**. Coordenação Pedagógica Instituto PROMINAS. Apostilas, módulos 1, 2. CAPES/MEC, 2009.

PEREIRA, A. M. R. **Avião de Papel**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto Superior D. Dinis – Marinha Grande (ISDOM), 2012.

PEREIRA, R., FUSINATO, P. A., NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física**. VII Enpec, Florianópolis-SC, 2009.

PERINI, L.; FERREIRA, G. K.; CLEMENTE, L. **Projeto de Ensino PSSC: uma análise dos exercícios/problemas**, resumo apresentado no XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física; SNEF; Vitória, ES; 2009.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PIETROCOLA, M. **Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 4, n.3, 1999.

PSSC. **Física** - Parte I, Parte II, Parte III, Parte IV, Editora Universidade de Brasília, tradução autorizada com direitos reservados para o Brasil pelo IBECC-UNESCO.

PSSC. **Guia do Professor de Física**– Parte I, Parte II, Parte III, Parte IV, EDART, SP, traduzido e adaptado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e pelo Centro de Treinamento de Professores de Ciências de São Paulo (CECISP).

QUEIROZ, G. **A física do voo**. III Semana Nacional de Ciência e Tecnologia/Instituto de Física - UERJ, 2006.

QUEIROZ, G. **Uma abordagem interdisciplinar do vôo no centenário de Santos Dumont**. III Semana Nacional de Ciência e Tecnologia/Instituto de Física - UERJ, 2006.

RAHAL, F. A. S. **Jogos didáticos no ensino de Física: um exemplo na Termodinâmica**. XVIII SNEF, Vitória-ES, 2009.

RAMOS, I. C. P. N., **Construção e Interpretação de Gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um Estudo com Alunos do 11ºano de Escolaridade**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, 2011.

RAMOS, E. M. F. **Brinquedos e jogos no Ensino de Física**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IFUSP, 1990.

Red Bull Paper Wings - **Campeonato de avião de papel/competição internacional**. Disponível em: <http://www.redbullpaperwings.com/Countries/Brasil/Not%C3%ADcias.html>

REZENDE, F. **As novas tecnologias na prática pedagógica sob o ponto de vista construtivista**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n 1, p.75-98, mar. 2002.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: método e técnicas**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 1979.

ROSA, P. R. S. **O uso de computadores no ensino de Física**. Parte I: potencialidades e uso real. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.7, n.2, p. 182-195, Junho 1995.

SANTOS, G. H.; ALVES, L. & MORET, M. A. **Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos em Física no Ensino Médio**. Sitientibus Série Ciências Físicas. v. 02, p. 56-67, 2006.

SANTOS, J. N.; TAVARES, R. **Animação interativa como organizador prévio**. In: XV SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.

SILVA, T. C.; AMARAL, C. L. C. **Jogos e avaliação no ensino-aprendizagem: uma relação possível**. REnCina, v. 2, n. 1, p. 1 – 8, jan/jun 2011.

SILVA, R. S.; SILVA, L. R. A. **Gestão escolar e tecnologias**. Manaus: UEA Edições, 2008.

SILVA, L. H. A., ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SILVEIRA, R. S.; BARONE, D. A. C. **Jogos Educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação. 1998.

Sites de Física, disponível em: <http://www.sofisica.com.br/>
<http://www.fisica.net/>

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. **O ensino de química para surdos como possibilidade de aprendizagens mútuas**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14, 2008. Anais... Curitiba: UFPR, 2008.

STUDART, N.; DAHMEN, S. R. **A Física do Vôo na Sala de Aula**. Física na Escola, v. 7, n. 2, p.[36] - 42, 2006. Disponível em:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol7/Num2/v13a07.pdf>

TAVARES, R. S.; LUNA, G. R.; ROCHA, N. **Modelagem Computacional: uma aproximação entre artefatos cognitivos e experimentos qualitativos**. XXII EFNNE – Encontro de Físicos do Norte e Nordeste – Feira de Santana – Bahia, 2004.

TAVARES, R.; SANTOS, J. N. **A animação interativa como organizador prévio**. Anais do XV Simpósio Nacional do Ensino de Física. Curitiba, 2003.

TEODORO, V. D. **Learning Physics With Mathematical Modelling**. (Doutorado em Ciências e Tecnologia) PhD Thesis. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2002.

TEODORO, V. D. **Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling**. Tese de doutoramento não publicada, Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2002. Acessado em 02/06/2013 através de <http://modellus.fct.unl.pt/mod/resource/view.php?id=33>

TEODORO, V. D. **From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics**. In: International Colos Conference New Network-Based Media In Education, 1998. Maribor, Eslovênia. [S.l.: s.n.], 1998. p. 13-22.

TEODORO, V. D.; VIEIRA, J. P.; CLÉRIGO, F. C. **Modellus, interactive modeling with mathematics**. San Diego: Knowledge Revolution, 1997.

URE, M. H.; et al. **Concepciones Intuitivas de los Estudiantes (de Educación Media y la Universidad) sobre el Principio de Acción y Reacción**. Rev. Bras. De Ensino de Física, v. 16, n. 1 – 4, p. 120 – 128, 1994.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: UNICAMP. 1993.

VEIT, E. A. **Modelagem computacional no Ensino de Física**, Contribuição à mesa redonda sobre informática no ensino de Física – XVI SNEF. Instituto de Física – UFRGS, 2005.

VEIT, E. A. & TEODORO, V. D. **Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Rev. Bras. De Física. Vol.24, n-2, São Paulo, 2002.

VEIT, E. A.; MORS, P. M.; TEODORO, V. D. **Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 176-184, junho, 2002.

VIANA, H. M. **Testes em Educação**. 4ª ed. CEECEM, 1982.

VICTOR, R. A.; STRIEDER, R. B. **Atividades lúdicas e ensino de astronomia**: uma proposta envolvendo jogo de tabuleiro. 34 f. Monografia (Física), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2012.

Vídeos – Campeonatos Mundial de Papel: Disponíveis em:
<https://www.youtube.com/watch?v=-VPV4GSWK9Q>
<https://www.youtube.com/watch?v=DXUKEo1sWxU>
<https://www.youtube.com/watch?v=GV1LMHilYwI>
<https://www.youtube.com/watch?v=hanQ-Um57Ek>

Vídeos – Como fazer um avião de papel. Disponíveis em:
<https://www.youtube.com/watch?v=fCtqcWgj-Ts>
<https://www.youtube.com/watch?v=vAuGRKUaqII>
<https://www.youtube.com/watch?v=m-EYN1iLixs>
<https://www.youtube.com/watch?v=pbQmAMz-c7k>

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de software educativo**: reflexões para uma análise criteriosa (1999). Disponível em:
<http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>. Acesso em: 01/09/2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WINNICOTT, D. W. **O brincar e a realidade**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

XIMENES, S. B. **História cultural das palavras cruzadas**. 2008. Disponível em:
<<http://www.roteiroromanceado.com>>. Acesso em: 27/02/2014.

ZWIRTES, A. **Inserção cultural dos estudantes através da prática pedagógica em Física com base na tecnologia**. Dissertação de Mestrado. Ijuí, 2001, 99 p.

ANEXOS

ANEXO 01



Aracaju - SE, __/__/__

À DIREÇÃO DO

CENTRO DE EXCELÊNCIA MINISTRO MARCO MACIEL

Ref: Carta de autorização para divulgação do nome da instituição após a pesquisa de campo

Este documento tem o objetivo de solicitar que Ericarla de Jesus Souza, mestranda devidamente matriculada 201311002774, no Núcleo de Pós Graduação em Ensino de Ciências (NPGECEMA) da Universidade Federal de Sergipe, cujo Orientador é o Professor Doutor Luiz Adolfo de Mello, possa divulgar o nome desta instituição em sua Dissertação e/ou artigo científico. Considerando que a responsável pela supervisão das atividades foi a Professora desta instituição, a Sra. Elisângela Andrade Santos, que ocupa o cargo de Professor de Física nas turmas do segundo ano do Ensino Médio. Esta divulgação não terá nenhum teor de denúncia ou que possa denigrir a imagem da instituição, não serão divulgados os nomes dos discentes, docentes ou equipe administrativa da instituição.

Assinatura do Orientador

Assinatura do Professor da instituição que supervisionou as atividades

Assinatura do Diretor(a) da instituição



São Cristóvão - SE, ____/____/____

**À DIREÇÃO DO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO**

Ref: Carta de autorização para divulgação do nome da instituição após a pesquisa de campo

Este documento tem o objetivo de solicitar que Ericarla de Jesus Souza, mestranda devidamente matriculada 201311002774, no Núcleo de Pós Graduação em Ensino de Ciências (NPGEICIMA) da Universidade Federal de Sergipe cujo Orientador é o Professor Doutor Luiz Adolfo de Mello, possa divulgar o nome desta instituição em sua Dissertação e/ou artigo científico. Considerando que a responsável pela supervisão das atividades foi o Professor desta instituição o Sr. Nemésio Augusto Álvares Silva, que ocupa o cargo de Professor de Física nas turmas do segundo ano do Ensino Médio. Esta divulgação não terá nenhum teor de denúncia ou que possa denigrir a imagem da instituição, não serão divulgados os nomes dos discentes, docentes ou equipe administrativa da instituição.

Assinatura do Orientador

Assinatura do Professor da instituição que supervisionou as atividades

Assinatura do Diretor(a) da instituição

ANEXO 02

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Série: _____
Data: __/__/__

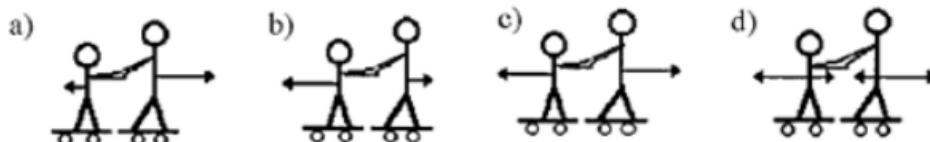
Turma: _____
Sexo: () F () M Idade: _____

Pré-Teste e Pós-Teste

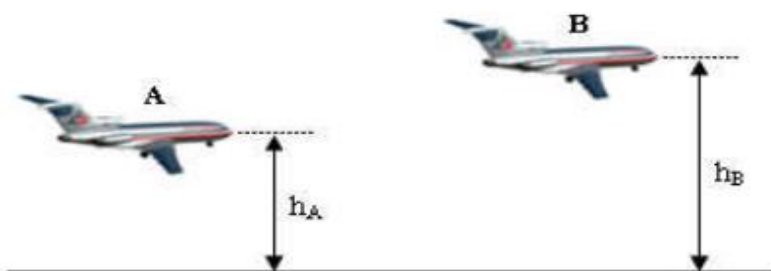
- 1- Dois garotos, um grande e um pequeno, estão um de frente para o outro sobre skates, como mostra a figura.



Marque a alternativa que MELHOR representa a(s) FORÇA(S) que atua(m) nos garotos, devido apenas a interação entre eles no momento em que os dois se empurram.



- 2- A figura abaixo mostra dois instantes do movimento de um avião que voa na horizontal com velocidade constante, mas em altitudes diferentes.



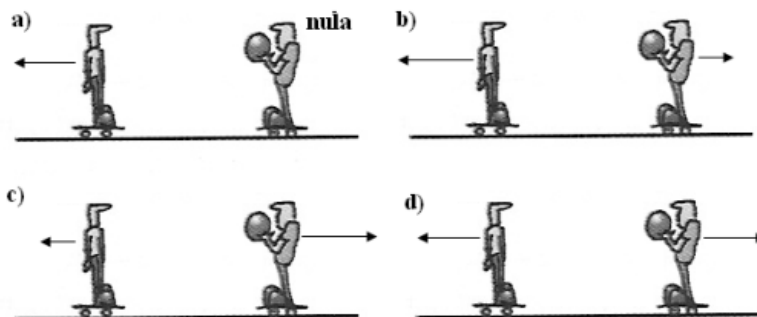
A respeito da energia mecânica do avião pode-se concluir:

- a) A **energia cinética** do avião em **A** é MAIOR do que em **B**.
- b) A **energia cinética** do avião em **A** é MENOR do que em **B**.
- c) A **energia potencial gravitacional** do avião em **A** é MAIOR do que em **B**.
- d) A **energia potencial gravitacional** do avião em **A** é MENOR do que em **B**.

3-Pedro e Paulo estão em pé sobre dois carrinhos que podem se movimentar com atritos desprezíveis sobre um plano horizontal no laboratório. No início, os dois estão em repouso, com Pedro segurando uma bola pesada.



Pedro lança a bola para Paulo, que a apanha e lança de novo para Pedro, o qual por sua vez a apanha, conservando-a com ele. Qual dos seguintes esquemas representa as QUANTIDADES DE MOVIMENTO de Pedro e Paulo no final da seqüência?



4-Um avião está voando horizontalmente em linha reta como mostra a figura a seguir.



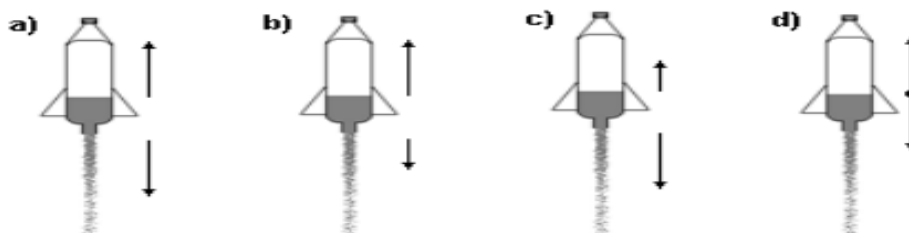
Nessa situação atuam sobre ele durante o voo as seguintes forças:

- A força **peso P** (para baixo).
- A força de **sustentação S** (para cima).
- A força de **propulsão** das turbinas **E** (para frente).
- A força de **resistência do ar R** (para trás).

Qual das opções a seguir relaciona corretamente os módulos dessas FORÇAS, se o movimento ocorre COM VELOCIDADE CONSTANTE?

- a) $P = S$ e $E > R$
- b) $P < S$ e $E > R$
- c) $P = S$ e $E = R$
- d) $P = S$ e $E < R$

5- Marque a alternativa que melhor representa a força de AÇÃO E REAÇÃO que atuam no sistema.



6- A figura abaixo mostra o movimento de uma pedra que foi lançada verticalmente para cima, a partir do solo.



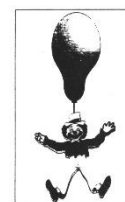
À medida que a pedra SOBE livremente no campo gravitacional terrestre, AUMENTA:

- a) O módulo da **velocidade** da pedra.
- b) O módulo da **aceleração** da pedra.
- c) A **energia cinética** da pedra.
- d) A **energia potencial gravitacional** da pedra.

7-(Cesgranrio) Um palhacinho de papelão está suspenso a uma bola de aniversário. O conjunto paira no ar, sem subir nem descer.

Assim, é correto afirmar que a(o):

- e) densidade do palhacinho é menor que a densidade da bola;
- f) densidade do conjunto é igual à densidade do ar;
- g) empuxo que o ar exerce sobre a bola é igual ao peso do palhacinho;
- h) peso do palhacinho é igual ao peso da bola;



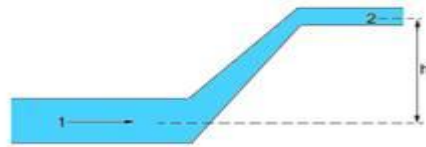
8-(UFMS-RS) A figura representa uma tubulação horizontal em que escoam um fluido ideal.



A velocidade de escoamento do fluido no ponto 1, em relação à velocidade verificada no ponto 2, e a pressão no ponto 1, em relação à pressão no ponto 2, são:

- a) maior, maior
- b) maior, menor
- c) menor, maior
- d) menor, menor

9-(UFMS) Água escoam em uma tubulação, onde a região 2 situa-se a uma altura h acima da região 1, conforme figura a seguir. É correto afirmar que:



- a) a pressão é maior na região 1.
- b) a vazão é a mesma nas duas regiões.
- c) a pressão estática é maior na região 2.
- d) a velocidade de escoamento é maior na região 1.

10- Quanto maior a velocidade do escoamento, maior será a pressão dinâmica e menor a pressão estática. Esta é a definição do teorema de:

- a) Arquimedes
- b) Venturi
- c) Bernoulli
- d) Pascal

11- Se a área da asa aumentar a sustentação:

- a) Diminui.
- b) Fica inalterada.
- c) Aumenta.
- d) Dobra de valor.

12- Qual o nome da força perpendicular à direção do vento relativo e sustenta o peso da aeronave?

- a) Arrasto.
- b) Centro de pressão
- c) Sustentação

APÊNDICE

APÊNDICE A



APÊNDICE B



A FÍSICA EXPLICA...

Pesquisadora: ***Ericarla Souza***

Aluno(a): _____

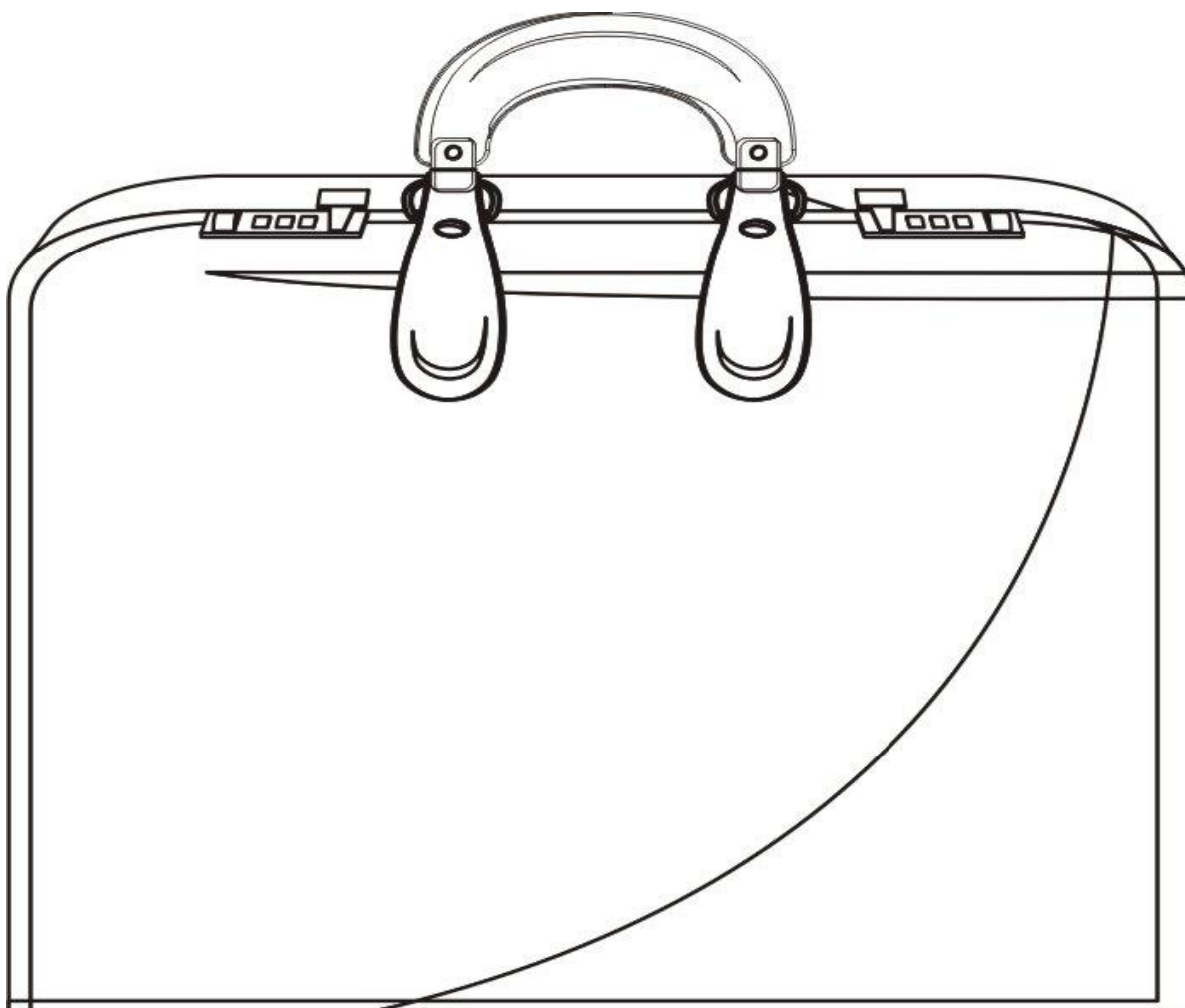


Queridos alunos, ou melhor, queridos passageiros. Sejam bem vindos nessa emocionante viagem com destino ao conhecimento. Queiram sentar e apertem os cintos, pois, vamos decolar!!!!



Êpaaaaa! Antes de decolar, vamos organizar a nossa bagagem...Para iniciar nossa arrumação pedimos que você organize a bagunça abaixo agrupando de acordo como a Física lida com elas.

Atrito - Velocidade - Potência - Trabalho - Movimento circular - Resistência do ar - Movimento - Repouso - Temperatura - Hidrodinâmica - Leis de Newton - Vetor - Hidrostática - Pressão - Aceleração - Sustentação - Empuxo - Mecânica - Densidade - Deslocamento - Escoamento - Tubo de ventilação - Bernoulli - Massa - Força - Peso - Termodinâmica



**Uffa!!! conseguimos organizar a bagagem.
Vamos decolar, nossa primeira escala será na REVISÃO.**

Comprimento e distancias: Em aviação, os comprimentos e distancias são indicados em unidades métricas como o metro e o quilometro. Também são usadas mediadas inglesas como o pé, a milha terrestre e a milha marítima.

Velocidade: É a distância percorrida por unidade de tempo. As unidades mais conhecidas são as: metros por segundo e quilômetros por hora, mas são também utilizadas unidades inglesas o pé por minuto (ft/Mn), milha por hora(mph) e nó(kt).

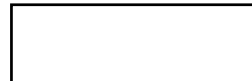
Massa: É a quantidade de matéria contida num corpo. As unidades mais comuns são: -massa (kg), Libra (lb). A massa de um determinado corpo é invariável, a menos que seja acrescentada ou extraída matéria desse corpo.

Densidade: É a massa por unidade de volume. **É importante não confundir densidade com peso e massa.**

Força: É tudo aquilo que é capaz de alterar o movimento de um corpo. As mais comuns são quilograma-força (kgf) e libra-força (lbf).

Peso: É a força que resulta da ação da gravidade sobre os corpos. O peso deve ser indicado em kgf ou lbf ou outra unidade de força.

Aceleração: É a variação de velocidade por unidade de tempo.



Atrito: É uma força contrária ao movimento. Esta força, que aparece toda vez que um corpo tende a entrar em movimento, é chamada força de atrito.

Primeira Lei de Newton: Todo corpo possui a tendência de permanecer em repouso em movimento retilíneo uniforme. Também chamada de Inércia, por isso a 1º lei de Newton chama-se lei da Inércia.

Segunda Lei de Newton: A aceleração é diretamente proporcional a força aplicada e inversamente proporcional a massa do corpo.

Diretamente proporcional: Quanto maior a força, maior é a aceleração.

Inversamente proporcional: Quanto maior a massa, menor é a aceleração.

A segunda lei de Newton complementa a primeira, pois esta afirma que se não houve uma força atuando sobre um corpo, ele permanecerá parado ou em movimento retilíneo uniforme.

Terceira lei de Newton: Conhecida como “lei da ação e reação” afirma que toda a ação corresponde uma reação de igual intensidade, porém em sentido contrário.

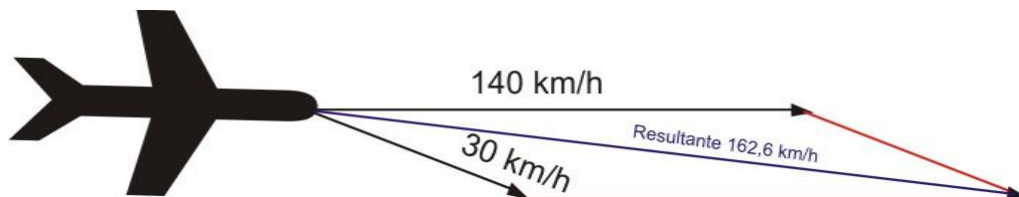


Pressão: É a força por unidade de área.

Não podemos confundir **Pressão** com **Força**.

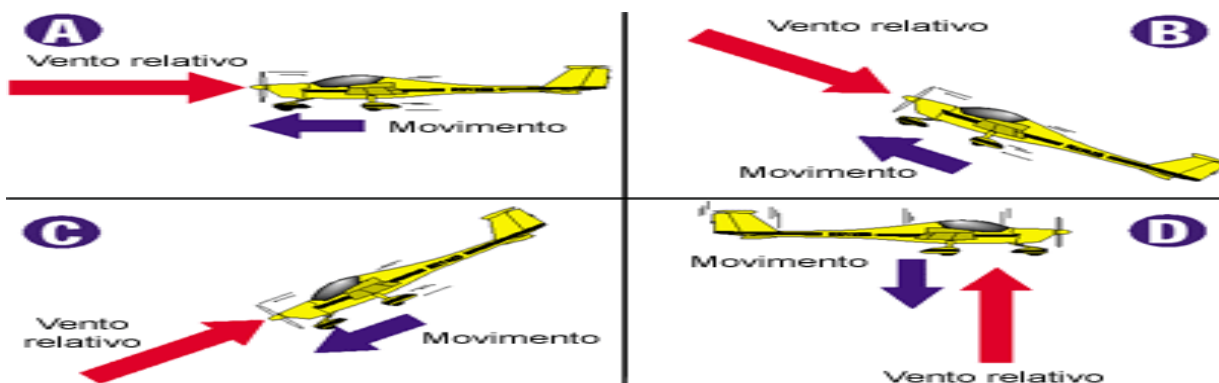
Vetor: É toda grandeza matemática que possui intensidade, direção e sentido. Mas nem toda grandeza pode ser representada por vetores. Por exemplo, temperatura.

Composição de vetores: É um método que serve para determinar a resultante de vários vetores.



Decomposição de vetores: É um método usado para determinar as componentes de dado vetor.

Vento relativo: É o vento aparente que sopra sobre um corpo em movimento na atmosfera, geralmente no sentido contrário ao do movimento.



Fluido: É todo corpo que não possui forma fixa: Existem duas espécies.

- Líquidos: água, gasolina, óleo, etc.
- Gases: ar, oxigênio, vapor d'água, etc.

Os aviões voam através do ar. Por esse motivo, é extremamente importante conhecer as propriedades do ar que afetam o voo. São elas:

- Temperatura, Densidade e Pressão

Atmosfera: É a camada de ar que circunda a Terra, é uma mistura de gases.

Pressão atmosférica: É a pressão exercida pelo ar sobre todas as coisas que estão dentro da atmosfera.

A existência de pressão atmosférica pode ser comprovada fazendo vácuo no interior de uma lata vazia de paredes finas. A lata será esmagada pela pressão atmosférica, porque no interior não existe mais o ar para se opor a pressão externa.

A pressão exercida pelo ar sobre todas as coisas que estão dentro da atmosfera.

Os parâmetros atmosféricos variam com a altitude e fenômenos meteorológicos diversos, mas sempre obedecendo a lei dos gases.

Obs: Até uma determinada altitude a pressão a densidade e a temperatura diminuem a medida que a altitude aumenta. A umidade também diminui a densidade do ar porque o vapor d'água é menos denso que o oxigênio e o nitrogênio do ar.

Variação dos parâmetros atmosféricos: os mais importantes são a pressão, a densidade e a temperatura do ar. Como regra geral os valores desses parâmetros diminuem quando a altitude aumenta.

Atmosfera padrão: O desempenho do avião, a velocidade máxima permitida, o tamanho da pista requerida para decolagem, etc, dependem muito dos parâmetros atmosféricos. Como esses parâmetros variam de momento para momento torna-se necessário criar uma atmosfera padrão:

Para calcular o desempenho de aviões em diversas condições.

Comparar desempenho de aviões diferentes.

Atmosfera padrão: devido a grande variabilidade da atmosfera tornou-se necessário desenvolver uma atmosfera padrão. Ela tem como finalidade padronizar as condições para a especificação, determinação e comparação do desempenho de aeronaves e motores.

São adotados os seguintes parâmetros ao nível do mar:

- Pressão equivale a 1013,5 hPa (760 mmHg)
- Densidade equivale a 1,225 Kg/m³
- Temperatura equivale a 15 C.

Altímetro: Esse instrumento é utilizado em aviões e mede a velocidade do vento relativo. Ele na verdade é um manômetro que com duas entradas de pressão.

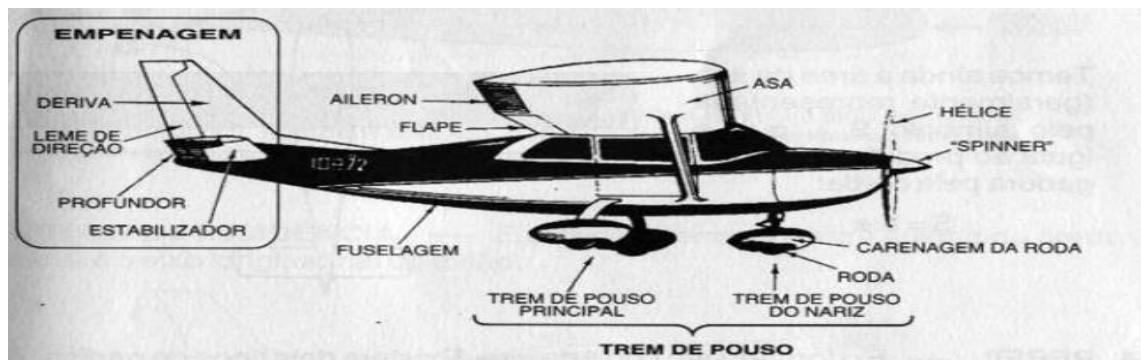
Altitude densidade: como a densidade do ar atmosférico diminui com o aumento da altitude é teoricamente possível construir um aparelho medidor de densidade e adapta-lo transformando-o num altímetro.

AERODINÂMICA

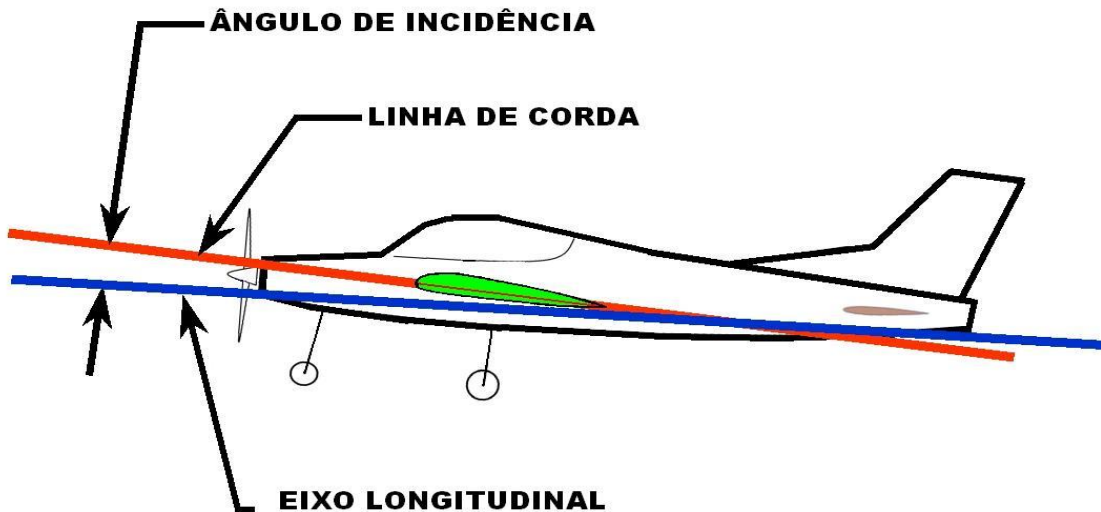
Ramo da física que trata dos fenômenos que acompanham todo movimento relativo entre um corpo e o ar que o envolve.



GEOMETRIA DO AVIÃO

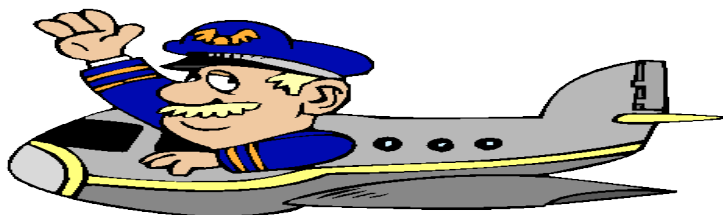
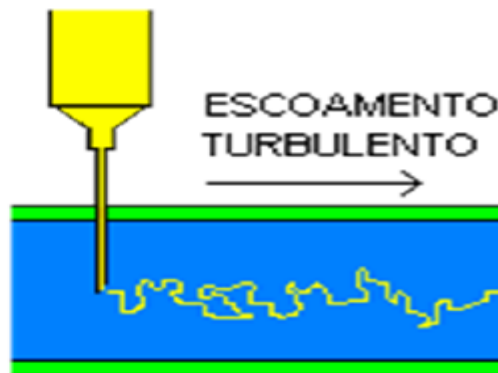
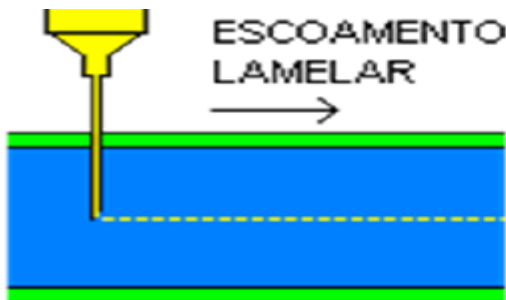


Ângulo de incidência: É o ângulo formado entre a corda e o eixo longitudinal. Esse eixo é denominado uma linha de referencia imaginaria do avião, estabelecida durante o projeto e geralmente coincide com o voo horizontal.



Escoamento: O movimento de um fluido gasoso ou líquido é denominado escoamento e existem dois tipos

- Laminar ou lamelar
- Turbulento ou turbilhonado

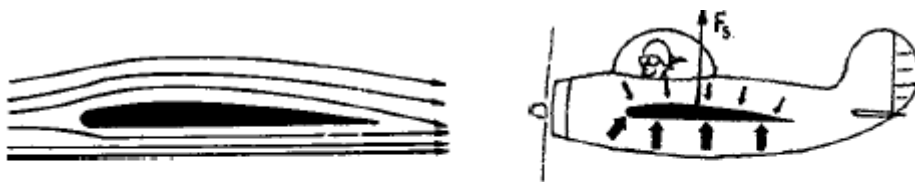


Aprenda a voar em cinco minutos

(isso se chama propaganda enganosa)

O segredo do voo dos pássaros ou dos aviões é o movimento. Quando o objeto é "mais pesado" do que o ar, somente o movimento, do ar ou do objeto, é capaz de provocar o voo. Por isso os aviões são equipados com jatos ou hélices, que têm a função de produzir o movimento para a frente. Uma vez em movimento, são as asas, com seu formato especial, que ao cortar o ar, provocam uma força para cima que faz o avião voar. Mas o que esse formato especial tem de tão especial? O formato da asa do avião faz com que o ar que passa em cima

dela se movimenta mais depressa do que o ar que passa embaixo. Isso ocorre devido às diferentes curvaturas na parte superior e inferior da asa. E daí? Acontece que quanto maior a velocidade do ar, menor sua pressão. Por isso a asa do avião sofre uma pressão do ar maior na parte inferior das asas e menor na parte superior, o que resulta em uma força de sustentação. Quanto maior a velocidade da aeronave maior será a força de sustentação obtida. Por isso, o avião precisa adquirir uma grande velocidade antes de conseguir levantar vôo.



Perfil de asa: a pressão sob a asa se torna maior e surge uma força para cima.

Isso ocorre por que o ar em movimento tem sua pressão reduzida. Quando você sopra, a pressão do ar sobre a folha diminui. Como a pressão do ar embaixo da folha fica maior, temos uma força para cima, semelhante à do empuxo hidrostático. A diferença é que para que ela surja é necessário que o ar se movimente, por isso podemos chamar essa força de empuxo aerodinâmico ou de força de sustentação aerodinâmica.

Para entender isso, vamos fazer uma brincadeira: pegue uma pequena folha de papel e sobre-a na parte superior. Você deve perceber que a folha sobe. Enquanto você estiver soprando ela tenderá a ficar na horizontal.



COMO OS AVIÕES VOAM?!?!?!?!?

Quando atiramos um avião de papel para o fundo de uma sala, não nos apercebemos que ele segue as mesmas leis de voo que um avião Jumbo. Com uma folha de papel, podemos compreender essas leis e descobrir como um avião de metal consegue ficar no ar.

A FÍSICA DO VOO...

A maioria dos aviões de tamanho maior tem asas, a cauda, e uma fuselagem (corpo). A maioria dos aviões de papel tem apenas uma asa e uma dobra no papel, na parte inferior. A principal razão pela qual os aviões de papel têm um aspecto diferente dos aviões de verdade, é permitir ao construtor do avião de papel, fazer um avião fácil e rápido. Existem 4 forças que atuam sobre um avião durante o voo seja ele de papel ou “a sério”. São elas:

✈ Sustentação

✈ Gravidade

✈ Impulso

✈ Arrasto



Ilustração 1 - Forças actuantes num voo

✈ SUSTENTAÇÃO

A sustentação é a força que mantém o avião no ar, sendo esta gerada pelo movimento do avião através do ar. Para entender esta força, recorre-se a dois modelos básicos:
Princípio de Bernoulli:

“onde a velocidade do fluido (ar) é menor, a pressão é mais alta e onde a velocidade do fluido é maior a pressão é mais baixa”

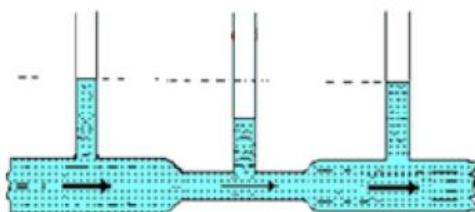


Ilustração 2 - Esquema do efeito Venturi

Terceira Lei de Isaac Newton:

“Para qualquer ação, existe sempre uma reação oposta de intensidade igual.”

*Equação de Bernoulli

1. Princípio de Bernoulli

Olhando para as asas de um avião, nota-se que elas não são planas. A asa tem um perfil curvo. Quando o avião voa, o ar divide-se quando atinge a parte frontal de asa e junta-se novamente na parte traseira. A forma aerodinâmica da asa faz com que o ar percorra uma maior distância na parte superior do que na parte inferior, no mesmo período de tempo. Isto faz com que o ar que passa no topo da asa tenha que se mover mais rapidamente. Quando o ar acelera, a sua pressão baixa. Como a pressão do ar no topo da asa é mais baixa do que na parte inferior, esta provoca a sustentação.

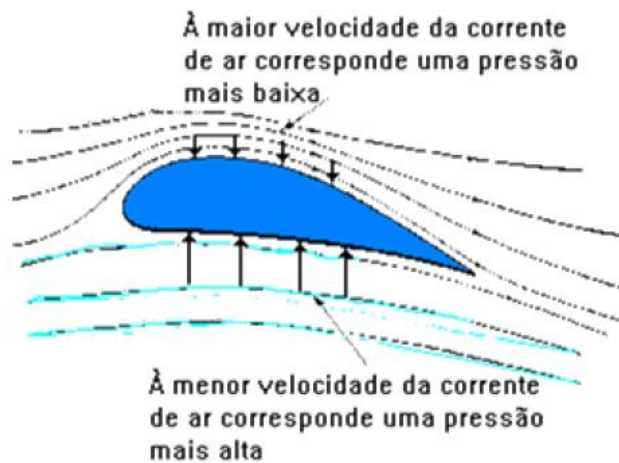


Ilustração 3 - Pressões na asa de um avião

2. 3ª Lei de Newton

A sustentação, baseada nesta lei, depende do “ângulo de ataque” da asa. Se a ponta da asa está a apontar para cima, a superfície de baixo desvia o ar para baixo. Quando o ar contacta a asa na superfície inferior ele empurra a asa para cima, produzindo a sustentação. É impossível aparecer uma força isolada atuando sobre um corpo, sem que exista um corpo responsável por essa força (uma força não pode “surgir do nada”).

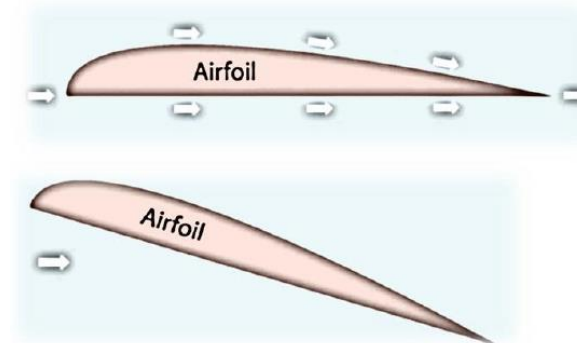


Ilustração 4 – Força de sustentação na asa

O que é a estabilidade? Estabilidade significa que o avião, se perturbado, voltará ao seu estado original de voo. Um avião estável tende a oscilar para cima e para baixo algumas vezes, mas converge num voo regular.

✈ GRAVIDADE

A gravidade é o que faz com que qualquer objeto que seja atirado ao ar, volte à terra.

Gravidade é também o que nos mantém no chão.

Nos aviões, a gravidade é uma força contrária à sustentação puxando o avião para a terra.

Como o peso afeta o voo?

Em cada objeto há um centro de gravidade - um ponto neutro, onde toda a massa é equilibrada. Se um avião possui um centro de gravidade à frente do neutro ponto, então esse avião é estável. Se o centro de gravidade está atrás do ponto neutro, torna-se instável causando mergulhos de nariz.

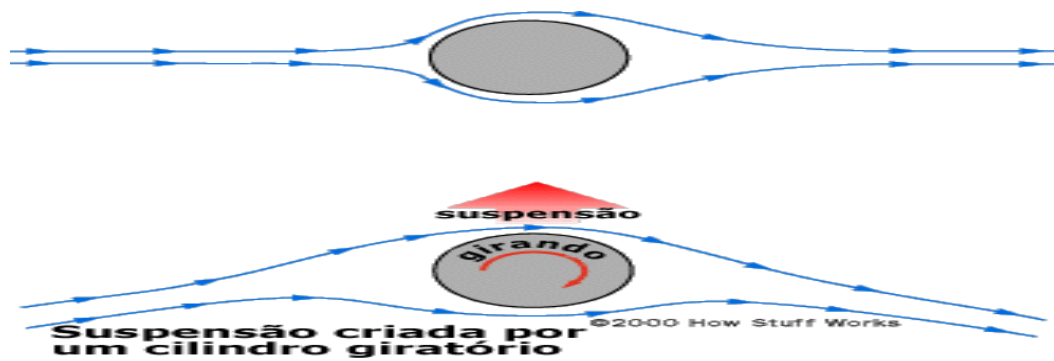
✈ IMPULSO

É a força que faz com que o avião avance através do ar. Num avião real, este é produzido pelo movimento das hélices ou pelo motor a jacto. Num avião de papel, o impulso é produzido quando atiramos o avião para o ar.

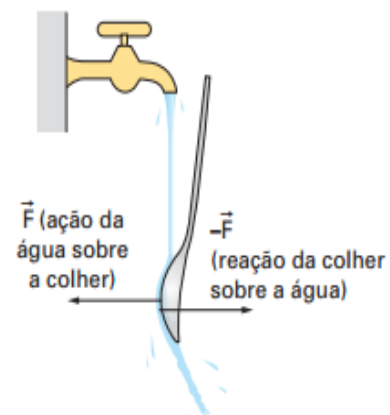
✈ ARRASTO

O arrasto é a força que tenta desacelerar o avião. O arrasto é produzido quando o ar flui sobre o avião, provocando atrito.

EFEITO MAGNUS

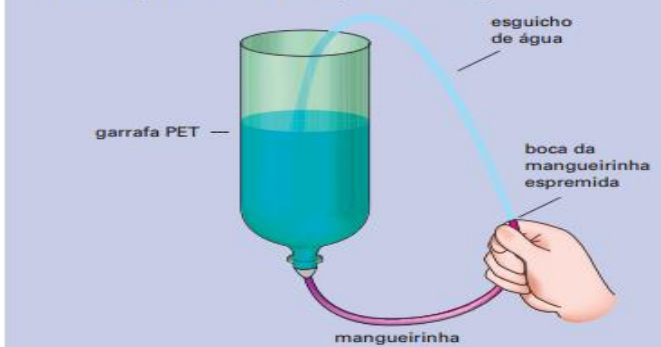


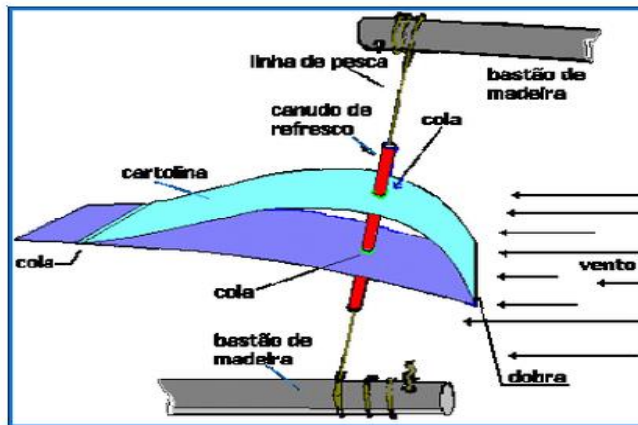
EFEITO COANDA



Com base na Equação de Continuidade, um colega seu pensa em fazer a experiência descrita na figura a seguir. Ele argumenta que basta apertar a boca da mangueira o suficiente para que isso ocorra. Você acha que vai dar certo? Justifique.

Observação: Por enquanto você pode argumentar apenas se baseando no Princípio da Conservação da Energia. Mais adiante terá condições para dar uma resposta mais detalhada (nesse momento esta questão será reapresentada).



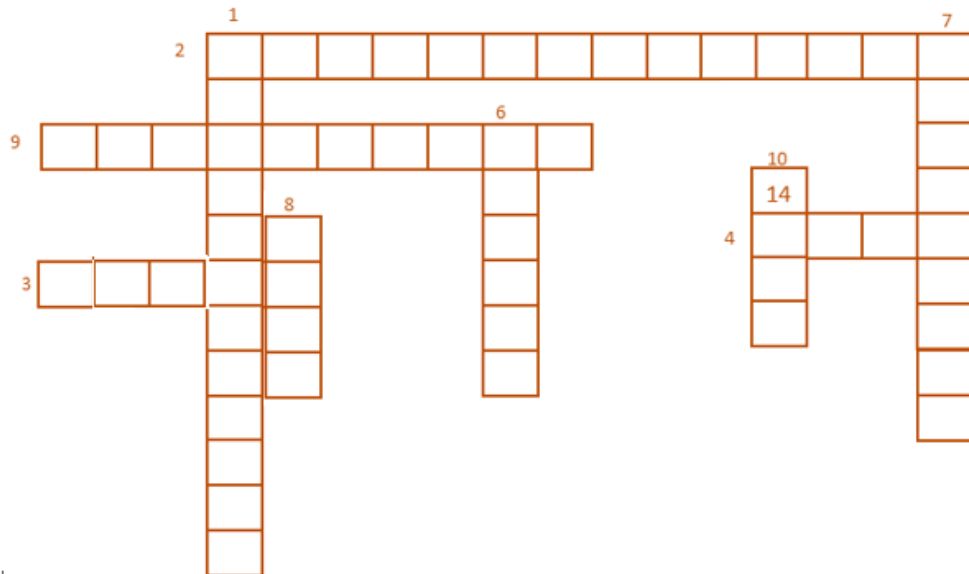


EDUARDO SANTALJESTRA



APÊNDICE C

CRUZADINHA DA FÍSICA

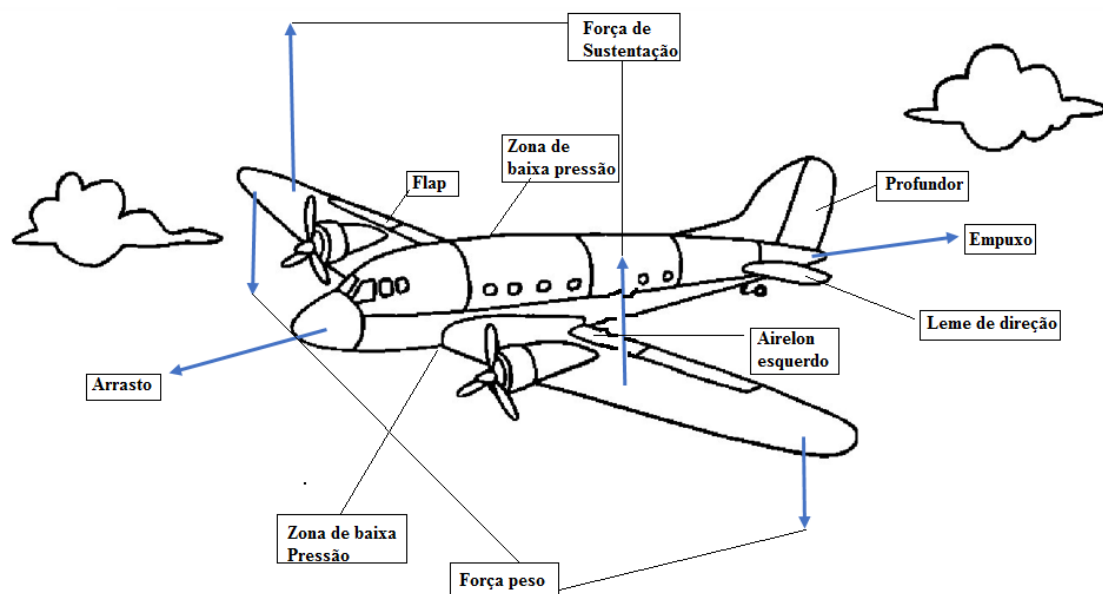


- 1- Parte da Física que estuda a força do ar sobre os corpos em movimento.
- 2- Nome do inventor do avião de acordo com os critérios estabelecidos pela Federação Aeronáutica Internacional.
- 3- Cidade do primeiro voo assistido por juízes avaliadores.
- 4- Avião que formado por duas asas paralelas ligadas por uma superfície de sustentação.
- 5- Avião de um único motor.
- 6- O mesmo que força de arrasto/ resistência do ar é força de...
- 7- Fase do voo em que a aeronave deixa o solo.
- 8- Parte responsável pela sustentação aerodinâmica.
- 9- O mesmo que pousar em terra.
- 10- Nome do primeiro avião



Exercícios sobre Fluidodinâmica

Ache os sete erros



CAÇA PALAVRAS

Ache o maior número possível de palavras que se referem ao voo de um avião.

F	L	A	P	R	A	S	I	P
E	D	C	E	A	X	U	C	P
E	A	I	R	D	A	S	A	S
M	Q	M	I	D	E	T	I	I
P	R	A	D	A	R	E	R	O
U	O	N	F	H	S	N	E	E
X	A	I	G	E	D	T	L	L
O	G	D	A	L	I	A	O	K
C	F	O	O	I	U	Ç	N	I
D	I	R	N	C	Q	Ã	P	A
I	L	E	M	E	E	O	I	E
L	E	A	B	R	M	O	A	R
P	R	O	F	U	N	D	O	R

APÊNDICE E

QUESTIONÁRIO DO TIPO INVESTIGATIVO

1-O tema do projeto lhe desperta interesse? Justifique

() Sim () Não () Mais ou Não

2-Por que os Aviões Voam?

3-Quais conteúdos Físicos estão envolvidos em um voo de um avião?

4-Você percebe alguma relação entre o voo de um avião de papel e um avião “normal”?

5-Você sabe fazer aviões de Papel? Quantos modelos?

APÊNDICE F

QUESTIONÁRIO SOBRE O SOFTWARE MODELLUS

1- Você achou as simulações atrativas e divertidas? Justifique.

(☐) sim (☐) não (☐) mais ou menos

2- O que você achou do software Modellus? Justifique

(☐)ótimo (☐) Bom (☐) regular

3-O uso do Software Modellus proporcionou um melhor aprendizado do conteúdo explicado em sala? Justifique

(☐) sim (☐) Não

4-Foi fácil acessar e interagir com o software Modellus?

(☐) sim (☐) Não

5- Esse tipo de atividade deveria ser utilizado com maior frequência nas aulas de Física? Justifique.

6- Dê sua opinião sobre as atividades de modelagem e simulação. (Comentário, crítica, sugestão...)

APÊNDICE G



1



2



2



1

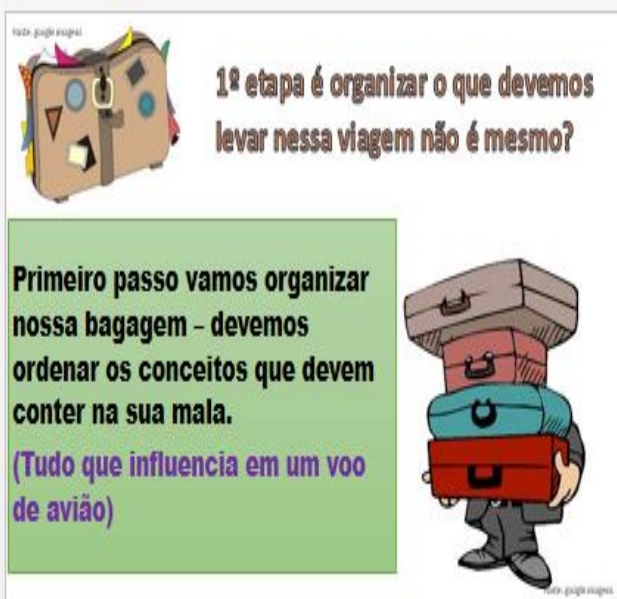




5



6



7



8



3ª etapa: "momento da revisão"

Revisar e aprender todos os conceitos físicos envolvidos em um voo de avião (seja ele de papel ou não).

Teremos um material de apoio com dicas, experimentos, reportagens. Cada aula terá uma dinâmica diferente (aguardem...).

Para que assim possamos juntos descobrir...

TAREFA
nova página visual


Por que os aviões voam???



9



4ª etapa : Usando o Modellus



10



5ª etapa: Oficina de avião de papel



11



6ª etapa: Campeonato de avião de papel




12



Videos- campeonato mundial de avião de papel



13

7ª etapa: Jogos

Será aplicado os jogos dos sete erros, caça palavras e cruzadinha da Física

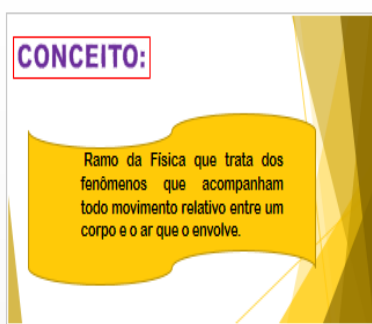
14



APÊNDICE H



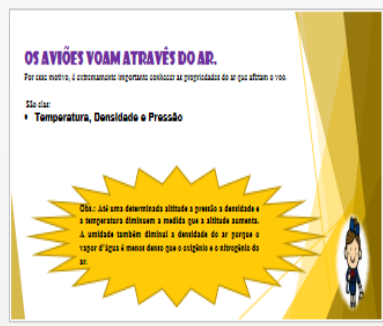
★



*



★



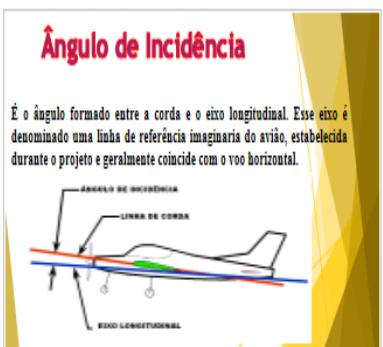
★



*



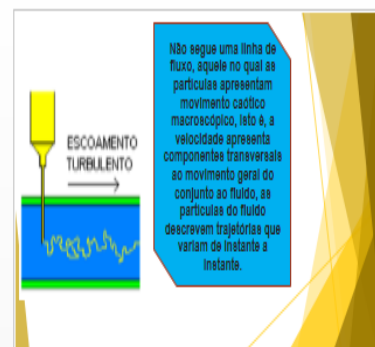
★



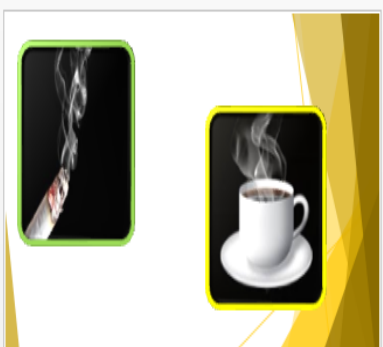
★



2



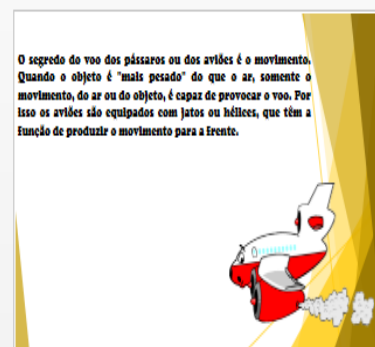
★



★




2



★

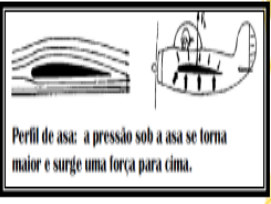
Uma vez em movimento, são as asas, com seu formato especial, que ao cortarem o ar, provocam uma força para cima que faz o avião voar. Mas o que esse formato especial tem de tão especial? O formato da asa do avião faz com que o ar que passa em cima dela se movimente mais depressa do que o ar que passa embaixo. Isso ocorre devido às diferentes curvaturas na parte superior e inferior da asa.



13



Perfil de asa: a pressão sob a asa se torna maior e surge uma força para cima.

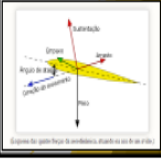


14



E daí?

- > Acontece que quanto maior a velocidade do ar, menor sua pressão.
- > Por isso a asa do avião sofre uma pressão do ar maior na parte inferior das asas e menor na parte superior, o que resulta em uma força de sustentação.
- > Quanto maior a velocidade da aeronave, maior será a força de sustentação obtida. Por isso, os aviões precisam adquirir uma grande velocidade antes de conseguirem levantar voo.




15



Para entender isso, vamos fazer uma brincadeira: pegue uma pequena folha de papel e sopre-a na parte superior.


O que acontece???



16



COMO OS AVIÕES VOAM??????



17



A FÍSICA DO VOO...

Diagrama 1 - Forças atuando em um avião

18



✈ Sustentação

A sustentação é a força que mantém o avião no ar, sendo esta gerada pelo movimento do avião através do ar. Para entender esta força, recorre-se a dois modelos básicos:


Princípio de Bernoulli:

"onde a velocidade do fluido (ar) é menor, a pressão é mais alta e onde a velocidade do fluido é maior a pressão é mais baixa"

19



À maior velocidade da corrente de ar corresponde uma pressão mais baixa.



À menor velocidade da corrente de ar corresponde uma pressão mais alta.

Ilustração 3 - Pressões no asa de um avião

20



Lei de Bernoulli

$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante}$

Supondo:

- fluido incompressível
- viscosidade nula
- regime estacionário


$p = \text{pressão}$
 $\rho = \text{densidade do fluido}$
 $h = \text{altura}$
 $v = \text{velocidade}$

Diagrama 1 - Fluxo de Bernoulli

21



www.fisicaevia.com.br



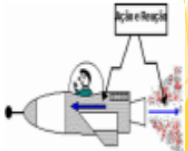
A pressão é mais baixa na parte estreita do tubo, na qual a água flui mais depressa.

22



Terceira Lei de Isaac Newton:

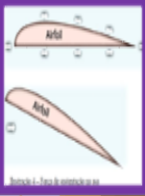
"Para qualquer ação, existe sempre uma reação oposta de intensidade igual."



23



A sustentação, baseada nesta lei, depende do "ângulo de ataque" da asa. Se a ponta da asa está a apontar para cima, a superfície de baixo derriva o ar para baixo. Quando o ar encontra a asa na superfície inferior ele empurra a asa para cima, produzindo a sustentação. É impossível aparecer uma força isolada atuando sobre um corpo, sem que exista um corpo responsável por essa força (uma força não pode " surgir do nada").




24



✈ GRAVIDADE

Nos aviões, a gravidade é uma força contrária à sustentação puxando o avião para a terra. Como o peso afeta o voo?


Em cada objeto há um centro de gravidade - um ponto neutro, onde toda a massa é equilibrada. Se um avião possui um centro de gravidade à frente do ponto neutro, então esse avião é estável. Se o centro de gravidade está atrás do ponto neutro, torna-se instável causando mergulhos de nariz.



25

✈ IMPULSO

É a força que faz com que o avião avance através do ar. Num avião real, este é produzido pelo movimento das hélices ou pelo motor a jacto. Num avião de papel, o impulso é produzido quando atiramos o avião para o ar.



26

✈ ARRASTO

O arrasto é a força que tenta desacelerar o avião. O arrasto é produzido quando o ar flui sobre o avião, provocando atrito.

27

Forma de Asa

Asa de asa plana
Asa de asa arredondada

Esfera

Asa de asa arredondada
Asa de asa plana

Plano

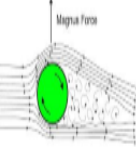
Asa de asa plana
Asa de asa arredondada

(Tipos de Asa e Substituto)

28


EFEITO MAGNUS

A parte de cima da bola se move contra a direção do ar e a de baixo a favor dessa direção. Se o giro for suficientemente rápido, o ar próximo à superfície pode ter sua velocidade alterada pelo giro da bola (é como se a bola fizesse girar uma camada de ar próximo à sua superfície). Na parte inferior, o ar tenderá a ter uma velocidade maior e na parte superior uma velocidade menor.



29

Essa diferença de velocidade do ar (que é um fluido) leva a uma diferença de pressão: a pressão na parte superior da bola será maior que na parte inferior. A pressão origina uma força que, no caso da imagem ao lado, faz com que a bola se mova para baixo. Essa alteração de trajetória devido à interação da bola com o ar é chamada de efeito Magnus.




30

Efeito COANDA



31



32

CURIOSIDADES

Um Boeing 737 voa em cruzeiro entre Mach 0,61 a Mach 0,84 (IAS). A velocidade de cruzeiro em relação ao solo varia muito com a altitude do avião e os ventos, variando tipicamente de 350 aos (cerca de 650 km/h) a 480 m/s (cerca de 990 km/h). Se pegar um bom vento de popa pode até ultrapassar 500 m/s (cerca de 990 km/h).

33

✈ O que causa turbulência?

O que causa a turbulência é a forte normatização do ar. Ela pode acontecer em três ocasiões: quando há uma mudança brusca da temperatura, da pressão atmosférica ou da velocidade do avião. A turbulência pode derrubar um avião, mas as chances são muito pequenas.

34

✈ Os aviões podem voar no vácuo?

Não, pois o avião precisa de ar para voar. No vácuo o avião não se sustentaria no ar. Um avião se move empurrando o ar sobre as asas no sentido oposto com a ajuda das turbinas (ou hélices). O ar que passa pela parte de cima da asa (extradorso) é mais rápido e o ar que passa por baixo (intradorso) é mais devagar, então a pressão em baixo será maior do que a pressão em cima, empurrando o avião para cima.

35

✈ Por que precisamos desligar os celulares no avião?

Por que precisamos desligar os celulares no avião? Pois o celular e outros aparelhos que emitem ondas eletromagnéticas podem interferir o comando do avião, que é computadorizado, provocando falhas nos equipamentos. Você pode usar esse aparelho apenas quando o avião estiver no solo com as portas abertas. A TAM é uma exceção, pois ela diz possuir uma tecnologia que evita esse problema.

36

Experiência de aerodinâmica

Para montar uma asa de avião de papel, você vai precisar de:

- cartolina
- tesoura
- cola branca
- caneta de feltro
- linha de pesca ou barbante fino

1 - Corte um retângulo de cartolina, de 30 por 20 cm. Dobre a linha pela metade, marcando bem.

2 - Pense numa asa de avião de 30 cm de comprimento e 10 cm de largura. Dobre a linha de 30 cm de comprimento, marcando bem.

3 - Faça dois furos na cartolina, para passar o barbante bem justinho.

4 - Cole o barbante na cartolina, marcando a parte de cima encurvada.

37

VAMOS CONSTRUIR?



38

Experiência de aerodinâmica

Para montar uma asa de avião de papel, você vai precisar de:

- cartolina
- tesoura
- cola branca
- caneta de feltro
- linha de pesca ou barbante fino

3 - Corte um retângulo de cartolina, de 30 por 20 cm. Dobre a linha pela metade, marcando bem.

4 - Pense numa asa de avião de 30 cm de comprimento e 10 cm de largura. Dobre a linha de 30 cm de comprimento, marcando bem.

5 - Faça dois furos na cartolina, para passar o barbante bem justinho.

6 - Cole o barbante na cartolina, marcando a parte de cima encurvada.

39

OFICINA DE AVIÃO DE PAPEL

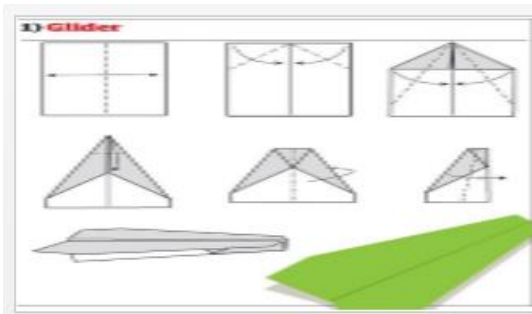
40

OFICINA DE AVIÃO DE PAPEL

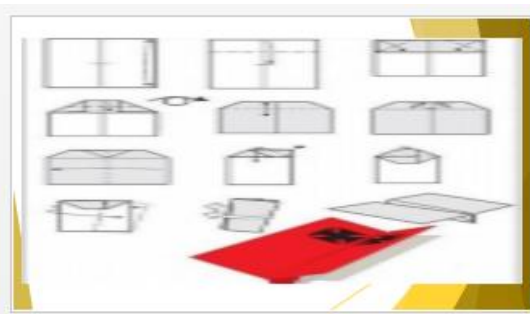
41

OFICINA DE AVIÃO DE PAPEL

42



43



44

APÊNDICE I



Agora é hora da postagem!!!

Deixe aqui seu comentário, critica, sugestão sobre as atividades realizadas na aula de hoje. (Experimentos, slides, vídeos, modelagem, material ...).

