

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

DAVID PAULO

**UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
(UEPS) EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM (AVA)
COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE
FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

São Carlos

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

DAVID PAULO

**UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
(UEPS) EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM (AVA)
COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE
FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Física.
Orientador: Prof. Dr. Nelson Studart.

São Carlos

2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

P331ue Paulo, David.
Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)
em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como
instrumento de aprendizagem significativa de física no
ensino médio / David Paulo. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
123 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2013.

1. Física - estudo e ensino. 2. Unidades de aprendizagem.
3. Aprendizagem significativa. 4. Ambiente virtual de
aprendizagem. 5. Plataforma MOODLE. I. Título.

CDD: 530.07 (20^a)

Banca Examinadora:

N. Studart

Prof. Dr. Nelson Studart Filho
DF – UFSCar - orientador

Marco Antonio Moreira

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira
IF – UFRGS

Carolina R. Sousa

Prof^a. Dr^a. Carolina R. Sousa
DEME – UFSCar

*Em especial à minha esposa e minhas filhas,
que foram o meu alicerce enviado por Deus, a toda
minha família e a todos alunos e professores do
PPGECE.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Nelson Studart Filho, meu orientador, que muito me ensinou durante todo o curso, pela sua paciência, compreensão e disponibilidade. Ao longo do curso, em diversas oportunidades serviu-me como modelo a ser seguido em sua postura como educador e na forma como encarou e enfrenta os desafios que se apresentam.

Ao meu amigo e irmão Márcio Roberto, por ter acreditado em mim e ter se aproximado nos momentos em que eu mais precisava.

À minha mãe, D. Zica, pelo sempre presente e incondicional amor.

À minha esposa, Maria do Carmo, e às minhas filhas, Juliana e Carolina, por todo apoio e compreensão durante as intermináveis horas de estudos.

A todos os meus professores da UFSCar, que, durante o mestrado, indistintamente, contribuíram para esta conquista.

À Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro, a partir do projeto Bolsas de Estudo.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, privilegiaram-me com a atenção dada a este trabalho.

RESUMO

Este trabalho utiliza Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), uma estratégia instrucional proposta por M. A. Moreira, em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) na plataforma Moodle, disponível na web, como instrumento de aprendizagem de física no Ensino Médio, através de uma sequência. O AVA foi configurado de acordo com a sequência da UEPS. A sequência consistiu na aplicação de uma avaliação diagnóstica, uso de organizadores prévios¹, apresentação inicial de situações-problema envolvendo simulações do Portal Interactive Simulations (PhET), revisão e aprofundamento teórico, reapresentação de situação-problema em nível de maior complexidade, avaliação somativa individual, aula expositiva final e avaliação da aprendizagem. Esta sequência foi desenvolvida por meio de atividades em sala de aula e extraclasse. O tema trabalhado durante toda a sequência foi a física do voo e o conteúdo abordado foram os princípios da dinâmica e o princípio de Bernoulli. Desde o início tornou-se clara a ligação da sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa com a potencialidade oferecida por um Ambiente Virtual de Aprendizagem: a primeira dirigindo as atividades e o segundo oferecendo um pano de fundo para seu desenvolvimento por parte do aluno, objetivando a (re)construção de novos conhecimentos de forma crítica. O conteúdo foi apresentado em diferentes formatos, migrando das tradicionais exibição de vídeos e leitura de textos em sala de aula, para a utilização de vários recursos disponíveis no AVA Moodle como o uso de simuladores do PhET, participação em fóruns, criação de textos *online* entre outros. Efetuada a análise dos resultados apresentados pelos alunos após a migração da metodologia tradicional para a metodologia fundamentada em UEPS aliada à utilização do AVA Moodle, encontraram-se dados que sinalizam para uma melhoria na compreensão dos conceitos envolvidos, através do acompanhamento das atividades tanto presenciais, como à distância. e, também, pelo rendimento das médias bimestrais obtidas em avaliações tradicionais. Observou-se aumento significativo no rendimento dos alunos em um bimestre em comparação com o anterior. Os resultados mostram que a metodologia propiciou uma aprendizagem

¹ Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios, Podem constituir-se através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia.

mais dinâmica, abrangente, participativa e em sintonia com os recursos tecnológicos que fazem parte da sua realidade.

Palavras-chave: Unidades de aprendizagem. Aprendizagem significativa. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Moodle.

ABSTRACT

This work uses Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), the instructional strategy proposed by M. A. Moreira, in a Virtual Learning Environment (VLE) in the Moodle platform, as a tool for learning physics in high school, through an instructional sequence. The AVA has been configured according to the sequence of PMTU. The sequence consisted of applying a diagnostic evaluation, use of previous organizers, initial presentation of problem-situations involving simulations of the site Interactive Simulations (PhET), review and theoretical restatement of the problem-situation at higher level of complexity, individual summative evaluation, the final lecture and assessment of learning. This sequence was developed through activities in the classroom and extra classes. The theme worked throughout the sequence was the physics of flight, and the contents discussed were the principles of dynamics and Bernoulli's principle.

From the beginning it became clear the connection between the instructional sequence based on meaningful learning and the potentiality offered by a Virtual Learning Environment: the first one guiding the activities and the second providing a backdrop for their development of the student, aiming at the critical (re)construction of new knowledge. The content was presented in different formats, varying from traditional viewing videos and reading texts in the classroom, for the use of various features available in Moodle VLE, such as the use of PhET simulators, participation in forums, production of online texts among others.

Performed the analysis of the results presented by the students after the migration from traditional teaching methods for the PMTU methodology based on the combined use of the VLE Moodle, it was observed significant increase in the student performance measured by the grades obtained by the students in a given quarter in comparison with the previous one. The results show that the method provides learning more dynamical, comprehensive, and participative and in tune with the technological resources that are part of their reality.

Keywords: teaching unit. meaningful learning. potentially meaningful teaching. Virtual Learning Environment. Moodle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forças que atuam sobre um avião em pleno voo.	36
Figura 2 – Força de Sustentação atuando em um avião em pleno voo.	37
Figura 3 – Terminologia de uma asa.	38
Figura 4 – Terceira Lei de Newton: ação da asa sobre o ar, empurrando-o para baixo e a reação do ar sobre a asa, empurrando-a para cima, gerando sustentação.	39
Figura 5 – Peso é uma força causada pela atração gravitacional da Terra.	40
Figura 6 – Direção e sentido da força de tração, agindo no avião.	41
Figura 7 – Fluxo de ar pela ponta da asa.	43
Figura 8 – Diferença na formação do vórtice sem/com o uso do winglets.	43
Figura 9 – O uso de <i>winglets</i> reduz o arrasto induzido.	44
Figura 10. Eixos de rotação ao redor do centro de gravidade de um avião.	45
Figura 11 – Ação do leme sobre o avião, para executar uma guinada (giro).	46
Figura 12 – Ação dos ailerons, direito e esquerdo, no movimento de rolagem.	47
Figura 13 – Ação do profundor, levantando o nariz da aeronave.	48
Figura 14. Centro de gravidade do avião.	49
Figura 15 – Ângulo de ataque.	50
Figura 16 – Diagrama de forças aplicadas na asa e o ângulo de ataque.	50
Figura 17 – Ângulo em relação ao horizonte.	50
Figura 18 – Possibilidade de ocorrência de estol, com o aumento do ângulo de ataque.	51
Figura 19 – Os flaps e slats podem ser utilizados aumentando o arrasto ou a sustentação.	52
Figura 20 - Localização dos flaps e dos speed breaks.	53
Figura 21 – Hipótese dos tempos de transito iguais.	55
Figura 22 - Linhas de corrente do ar através de uma asa em túnel de vento.	55
Figura 23 – Distribuição esquemática das linhas de corrente através de uma asa.	56
Figura 24 - Tela inicial do site que fornece acesso ao AVA.	59
Figura 25 – Tela inicial do AVA Moodle.	60
Figura 26 – Página de download do Flexpage.	61

Figura 27 – Menu de acesso ao curso.....	61
Figura 28 – Página inicial do Ambiente Virtual de Aprendizagem.....	62
Figura 29 – Vídeos disponíveis ao aluno através do submenu Vídeos.....	63
Figura 30 - Simulações do PhET utilizadas na UEPS.....	65
Figura 31 - Fórum de notícias do curso.....	66
Figura 32 - Wikis: produção de texto colaborativo.....	69
Figura 33 - Links para wikis e download das apostilas do GREF.....	70
Figura 34 - Tarefas dos alunos: participação em Fórum de discussão.....	71
Figura 35 - Página de links para sites com conteúdo relacionado.....	72
Figura 36 - Tela de cadastro individual do aluno.....	73
Figura 37 - Tela de importação de lista de usuários.....	73
Figura 38 - Planilha do excel, com campos básicos para importação da lista de alunos.....	74
Figura 39 - Tela de manutenção dos grupos de alunos.....	75
Figura 40 - Imagens de trechos do vídeo “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”.....	79
Figura 41 - Alunos da primeira série A, recebendo orientações para o acesso ao AVA Moodle.....	80
Figura 42 - Alunos da 1ª série A explorando o AVA Moodle.....	81
Figura 43 - Texto explicativo do início da página da Wiki.....	82
Figura 44 - Página de controle das atividades de cada aluno na construção da Wiki.....	83
Figura 45 - Análise do processo de construção da Wiki e as alterações realizadas por cada aluno... ..	84
Figura 46 - Simulador do PhET: Forças e Movimento, interface configurável para simulação de diversas situações de movimento.....	85
Figura 47 - Simulador do PhET: Módulo de pouso lunar.....	86
Figura 48 - Simulador do PhET: Fluxo e pressão do fluido.....	88
Figura 49 - Tela do vídeo Aerodinâmica do Voo.....	90
Figura 50 - Texto explicativo da Tarefa 01: Elaboração de texto on-line.....	91
Figura 51 - Página de controle das tarefas enviadas.....	91
Figura 52 - Página de mediação do professor.....	92
Figura 53 - Página de acesso aos tópicos de discussão do fórum.....	93
Figura 54 - Tela de mediação do professor às atividades dos alunos no fórum.....	94
Figura 55 - Texto de orientação para a remessa da tarefa.....	95

Figura 57 - Tela de controle da remessa dos mapas conceituais	96
Figura 58 - Mapa conceituai enviado pelo aluno através de foto no formato .gif.	97
Figura 59 - Esquema conceitual enviado pelo aluno, no formato .jpeg.	98
Figura 60 - Esquema conceitual elaborado com recursos do Microsoft Word.	98
Figura 61 - Primeira parte da avaliação do aluno, contendo questões de múltipla escolha tradicionais.	101
Figura 62 - Segunda parte da avaliação do aluno: questões envolvendo a física do voo.....	102
Figura 63 - Fotos da palestra sobre aeromodelismo realizada nas dependências da escola.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentuais de participação dos alunos no projeto.	76
Tabela 2. Análise da composição das médias do 2º bimestre/2012.	109
Tabela 3: Análise da composição das médias do 3º bimestre/2013	112
Tabela 4: Evolução das médias de prova e bimestrais, referentes ao 2º e 3º bimestres de 2012.....	113
Tabela 5 Enquete sobre o projeto, respondida pelos alunos.	116

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	16
1.1 Introdução	16
1.2 Objetivos	18
1.3 Sequência do trabalho	20
CAPÍTULO 2	22
2.1 Aprendizagem Significativa	22
2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)	23
2.3 Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)	26
CAPÍTULO 3	32
3.1 Proposta: utilização de UEPS no AVA para ensinar os Princípios da Dinâmica	32
CAPÍTULO 4	36
4.1 A física do voo	36
4.1.1 O que é sustentação?	37
4.1.2 Peso	39
4.1.3 Tração	40
4.1.4 Arrasto	41
4.1.5 Controle do voo	44
4.1.6 Centro de gravidade	48
4.1.7 Interpretações incorretas da sustentação	54
4.1.8 Finalizando	57
CAPÍTULO 5	58
5.1 Instalação e configuração do AVA	58
5.1.1 Seleção do servidor e configuração do AVA	58
5.1.2 A tela de acesso	59
5.1.3 A tela inicial do AVA	59
5.1.4 Menu do curso	61

5.1.5 Cadastramento dos alunos	72
CAPÍTULO 6	76
6.1 Aplicação na Unidade Escolar	76
6.1.1 Situação inicial.....	77
6.1.2 Introdução ao uso do AVA Moodle	80
6.1.3 Revisão e aprofundamento teórico	89
6.1.4 Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade.	99
6.1.5 Diferenciando progressivamente	99
6.1.6 Avaliação individual	100
6.1.7 Aula final	103
CAPÍTULO 7	105
7.1 Avaliação dos resultados	105
7.1.1 Avaliação diagnóstica e contínua	105
7.1.2 Análise dos registros de desempenho	106
7.1.3 Comparação dos resultados:	113
7.1.4 Análise do questionário:.....	115
CAPÍTULO 8	118
8.1 Conclusões	118
REFERÊNCIAS.....	121

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

Vivenciamos, em nosso dia a dia, a inclusão de tecnologias que, há pouco tempo, eram chamadas de tecnologias do futuro. Dentre elas o uso do computador e a capacidade de conectar-se, via internet, a diversos computadores espalhados pelo mundo. Outrora restritos apenas a grandes empresas e entidades governamentais, o computador e o acesso à internet passaram a fazer parte do cotidiano da maioria das famílias.

No Brasil, o grande passo para a popularização da informática se deu com a assinatura, em 20/09/2005, pelo então presidente Luiz Inácio Lula da Silva, de um decreto que criou o Projeto Cidadão Conectado – Computador para Todos², que estabeleceu definições, especificações e características técnicas mínimas de produtos de informática constituídos de computadores, programas de computador (software) neles instalados e de suporte e assistência técnica necessários ao seu funcionamento.

As indústrias credenciadas comprometeram-se a fornecer um equipamento com configuração mínima para acesso à internet e os bancos habilitados forneceram ao consumidor, inserido em uma faixa salarial de três a sete salários mínimos por mês, uma linha de financiamento e juros mensais de 2%, bastante baixos na época.

Como resultado dessa iniciativa, os computadores passaram a integrar o lar de diversas famílias brasileiras e, conseqüentemente, também o acesso à informação.

Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)³, o percentual de famílias que possuem microcomputador em casa subiu de 34,6% para 42,9% (variação de 29,7%) e aquelas que possuem computador com acesso à internet, de 27,3% para 36,5%(variação de 39,8%). A

² Divulgada em 22/09/2005, disponível em <http://goo.gl/tld6U>. Acesso em: 10/07/2013.

³ Divulgada em 16/05/2013, disponível em <http://goo.gl/4uFgT>. Acesso em: 03/07/2013.

mesma pesquisa afirma que o percentual de pessoas de 10 anos ou mais de idade que acessaram a internet passou de 20,9% (31,9 milhões) em 2005 para 46,5% (77,7 milhões) em 2011.

Duas pesquisas mais recentes, realizadas pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (Ibope), confirmam a continuidade deste crescimento:

- aponta que o total de pessoas com acesso à internet no Brasil, no terceiro trimestre de 2012, foi de 94,2 milhões. Este número considera as pessoas de 16 anos ou mais de idade com acesso em qualquer ambiente (domicílios, trabalhos, escolas, *lan houses* e outros locais), mais as crianças e adolescentes (de 2 a 15 anos de idade) que têm acesso em domicílios;⁴
- informa que o Brasil ocupa a terceira posição em quantidade de usuários ativos na internet (52,5 milhões). No primeiro e segundo lugares estão Estados Unidos (198 milhões) e Japão (60 milhões), respectivamente. Os dados são relativos a dezembro de 2012. No entanto, a mesma pesquisa aponta que o Brasil é o primeiro colocado quando considerado o tempo de acesso de cada internauta.⁵

Estudantes em todo o mundo trocam mensagens via redes sociais, criam *homepages*, *blogs*, *sites*, portais, *e-groups*, listas de discussão, compartilham suas preferências de rádio e TV sobre internet e usam *webcams* e *webquests*. Envia *e-mails*, arquivos, consultam pessoas, pesquisadores, professores, empresas, ONGs, governos, consulados, escritórios de representação, solicitam informações, enviam currículos, pedem estágios, reclamam, participam de pesquisas e abaixo-assinados.

Com a utilização da internet, pode-se deslocar o foco centralizado no ensino de transmissão de conteúdos pelo professor para a aprendizagem proativa do estudante.

Freire (1996, p. 103) já alertava que “assim como não posso ser professor sem me achar capacitado para ensinar certo e bem os conteúdos de minha disciplina não posso, por outro lado, reduzir minha prática docente ao puro ensino daqueles conteúdos”.

⁴ Divulgada em 17/12/2012, <http://goo.gl/H23uz>. Acesso em: 10/07/2013,

⁵ Divulgada em 19/02/2013, <http://goo.gl/AlnSD>. Acesso em: 03/07/2013,

Percebemos que é preciso buscar conhecimentos que vão além da formação técnica, e para que estes conhecimentos possam ser construídos é necessária a elaboração de novas práticas pedagógicas que privilegiem um aprendizado significativo.

Recentemente, Moreira (2011) apresentou uma interessante proposta de construção de uma sequência didática fundamentada na teoria de aprendizagem significativa, partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem e de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim. Essa sequência foi denominada de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e pode abordar diferentes conteúdos em diferentes disciplinas.

Segundo nosso conhecimento, as implementações de UEPS em temas de várias disciplinas do Ensino Médio restringiram-se ao ensino presencial. Este trabalho visa à produção de uma UEPS em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) tendo como tópico específico a física do voo. Desse modo, pretende-se estender a aplicação dessas unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa para o ensino semipresencial, como o caso descrito nesta dissertação, ou para o ensino a distância.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver e testar Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) inseridas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O tema de estudo é a física do voo e terá como conteúdo os princípios da dinâmica e o Princípio de Bernoulli.

Para atingir o objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos foram traçados, em relação ao aluno:

- motivar e desenvolver suas habilidades para trabalhar numa UEPS inserida dentro do AVA Moodle, com a participação em fóruns de discussão, elaboração de textos *on-line*, a utilização de recursos audiovisuais, bem como simulações criadas pela PhET - *Interactive*

Simulations da Universidade do Colorado, disponíveis na versão em português no link http://phet.colorado.edu/pt_BR/;

- propor questões contextualizadas que o motivem a pesquisar e relacionar as forças envolvidas, as Leis de Newton, o Princípio de Bernoulli no voo de aeronaves, propiciando embasamento para a identificação destes conceitos e sua aplicação no dia a dia;
- estimular sua comunicação oral e escrita, por meio da participação em grupos de debates presenciais ou fóruns de discussão através do AVA Moodle, criação de *Wiki*⁶ e elaboração de texto *on-line*;
- buscar mudança de hábitos na utilização do computador e do acesso à internet, de recursos de lazer e entretenimento para, também, recursos valiosos para sua autoinstrução.

Os objetivos descritos acima vão ao encontro do proposto no documento que traz a matriz de referência do novo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)⁷:

- IV. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas e conhecimentos disponíveis em situações concretas para construir argumentação consistente.
- V. **Elaborar propostas (EP):** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. (BRASIL, 2009, p.1)
- VI. Desenvolver no aluno, segundo a Matriz de Referência para o Enem, a Competência de área 6: Compreender e usar os sistemas simbólicos das diferentes linguagens como meios de organização cognitiva da realidade pela constituição de significados, expressão, comunicação e informação.

Como objetivos específicos, proporcionar a aprendizagem significativa de alguns conteúdos de mecânica e aplicar esse conhecimento em resoluções de problemas formais, como exames de aferição de conhecimento e na compreensão dos fenômenos do dia a dia a eles relacionados.

⁶ Wiki é uma coleção de muitas páginas interligadas e cada uma delas pode ser visitada e editada por qualquer pessoa, que torna bastante prática, a reedição e futuras visitas. Disponível em:< <http://goo.gl/09U7S6>>. Acesso em: 26/11/2013.

⁷ BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz de Referência para o Enem 2009**. Disponível em:< <http://goo.gl/tOC9W>>. Acesso em: 13/04/2013.

O tópico central da UEPS é a física do voo, em que se discutem desde os conhecimentos prévios do aluno até uma abordagem mais ampla dos princípios envolvidos na questão “Por que o avião voa?” Os conteúdos de mecânica trabalhados na sequência didática foram:

- Noções de cinemática;
- Leis de Newton;
- Vetores;
- Diagrama de forças;
- Forças resistivas;
- Princípio de Bernoulli.

Paralelamente, foram trabalhadas as noções básicas de utilização dos navegadores Internet Explorer e Mozilla Firefox, bem como a operação do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle.

Nos capítulos a seguir, será descrita a construção do AVA nos moldes de UEPS, a forma como os conteúdos foram trabalhados com os alunos e uma análise dos resultados obtidos.

Foi dada ênfase à participação do aluno em grupos de discussão, dentro e fora da sala de aula e à elaboração de textos *on-line*, que o desafiaram a trabalhar sua linguagem oral e escrita.

1.3 Sequência do trabalho

A sequência do presente trabalho está organizada da seguinte forma:

- o Capítulo 2 trata dos alicerces sobre os quais será desenvolvido o trabalho: a teoria de Ausubel para o processo ensino-aprendizagem, ressaltando a relevância da aprendizagem significativa; a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que utiliza uma sequência didática fundamentada em

aprendizagem significativa; o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), que viabilizará a associação entre as ações de ensino e a aprendizagem;

- o Capítulo 3 apresenta a proposta de utilização de UEPS em um AVA para ensinar os Princípios da Dinâmica, detalhando os passos dados em cada etapa da UEPS;
- o Capítulo 4 aborda a física do voo, apresentando os princípios físicos envolvidos no voo de uma aeronave (Leis de Newton e o Princípio de Bernoulli);
- o Capítulo 5 detalha os procedimentos de instalação de configuração do software Moodle, que fornecerá a interface de trabalho necessária para a realização sequencial da UEPS, via internet;
- no Capítulo 6, encontra-se o relato das ações docentes que acompanharam os alunos durante todos os passos da UEPS;
- o Capítulo 7 relata os resultados obtidos pelos alunos por meio de: avaliação diagnóstica e contínua de toda sua produção; aplicação de provas de múltipla escolha e a comparação dos seus resultados, no 2º bimestre e no 3º bimestre (quando foi desenvolvida a UEPS);
- no Capítulo 8 apresentam-se as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Aprendizagem Significativa

Segundo Ausubel (1982) os modelos de aprendizagem que se baseiam em Aprendizagem Mecânica “*encontram muito pouca ou nenhuma informação prévia na Estrutura Cognitiva a qual possa se relacionar, sendo então armazenada de maneira arbitrária*”.

Ao invés de estanque, “o aprender” no mundo atual tornou-se mais dinâmico: antes restrito a locais físicos, como salas de aulas e bibliotecas, na forma de livros impressos, hoje encontra-se disseminado na internet, estendendo-se dos tradicionais textos para leitura à utilização de recursos audiovisuais e simulações.

As necessidades de um mundo globalizado demandam uma forma de aprendizagem dinâmica, na qual todo o arsenal de conhecimento do estudante é levado em conta. Quando o aluno (re)constrói seu conhecimento e forma conceitos sólidos sobre o mundo, temos a verdadeira aprendizagem, que vai lhe proporcionar meio de agir e reagir diante da realidade.

Segundo Moreira (2005):

A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, os quais constituem, segundo Ausubel e Novak (1980), o mais importante fator para a transformação dos significados lógicos, potencialmente significativos, dos materiais de aprendizagem em significados psicológicos.

À medida que novos conceitos são incorporados às estruturas de conhecimento de um aluno, a aprendizagem se torna significativa a partir da relação do conhecimento prévio, ou seja, que já fazem parte de suas estruturas mentais.

Ausubel (1980) enfatiza que são necessárias duas condições: primeiro o aluno precisa ter uma disposição para aprender e, segundo, o conteúdo a ser aprendido deve ser potencialmente significativo.

Segundo Moreira e Mansini (1982):

“a aprendizagem significativa caracteriza-se pela *interação cognitiva* entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados e adquire mais estabilidade”.

Na aprendizagem significativa, o aluno não é um receptor passivo, quer dizer, o aluno constrói seu conhecimento, produz o seu próprio conhecimento.

2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

A ideia da criação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) surgiu na busca de uma aprendizagem significativa, dentro de uma metodologia investigativa, como uma alternativa ao método tradicional de ensino, no qual o ensino ocorre em um único sentido: do professor para o aluno, com ênfase à recepção de informações e sua memorização.

Moreira (2011) apresenta as UEPS como sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, isto é, aquela voltada diretamente à sala de aula. Trata-se de unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento. Partindo das premissas de que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; de que o ensino é o meio e a aprendizagem significativa é o fim; propõe que materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devam ser potencialmente significativos.

Os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto que será abordado são levados em conta nas UEPS, pois o conhecimento prévio, segundo Ausubel, é a variável que mais influencia na aprendizagem significativa. Já para Novak, há integração de pensamentos, sentimentos e ações no ser que aprende e que esta integração é positiva e construtiva, quando a aprendizagem é significativa. No entanto, é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento, de acordo com suas próprias preferências ou necessidades.

Os princípios propostos por Ausubel na construção de um planejamento baseado em aprendizagem significativa são obedecidos numa UEPS, devendo conter a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação em sua organização para o ensino. Com relação a este último princípio, a consolidação, um elemento importante inerente a ele é a avaliação. A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita com a finalidade de buscar evidências da sua efetiva realização, ou seja, questões que fazem o aluno pensar, que o colocam frente a uma situação diferente daquela explicada originalmente. São essas questões que devem ser escolhidas, ao contrário daquelas que oferecem respostas imediatas e decoradas.

No processo de elaboração de uma UEPS, o professor não deve se esquecer do seu verdadeiro papel no processo, qual seja, o de provedor de situações-problema cuidadosamente selecionadas, o de organizador do ensino e mediador⁸ da captação de significados por parte do aluno. Todas essas ações se voltam para uma aprendizagem significativa crítica e não mecânica. Portanto, deve ser levada em consideração a utilização de materiais instrucionais diversos e estratégias que privilegiem um ensino centrado no aluno e não no professor. Moreira (2011) propõe alguns passos a serem seguidos na elaboração de uma UEPS:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. Criar ou propor situações que levem o aluno a externar seus conhecimentos prévios, aceitos ou não no contexto da matéria de ensino, supostamente relevantes para a aprendizagem significativa do tópico;
3. Propor situações-problema, em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar. Estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo. Elas também podem funcionar como organizadores prévios. São essas situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente. Podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, e vários outros modos, mas sempre de modo acessível e

⁸ Segundo Feuerstein (1980), mediador é aquele que não se prende ao nível de maturação manifestado pelo aprendiz, mas antecipa-se ao desenvolvimento direcionando o ensino às funções psicológicas superiores que ainda estão por se completar.

problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. A estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, a qual que pode ser feita através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional ou de um texto, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. Dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora. Após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou de um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa. Isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc. O importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores, sendo resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;
7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. Tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;
8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa, ou seja, captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo, por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Alguns aspectos transversais, ressaltados por Moreira (2011), devem ser levados em consideração ao se preparar uma UEPS. Em todas as etapas, a diversificação de materiais e estratégias de ensino é essencial, privilegiando-se o questionamento em relação às respostas prontas, sempre estimulando diálogos e críticas. As situações-problema relativas ao tópico em questão podem ser atribuídas aos alunos como tarefas de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS. Embora a UEPS privilegie as atividades colaborativas, há necessidade de prever atividades individuais.

2.3 Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)

Segundo Behar (2009, p. 204):

O processo de aprendizagem deve ir além da verificação do alcance dos objetivos em relação ao conteúdo, procurando levar em consideração o afeto e os atributos afetivos subjacentes do aluno, uma vez que interferem profundamente nos processos mentais, como memorização, raciocínio, atenção e motivação.

Seguindo esta linha de reflexão, a utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem deve buscar promover a verdadeira aprendizagem significativa, incorporando a junção das necessidades afetivas essenciais para a promoção do bom desenvolvimento do aluno.

O ensinar e aprender, hoje, extrapolam os limites físicos do trabalho dentro da sala de aula. É necessária uma transformação de tudo o que fazemos dentro e fora dela, em atividades presenciais ou não, e também um planejamento de ações de pesquisa e de comunicação que possibilitem o contínuo aprendizado em Ambientes Virtuais, através de páginas na Internet, em pesquisas de textos, recebendo e enviando mensagens, participando de debates em fóruns e/ou em salas de aula virtuais, divulgando pesquisas e projetos.

Assim, entende-se que os Ambientes Virtuais de Aprendizagem “livres” têm mais potencial para o processo de ensino-aprendizagem, pois a sua concepção propicia uma educação para a prática da liberdade. Segundo Nardin, Fruet e Bastos (2009, p.2):

Moodle (Modular Object Oriented-Dynamic Environment) é considerado um Ambiente Virtual de Aprendizagem porque viabiliza a associação entre as ações de ensino e aprendizagem e, por ser um software livre, propicia a prática da liberdade. Devido a isso, o Moodle amplia a liberdade dos sujeitos, possibilitando sua execução para variados propósitos: a liberdade de aperfeiçoar, copiar, estudar e modificar o programa através do acesso ao código fonte de forma a colaborar e a beneficiar toda a comunidade. Tal aperfeiçoamento constante potencializa a apropriação do conhecimento científico-tecnológico por toda comunidade, ao permitir a prática da liberdade mediante a interação ativa de seus participantes, de forma que professores e estudantes sejam sujeitos autônomos e críticos no processo, na medida em que não se constituem apenas como usuários e consumidores das tecnologias.

O Moodle é um sistema que gera ambientes educacionais de aprendizagem, que às vezes são chamados também por outros nomes, como, por exemplo:

- sistemas de *e-learning*;
- sistemas de administração de aprendizagem (LMS) ou
- ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

Desenvolvido por Dougiamas (2000), o Moodle foi concebido com o intuito de servir de ambiente para a aprendizagem colaborativa, uma vez que apresenta uma perspectiva construtivista, conforme explanado anteriormente. Dessa forma, o Moodle foi desenhado para apoiar e promover a integração entre as pessoas interessadas em desenvolver ambientes de aprendizagem construtivista, centrado no aluno (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2000). Nessa perspectiva, uma das vantagens principais do Moodle sobre os demais sistemas é que ele é muito bem fundamentado para pôr em prática uma aprendizagem social construtivista.

Por ser um software *open source*, o usuário é livre para utilizar o Moodle, modificá-lo e até mesmo distribuí-lo (sob a condição do GNU, General Public License). Funcionando sem modificações em Unix, Linux, Windows, Mac OS X, Netware e em qualquer outro sistema que suporte à linguagem PHP, o Moodle pode ser incluído na maioria dos provedores de hospedagem. Os dados são armazenados em um único banco de dados, funcionando mais eficientemente com MySQL e PostgreSQL, mas também pode ser usado com Oracle, Access, Interbase, ODBC e outros.

Moodle também é um verbo que descreve o processo de navegar despreziosamente por algo, enquanto se faz outras coisas ao mesmo tempo, num desenvolvimento agradável e conduzido frequentemente pela perspicácia e pela criatividade.

O Moodle foi desenvolvido a partir de uma filosofia particular de aprender, um modo de pensar a educação-aprendizagem conhecido como a "pedagogia do social-construtivismo".

Quando se constrói algo para outros experimentarem, a aprendizagem torna-se significativa. Isso pode ser qualquer coisa. Desde falar algo, escrever uma mensagem na internet, até artefatos mais complexos. Para melhorar o entendimento, exemplifica-se da seguinte maneira: um indivíduo poderia ler várias vezes esta página e ainda poderia esquecer amanhã – mas se este mesmo indivíduo tentar ler e explicar essas ideias a outra pessoa com as suas próprias palavras, ou produzir uma apresentação que explique esses conceitos, então, pode-se garantir uma compreensão melhor das ideias que necessitam ser construídas e aprendidas.

Segundo Vygotsky (1996), o socioconstrutivismo possibilita que as ideias trabalhadas inicialmente em um grupo social possam ser utilizadas por outro grupo, colaborativamente criando uma microcultura de artefatos compartilhados com significados compartilhados. Quando a pessoa é imersa dentro de uma cultura assim, a pessoa está aprendendo o tempo todo a como ser uma parte daquela cultura, em muitos níveis.

O Moodle, como um Ambiente Virtual de Aprendizagem, livre, está disponível para educadores, instituições e público em geral. Oferece dinamicidade, é orientado a objetos e modular, por servir de suporte à integração de recursos e permite que o administrador altere a estrutura existente. Apresenta recursos para disponibilizar os materiais didáticos em diferentes formatos (texto, imagens, vídeos, simulações, páginas web entre outros) e também atividades (tarefas, fóruns, wikis, chat). Também aceita objetos unificados, através do padrão SCORM (Shareable Content Object Reference Model) por meio de um conjunto de conteúdos na Web

agregados em conformidade com o padrão dos objetos de aprendizagem⁹, incluindo páginas, gráficos, programas, apresentações.

Antonenko et al (2004)¹⁰ destacam que um ambiente construtivista que preza pelo atendimento das características cognitivas é obtido quando ocorre a imersão dos estudantes em um contexto real de aprendizagem e da relevância advinda no envolvimento com tarefas interessantes, contextualizadas e autênticas. Destacam que “a aprendizagem situada integra quatro fatores críticos que maximizam a aprendizagem dos alunos em potencial: conteúdo, contexto, comunidade e participação”.

Dougiamas (2002) enfatiza que o docente, em consonância com a metodologia construtivista, deve concentrar-se sobre as experiências que sejam significativas para a aprendizagem do aluno, “em vez de apenas publicar e avaliar a informação que você acha que eles precisam saber”.

É essencial, dentro de uma perspectiva construtivista, que o estudante estabeleça relações entre as novas informações e os conhecimentos prévios e que seja capaz de transpor tais conhecimentos para novas situações (ANTONENKO et al., 2004). Pela força construtivista em promover o discurso social na aprendizagem através dos módulos de comunicação síncronos e assíncronos, pelo potencial para a formação de grupos que trabalham de forma colaborativa e pela possibilidade de compartilhar as produções e conhecimentos (artefatos do conhecimento) é que, atualmente, o Moodle é um dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem de maior utilização no mundo.

A capacidade do Moodle de apoiar, limitar ou aumentar a aprendizagem no ambiente, tais como carga cognitiva, usabilidade e orientação, são alguns aspectos tecnológicos importantes a se destacar. O Moodle oferece uma estrutura de apresentação modular que permite controlar a apresentação do material, a identificação do caminho percorrido e dispor de uma barra de navegação,

⁹ Um objeto de aprendizagem pode ser qualquer fonte digital que poderá ser reutilizada para a aprendizagem.

¹⁰ NARDIN, A. D. D; FRUET, F. S. O; BASTOS, F. P. Potencialidades tecnológicas e educacionais em ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre. **Revista Renote**, v. 7, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/L2KBZ>>. Acesso em: 11/01/2013.

personalizada no topo de cada página que monitora e mostra o histórico de páginas vistas anteriormente para cada sujeito específico.

O Moodle permite que seus usuários adicionem aplicativos externos ao mesmo, de forma a atender às necessidades individuais e coletivas.

Segundo Nardin, Fruet e Bastos (2009, p. 4):

O Moodle possui características construcionistas, pois permite diálogos e ações (diário de bordo, lição, tarefas e exercícios) e potencializa a colaboração através de ferramentas como a *wiki* que possibilita a composição colaborativa, a interatuação, a formação para a coparticipação ou coautoria. Constitui-se, ainda, comunicacional tendo em vista as ferramentas de comunicação assíncronas: mensagens e fóruns que criam possibilidades interacionais e potencializam o diálogo-problematizador em torno de uma temática específica; e síncronas através do chat, que propicia a problematização através da associação com materiais bibliográficos e problematização mediante a definição de questões orientadoras. Possui também característica informacional, apresentando agendamento das atividades mediante Calendário, Notícias e Mural, e potencial Investigativo, o qual permite construir, realizar e disponibilizar pesquisas de Avaliação de forma a orientar a interação e potencializar a reflexão em torno da aprendizagem de um determinado conceito educacional. As tarefas consistem na descrição das atividades de estudo (Alberti e De Bastos, 2008) que serão desenvolvidas pelos estudantes e podem contemplar o envio em formato digital de redações, imagens, solução de problemas, projetos, possibilitando ainda o desenvolvimento de tarefas extraclasse.

Moreira (2005) descreve alguns princípios programáticos, com base nas propostas de Postman e Weingartner (1969), que são viáveis de implementação em qualquer sala de aula, incluindo Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA):

1. **Princípio do conhecimento prévio:** aprender que aprendemos a partir do que já sabemos.
2. **Princípio da interação social e do questionamento:** aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas.
3. **Princípio da não centralidade do livro de texto:** aprender a partir de distintos materiais educativos.
4. **Princípio do aprendiz como perceptor/representador:** aprender que somos perceptores e representadores do mundo.
5. **Princípio do conhecimento como linguagem:** aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade.
6. **Princípio da consciência semântica:** Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras.
7. **Princípio da aprendizagem pelo erro:** aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros.
8. **Princípio da desaprendizagem:** aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência.

9. **Princípio da incerteza do conhecimento:** aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar.
10. **Princípio da não utilização do quadro de giz:** aprender a partir de distintas estratégias de ensino.
11. **Princípio do abandono da narrativa:** aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão

Em resumo, a aprendizagem significativa, em oposição à aprendizagem mecânica, opta pela oportunidade de se confrontar o novo conhecimento, com aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para tanto, é necessário que a aprendizagem tenha um significado contextual e emocional, levando o estudante a perceber as características do que está sendo estudado, compreendendo os conceitos e garantindo, assim, a possibilidade da utilização do conhecimento em diversas situações, definindo-o com suas palavras, sendo capaz de relacionar logicamente vários conceitos em variadas formas de expressão.

As UEPS oferecem uma sequência didática com base nos pressupostos da aprendizagem significativa e podem ser incorporadas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem como o Moodle, que possui recursos que permitem aprendizagem individual e coletiva, dentro de uma perspectiva social construtivista.

Entende-se que o uso da UEPS dentro de um Ambiente Virtual de Aprendizagem se constitui de uma forma de ensino (meio), onde se dará a aprendizagem (fim) (MOREIRA, 2011).

CAPÍTULO 3

3.1 Proposta: utilização de UEPS no AVA para ensinar os Princípios da Dinâmica

Neste capítulo descreve-se a UEPS organizada em um AVA, cujo tema central é a física do voo e tem como objetivo geral ensinar os princípios básicos da dinâmica elementar. É composta de 9 etapas descritas a seguir:

1- Situação inicial: Essa etapa visa ao levantamento do conhecimento prévio acerca dos fatores que possibilitam o voo das aeronaves, seguindo a sequência:

- a) Exibição do episódio “Kika, de onde vem o avião?” da série De onde vem? produzida pela Tv PinGuim para a TV Escola e exibido também na TVCultura, TV Rá-Tim-Bum e TV Brasil¹¹;
- b) Construção de um esquema conceitual¹² juntamente com os alunos com os conteúdos conceituais que consideraram mais importantes no vídeo;
- c) Explicação por escrito de cada aluno sobre o mapa construído coletivamente. O texto explicativo deverá ser entregue no início da próxima aula.

Duração prevista: 01 hora-aula.

2- Atividades: Nessa etapa, é exibido vídeo “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”. Em seguida, grupos de debate são formados; os alunos, divididos em grupos de quatro a seis componentes, contarão com as seguintes atividades:

- a) discussão do conteúdo de duas apostilas do GREF:
 - Apostila N° 11: Coisas que controlam os movimentos;
 - Apostila N° 15: Quanto é difícil parar;
- b) construção de uma *Wiki* no AVA;

¹¹ Disponível para download no link <http://goo.gl/ygYVb>. Acesso em:01/06/2013.

¹² Esquema conceitual é uma versão mais simplificada do mapa conceitual.

- c) utilização das simulações do PhET: dentro da disponibilidade da sala de informática, divididos em grupos de no máximo três alunos por computador, farão as simulações abaixo:
- forças e movimento: o aluno explorará as forças atuantes ao empurrar objetos, constatando sua influência na velocidade e aceleração adquiridas;
 - módulo de pouso lunar: o aluno deverá explorar os conceitos de força, impulso e atração gravitacional para pousar com segurança;
 - fluxo e pressão de fluido: o aluno explorará a pressão na atmosfera e debaixo da água, devendo remodelar um cano para constatar como varia a rapidez de escoamento de um fluido.

Duração prevista: 6 horas-aula.

3 - Aprofundando conhecimentos: Os conceitos trabalhados na etapa anterior são considerados no voo do avião. A partir de um novo vídeo, <http://goo.gl/eqyMF>, as tarefas exigirão do aluno a participação em atividades presenciais em sala de aula e nas dependências do Acesso Escola, e a distância, por meio da utilização, via internet, do AVA Moodle.

- a) Após a exibição do vídeo: o aluno deve discutir o vídeo com os demais colegas de sua turma e socializar a interpretação dos conceitos físicos atuantes no voo do avião (Princípios da Dinâmica e Princípio de Bernoulli).
- b) Individualmente, o aluno criará um texto *on-line* respondendo à pergunta inicial do vídeo “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”, sob a mediação do professor.
- c) Fórum com tópicos criados pelo professor: os alunos participarão respondendo às perguntas relativas à física do voo.

Duração prevista: 6 horas-aula.

4 - Comparando esquemas conceituais: Em face dos novos conhecimentos, os alunos deverão criar um novo esquema conceitual, compará-lo com o esquema coletivo realizado na etapa 1 e postá-lo no AVA. O esquema pode ser postado através de foto, documento do Word ou Excel, ou no formato digital que estiver mais ao alcance do aluno.

Duração prevista: 1 hora-aula.

5 - Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade: Na sala de aula, os alunos, reunidos em pequenos grupos, farão a leitura e discussão do artigo “A física do voo na sala de aula” (STUDART; DAHMEN, 2006), para posteriormente, socializar no grande grupo sua nova concepção sobre os conceitos físicos vistos anteriormente.

Duração prevista: 2 horas-aula.

6 - Diferenciando progressivamente: Com a mediação do professor, a turma elaborará um esquema conceitual coletivo, buscando verificar importância das Leis de Newton, bem como do Princípio de Bernoulli, e as forças que atuam na asa do avião.

Duração prevista: 1 hora-aula.

7 - Avaliação individual: Será realizada uma avaliação individual através de questões de múltipla escolha, envolvendo os conceitos físicos atuantes no voo do avião (Princípios da Dinâmica e Princípio de Bernoulli).

Duração prevista: 01 hora-aula.

8 - Aula final: Palestra sobre o voo de aeromodelos, enfocando suas semelhanças com o voo real de um avião. A participação dos alunos será documentada através de fotos, com anuência dos mesmos.

Duração prevista: 2 horas-aula

Total de horas-aula: 20

9 - Avaliação da UEPS: Análise qualitativa, por parte do professor, sobre as evidências de aprendizagem significativa dos conceitos da unidade, através de todas

as participações do aluno, individuais ou coletivas, durante as atividades em sala de aula ou fora da mesma, envolvendo a utilização de recursos tradicionais, como caderno e caneta à realização de atividades no AVA Moodle. Contará, também, com uma avaliação individual no formato múltipla escolha, com questões tradicionais sobre Dinâmica e sobre sua influência no voo do avião. Finalmente, será feita uma comparação entre o desempenho dos alunos no primeiro e no segundo bimestre, tanto em relação às notas das provas individuais, como em relação às médias bimestrais.

CAPÍTULO 4

4.1 A física do voo

Chamamos de avião, aeroplano ou aeronave um artefato que, diferentemente dos balões a gás ou ar aquecido, é mais pesado que o ar. Sua sustentação provém das forças que provoca ao se deslocar na camada atmosférica.

O escoamento de ar em relação à asa, devidamente modificado pelos perfis aerodinâmicos do avião, gera uma força de ascensão vertical denominada sustentação, que é capaz de vencer a força de atração gravitacional, exercida no avião. A existência do vento relativo é devida à força de tração gerada pelo motor. No entanto, sobre todo corpo sólido que se desloca em um fluido há a geração de uma força de resistência ao seu avanço, denominada arrasto.

A Figura 1 indica o diagrama de forças atuantes sobre o centro de gravidade do avião. São elas a tração, o peso, a sustentação e o arrasto.

Figura 1 - Forças que atuam sobre um avião em pleno voo.

National Aeronautics and Space Administration



Quatro forças em um avião



Fonte: <http://goo.gl/AOAJr>. Acesso em: 04/05/2013.

Dependendo da sua resultante vetorial, ocorre a decolagem, aterrissagem, avanço ou frenagem, com relativa estabilidade. Se o ponto de aplicação da resultante for fora do centro de gravidade, o par de forças aplicado faz girar o corpo do aparelho.

Para alcançar o destino almejado, o piloto deve, essencialmente, saber tirar partido das quatro forças citadas.

4.1.1 O que é sustentação?

A sustentação é o componente da resultante aerodinâmica perpendicular (ou normal) à direção do fluxo, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Força de Sustentação atuando em um avião em pleno voo.



Fonte: <http://goo.gl/GXmYU8>. Acesso em: 04/08/2013.

A força de sustentação é aquela que mantém o avião no ar. Há duas explicações do ponto de vista didático para a sustentação: o princípio da Ação e

Reação – 3ª Lei de Newton e o Princípio de Bernoulli, que, longe de contradizerem-se, se complementam.

Segundo se observa em túneis de vento, as linhas de corrente acima da asa estão mais comprimidas que as linhas abaixo da asa. Como consequência, a velocidade do ar acima da asa é maior do que a de baixo da asa. Segundo Studart e Dahmen (2006):

É como apertar uma saída de uma mangueira: a água jorra com mais velocidade. Pela equação de Bernoulli $P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constante}$, onde P é a pressão e ρ a densidade do ar, há uma diferença de pressão que causa a força de sustentação.

A Figura 3 mostra a terminologia de uma asa, que pode ser dividida em quatro partes: bordo de ataque (parte da frente), bordo de fuga (parte de trás), extradorso (parte de cima) e intradorso (parte de baixo).

Figura 3 – Terminologia de uma asa.



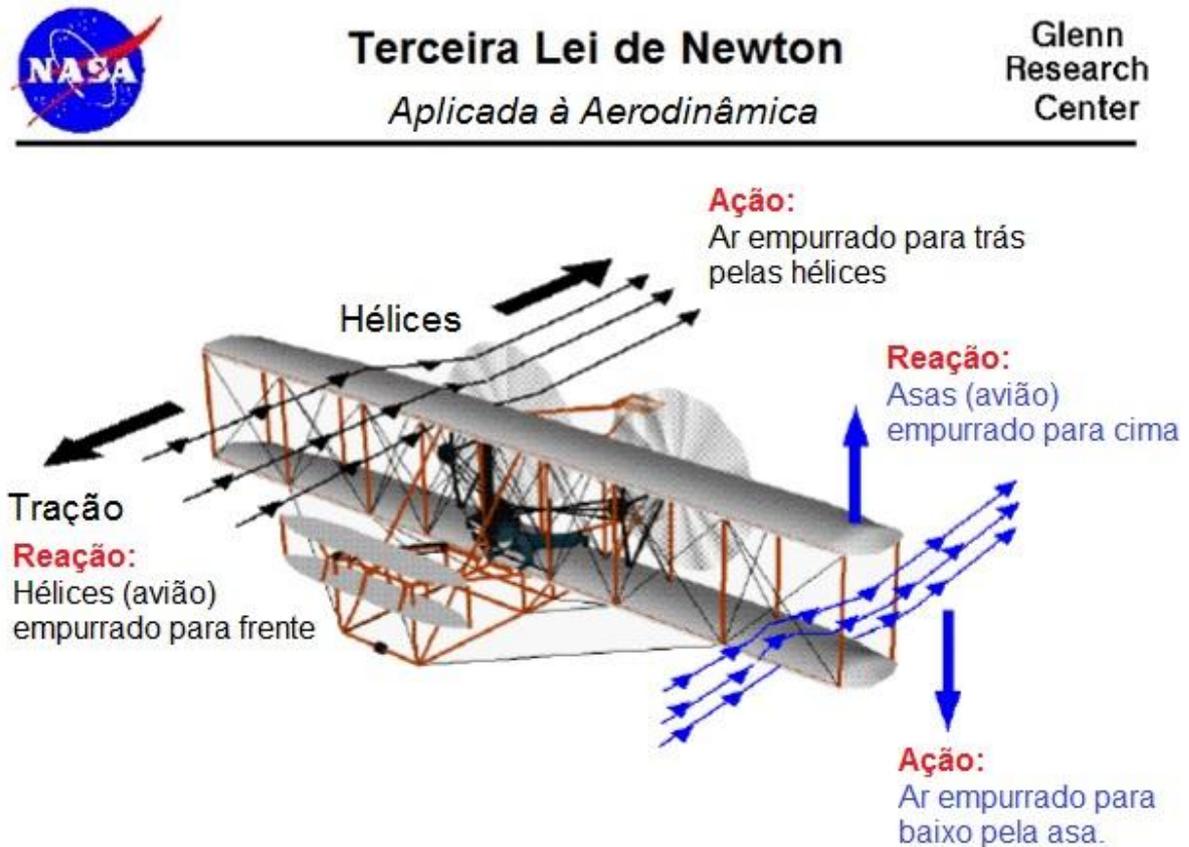
Fonte: <http://goo.gl/SK0fi>. Acesso em: 04/05/2013.

O ar passa mais rápido por cima e mais devagar por baixo. Então a pressão em cima é menor e a pressão em baixo é maior, fazendo com que o avião se desloque no ar.

Do ponto de vista newtoniano, toda força de ação gera uma força de reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido oposto. A Figura 4 mostra o ar percorrendo o aerofólio: a asa exerce uma força no ar, empurrando-o para baixo

(2ª Lei de Newton), acelerando-o nesta direção. A reação do ar é uma contraforça aplicada na asa do avião, orientada para cima (3ª Lei de Newton), que dá origem à sustentação.

Figura 4 – Terceira Lei de Newton: ação da asa sobre o ar, empurrando-o para baixo e a reação do ar sobre a asa, empurrando-a para cima, gerando sustentação.



Fonte: <http://goo.gl/ld3F8W>. Acesso em: 04/08/2013.

4.1.2 Peso

Todo corpo solto perto da superfície da Terra é acelerado para baixo, perpendicularmente ao solo: para corpos em queda livre, qualquer que seja sua massa, seu movimento será uniformemente acelerado. Sua intensidade é calculada pelo produto da massa do corpo pela aceleração da gravidade, que é de, aproximadamente, $9,8 \text{ m/s}^2$.

O Peso Máximo de Decolagem (PMD, em inglês: *Maximum Take-Off Weight*, MTOW) é o peso máximo com o qual um determinado avião pode alçar voo com segurança e deve ser levado em consideração pelos pilotos, ao escolher como carregar o avião. Com exceção da queima de combustível, é difícil alterar o peso real do avião em voo.

A Figura 5 mostra a força peso agindo sobre o avião em pleno voo.

Figura 5 – Peso é uma força causada pela atração gravitacional da Terra.



Fonte: <http://goo.gl/8YRU7>. Acesso em: 04/05/2013

Em um voo em altitude constante e sem aceleração (quando a velocidade e direção do avião são constantes), as forças opostas de sustentação e peso estão em equilíbrio. Caso o peso seja maior que a sustentação, o avião perderá altitude; caso seja menor, o avião ganhará altitude.

4.1.3 Tração

A tração é a força mecânica gerada pelos motores para movimentar o avião através do ar. A ação de uma turbina ou hélice sobre o ar faz com que apareça a força denominada tração, que atua para a frente. A Figura 6 mostra a tração gerada pelos motores.

Figura 6 – Direção e sentido da força de tração, agindo no avião.



Fonte: <http://goo.gl/raXyc>. Acesso em: 04/05/2013.

A turbina ou a hélice empurra o ar para trás (ação) e é empurrada, pelo ar, para frente (reação). Raciocinando dessa forma, se aumentarmos a força exercida sobre o ar, deveríamos ter uma reação maior, empurrando o avião para a frente. No entanto, o movimento para a frente, em um fluido como o ar, sempre gera uma força de resistência ao movimento chamada arrasto.

4.1.4 Arrasto

Ao se mover pela atmosfera, um objeto desloca o ar que o cerca. O arrasto, indicado na Figura 6, é gerado quando um objeto sólido se move através de um fluido como a água ou o ar. O arrasto aumenta com a velocidade – quanto mais velozmente o objeto se move, mais arrasto ele sofre.

A tração faz com que o avião acelere, mas o arrasto determina sua velocidade final.

À medida que a velocidade do avião aumenta, o arrasto também aumenta e há uma dependência entre o fluido no qual se move, da área em contato e da velocidade do avião.

Essa dependência foi proposta por Newton, no livro II dos *Principia*. Segundo Studart e Dahmen (2006):

Na Proposição 33 ele, Newton, mostrou que corpos movendo-se em um fluido sofrem resistências em uma razão composta da razão do quadrado de suas velocidades, e uma razão do quadrado de seus diâmetros e uma razão simples da densidade das partes dos sistemas”. Esta é a lei do quadrado-da-velocidade para a força aerodinâmica de um corpo em um fluido. Ao mesmo tempo, Newton mostrou que esta força era proporcional à área da seção reta A (“a razão do quadrado de seus diâmetros”) e varia diretamente com a densidade (“a razão simples das densidades”). Em notação moderna, podemos escrever: $F_r \propto \rho A v^2$.

A intensidade do arrasto diminui drasticamente ao reduzirmos a velocidade, poupando potência do motor. Portanto, em qualquer velocidade menor que a velocidade máxima do avião, parte da sobra de potência do motor pode ser direcionada para outras aplicações. No caso de aviões em voo nivelado, com velocidade menor que a máxima, essa potência pode ser aplicada, por exemplo, para a manobra de subida, trabalhando em conjunto com *flaps* e profundor.

Existem o arrasto parasita e o arrasto induzido.

Arrasto parasita, também chamado de fricção de superfície, é o arrasto causado pela movimentação do avião no meio gasoso.

Já o arrasto induzido é o resultado da diferença de pressão entre o extradorso e o intradorso da asa. A corrente de ar tende a fluir do intradorso para o

extradorso pela ponta da asa, o que gera um turbilhonamento nessa extremidade e provoca, assim, uma resistência ao avanço do avião, diminuindo a sustentação.

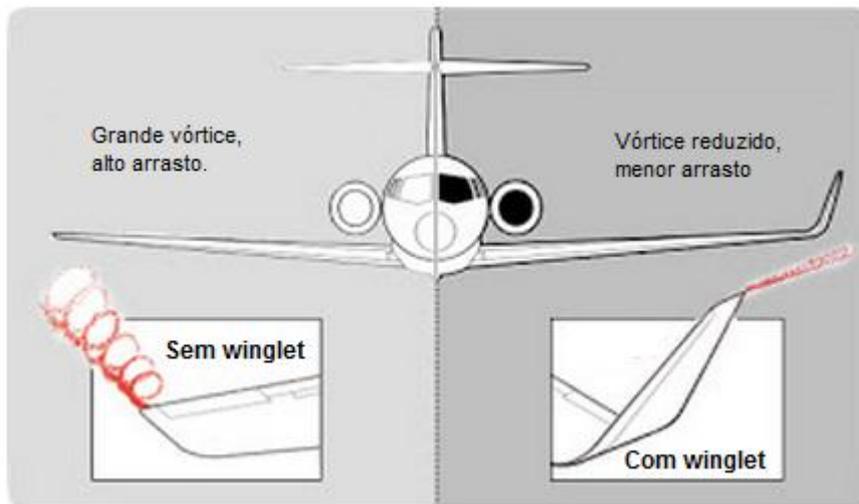
Para reduzir esse efeito indesejado existem os *winglets*, que diminuem o arrasto. Os *winglets* (*wing*-asa, *lets*-saída/entrada) são dispositivos aerodinâmicos instalados nas pontas das asas com perfil quase vertical que impede o fluxo de ar pela ponta da asa de se encontrar com o ar menos denso no extradorso, conforme mostram as Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Fluxo de ar pela ponta da asa.



Fonte: <http://goo.gl/a8WkE>. Acesso em: 02/07/2013.

Figura 8 – Diferença na formação do vórtice sem/com o uso do *winglets*.

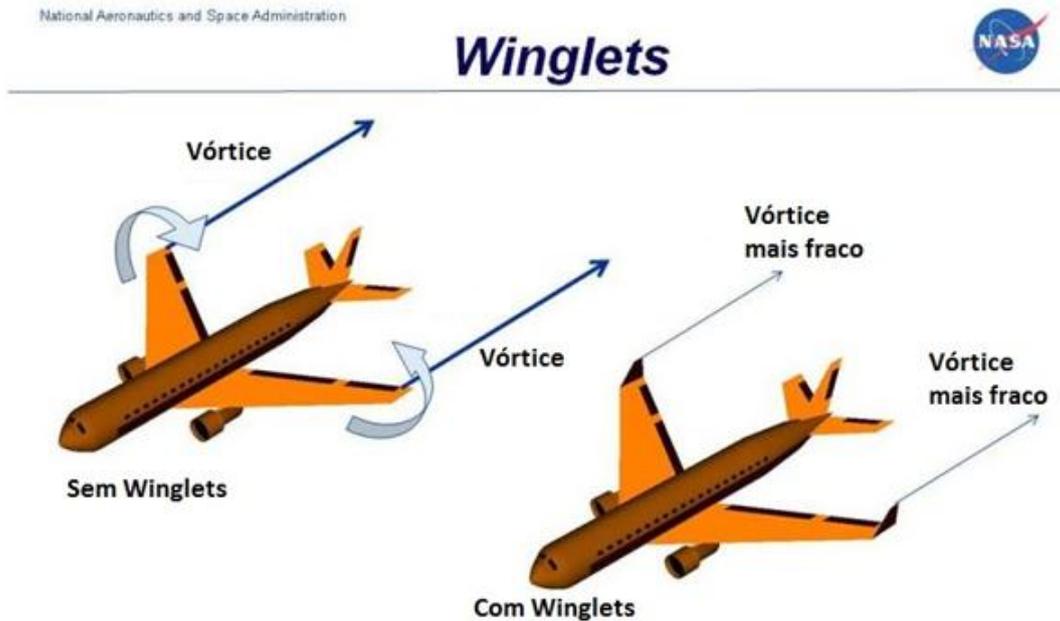


Fonte: <http://goo.gl/a8WkE>. Acesso em: 02/07/2013.

Mesmo com *winglets* instalados na asa ainda assim acontece o vórtice com menor intensidade (visível), mas longe da camada limite (área da asa onde o ar é pouco denso) não prejudicando a sustentação próximo à ponta da asa, como

mostrado na Figura 9. Todo estol¹³ inicia na ponta de asa dirigindo-se para a raiz da asa.

Figura 9 – O uso de *winglets* reduz o arrasto induzido.



Fonte: <http://goo.gl/3FhH6>. Acesso em: 03/05/2013.

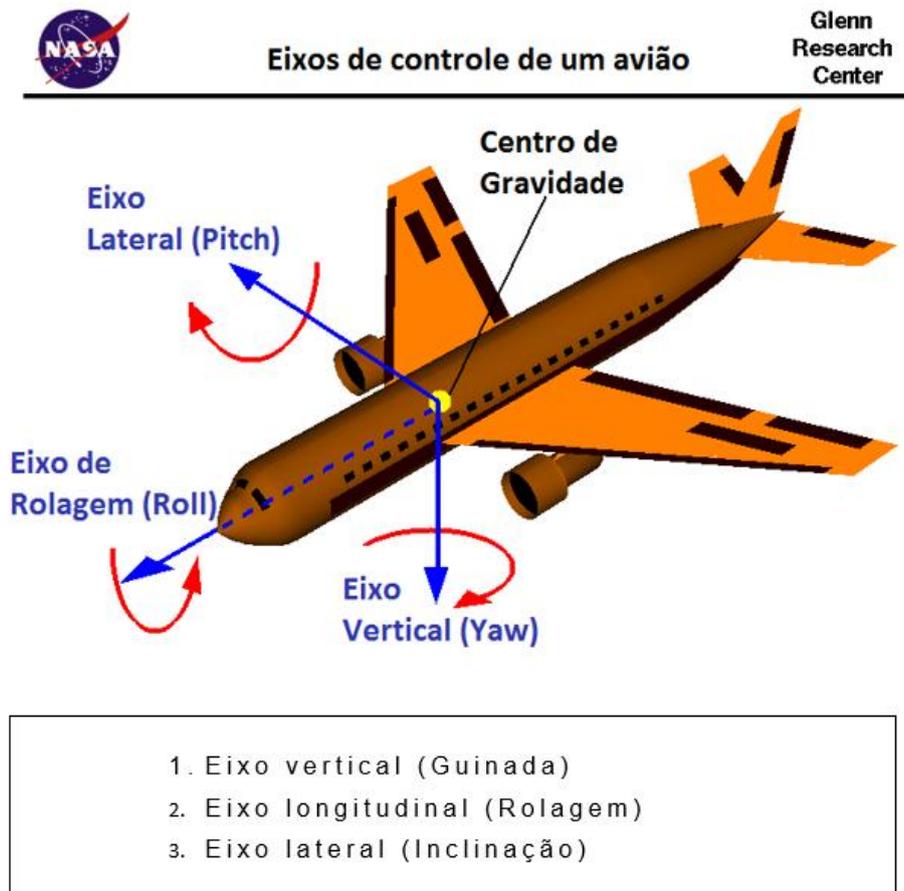
4.1.5 Controle do voo

Nesta seção será discutido como um avião é pilotado durante o voo. Como escrito anteriormente, controlar o avião é tirar partido das forças que nele atuam, em função do seu movimento pelo ar, quer seja por causa da diferença de pressão entre os lados de cada parte do avião, devido à sua aerodinâmica (Princípio de Bernoulli), quer seja utilizando os controles de voo a serem descritos a seguir, em que o ar é empurrado para uma direção e sentido e reage, empurrando o avião para o sentido oposto (par ação-reação, 3ª Lei de Newton).

¹³ Quando o ângulo de ataque é muito grande, o fluxo de ar sobre a asa é interrompido e causará uma perda de sustentação, conhecida como estol. Essa condição usualmente ocorre quando a aeronave está voando muito lentamente, ou num ângulo de ataque muito brusco.

O avião pode ser girado sobre um ou mais dos seguintes eixos imaginários do avião. A Figura 10 mostra quais são os tipos de giro ao redor do centro de gravidade do avião:

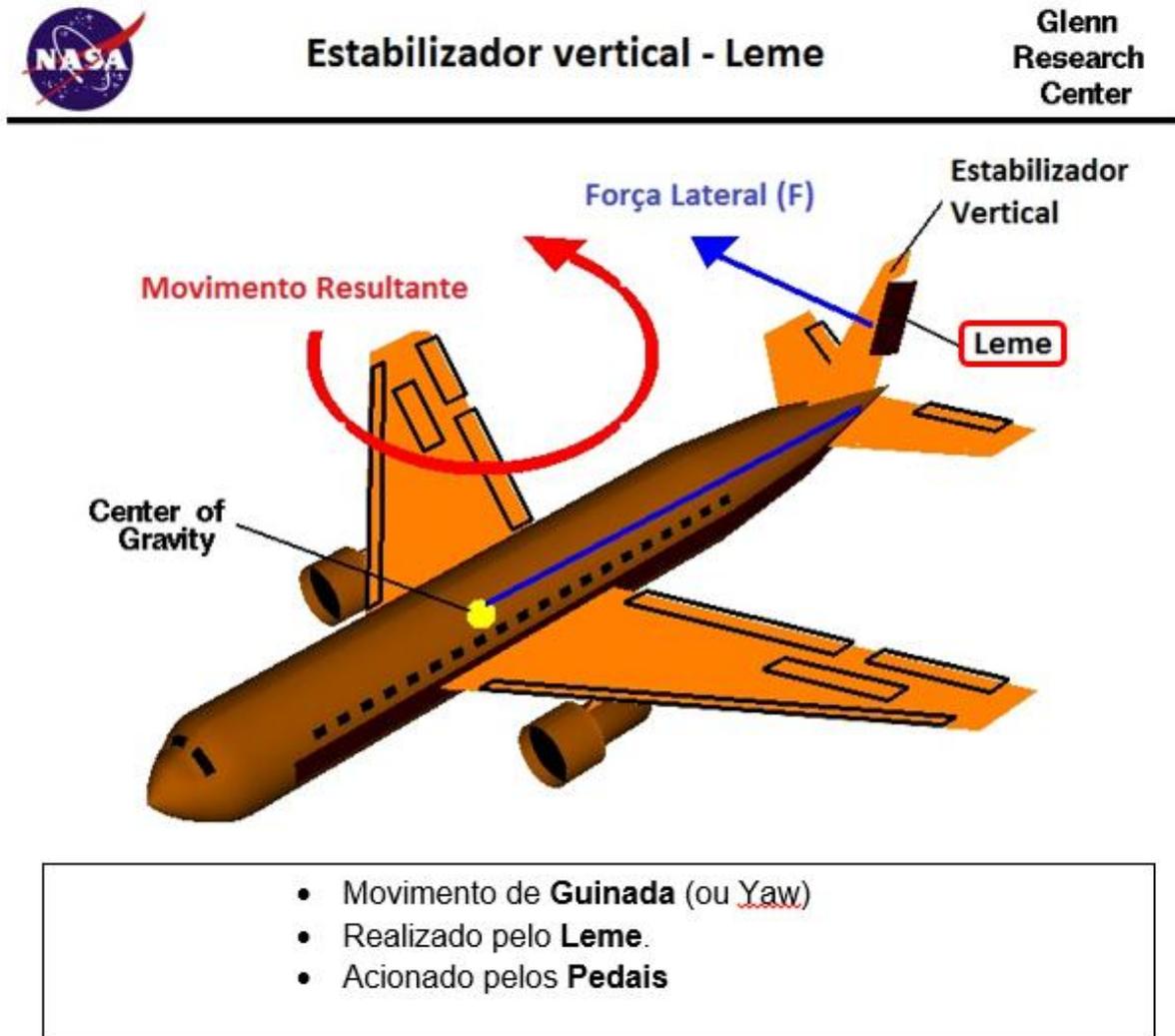
Figura 10. Eixos de rotação ao redor do centro de gravidade de um avião.



Fonte: <http://goo.gl/JefNd>. Acesso em: 03/05/2013.

1) Eixo vertical (ou direcional) do avião é o segmento de reta vertical que liga o chão do avião ao teto. Os aviões fazem a guinada (desviar o nariz para a esquerda ou para a direita) sobre seu eixo vertical, utilizando o leme, que é uma superfície de controle móvel vertical existente na cauda dos aviões, mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Ação do leme sobre o avião, para executar uma guinada (giro).



Fonte: <http://goo.gl/6aHiZ>. Acesso em: 03/05/2013.

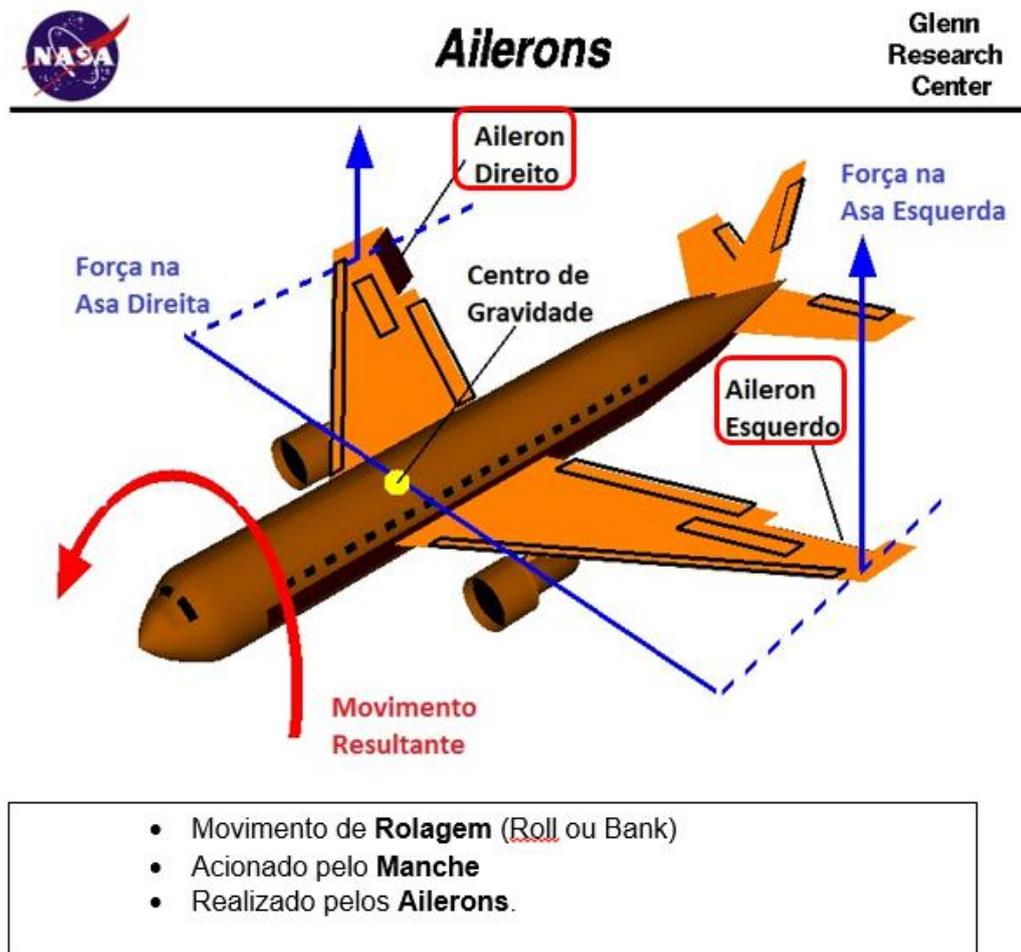
No movimento de guinada (Yaw), o leme força o ar em uma determinada direção e sentido (ação) e o ar o empurra na mesma direção, mas em sentido oposto (reação), virando o avião para a direita ou esquerda.

2) O eixo longitudinal, ou de comprimento, passa pela linha central do avião, do nariz até a cauda. O avião gira, ou inclina-se, sobre seu eixo longitudinal (inclinação das asas), utilizando ailerons, que são partes móveis dos bordos de fuga

das asas de aeronaves de asa fixa, que servem para controlar o movimento de rolamento da aeronave.

Os ailerons são acionados simultaneamente, em sentidos opostos, permitindo que uma asa desenvolva mais força de sustentação e a outra desenvolva menos, mostrado na Figura 12, forçando o avião a inclinar à direção para a qual você deseja virar.

Figura 12 – Ação dos ailerons, direito e esquerdo, no movimento de rolagem.



Fonte: <http://goo.gl/kJ9j5>. Acesso em: 03/05/2013.

3) O eixo lateral (ou transversal) percorre os lados do avião da ponta de uma asa até a ponta da outra asa. O avião inclina-se sobre seu eixo lateral realizando os movimentos de *cabrar* (levantar o nariz da aeronave) ou *picar* (abaixar o nariz da aeronave), utilizando o profundor, que consiste numa superfície de

controle móvel horizontal existente na extremidade traseira da cauda dos aviões, mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Ação do profundor, levantando o nariz da aeronave.



Fonte: <http://goo.gl/Sa7xE>. Acesso em: 03/05/2013.

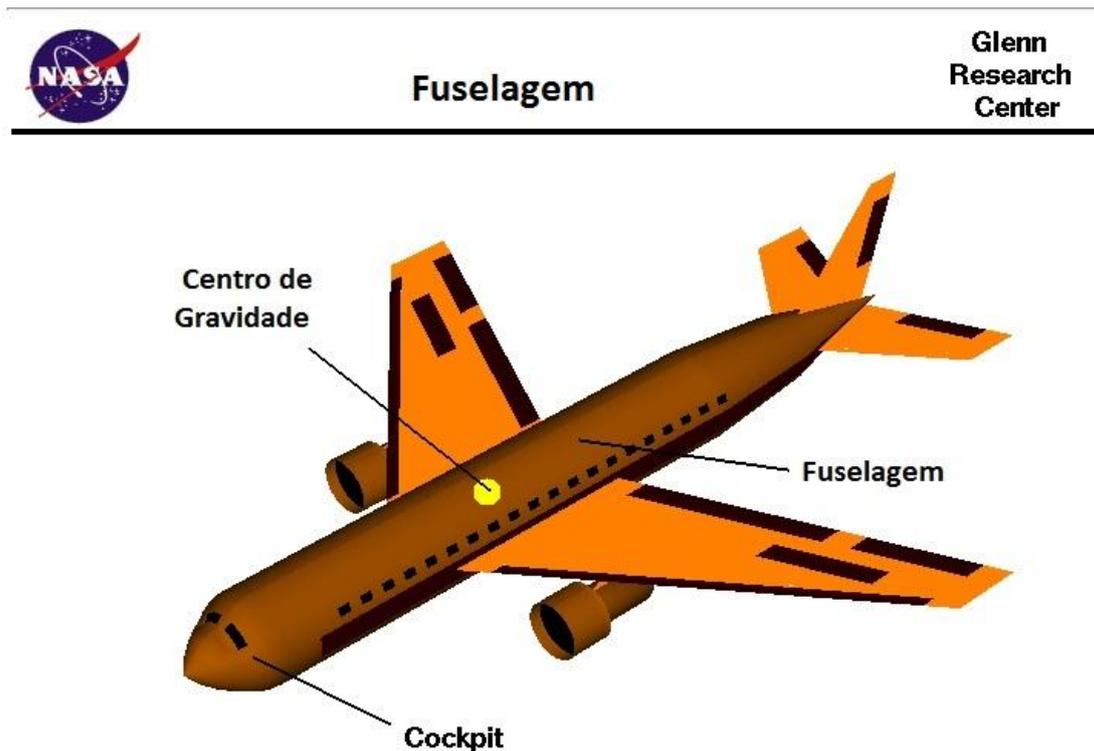
4.1.6 Centro de gravidade

A aeronave e toda a carga que transporta, passageiros e combustível, inclusive, constituem o peso da aeronave. O centro de gravidade da aeronave é a posição média do peso e que geralmente está localizado no interior da fuselagem.

Ao voar, frequentemente o avião gira em torno do centro de gravidade, Figura 14, em função dos binários gerados pelo profundor, leme e ailerons.

A fuselagem deve ser projetada com força suficiente para resistir a esses torques.

Figura 14. Centro de gravidade do avião.

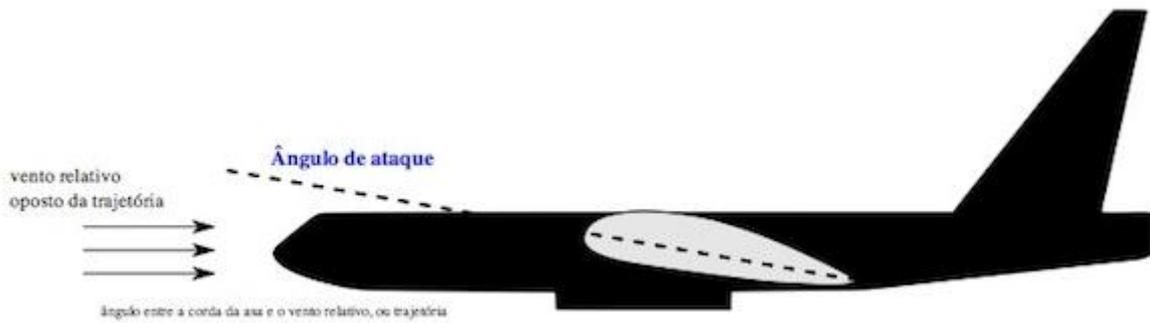


Fonte: <http://goo.gl/Zwb2Y>. Acesso em: 04/05/2013.

4.1.7 Ângulo de Ataque

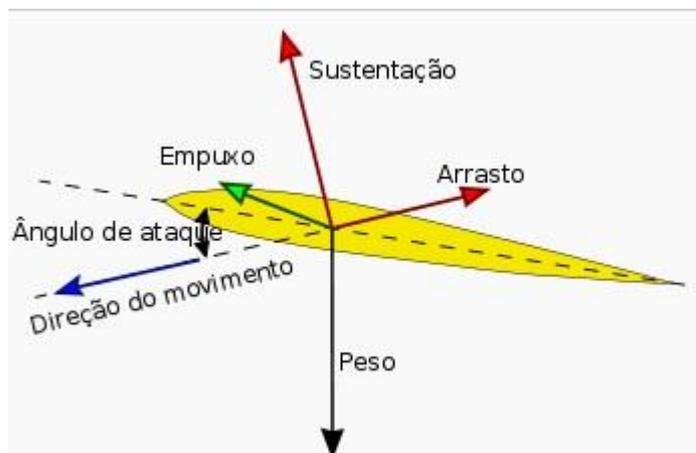
A sustentação de um avião é afetada grandemente pelo ângulo com o qual suas asas encontram o fluxo de ar: é o que chamamos de ângulo de ataque, mostrado nas Figuras 15 e 16, que é bem diferente do ângulo em relação ao horizonte, mostrado na Figura 17.

Figura 15 – Ângulo de ataque.



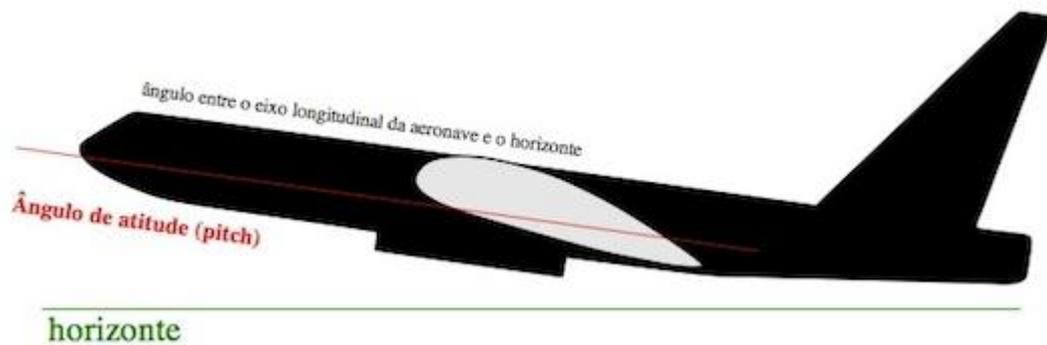
Fonte: <http://goo.gl/tgDYy>. Acesso em: 11/05/2013.

Figura 16 – Diagrama de forças aplicadas na asa e o ângulo de ataque.



Fonte: <http://goo.gl/xYYOq>. Acesso em: 11/05/2013.

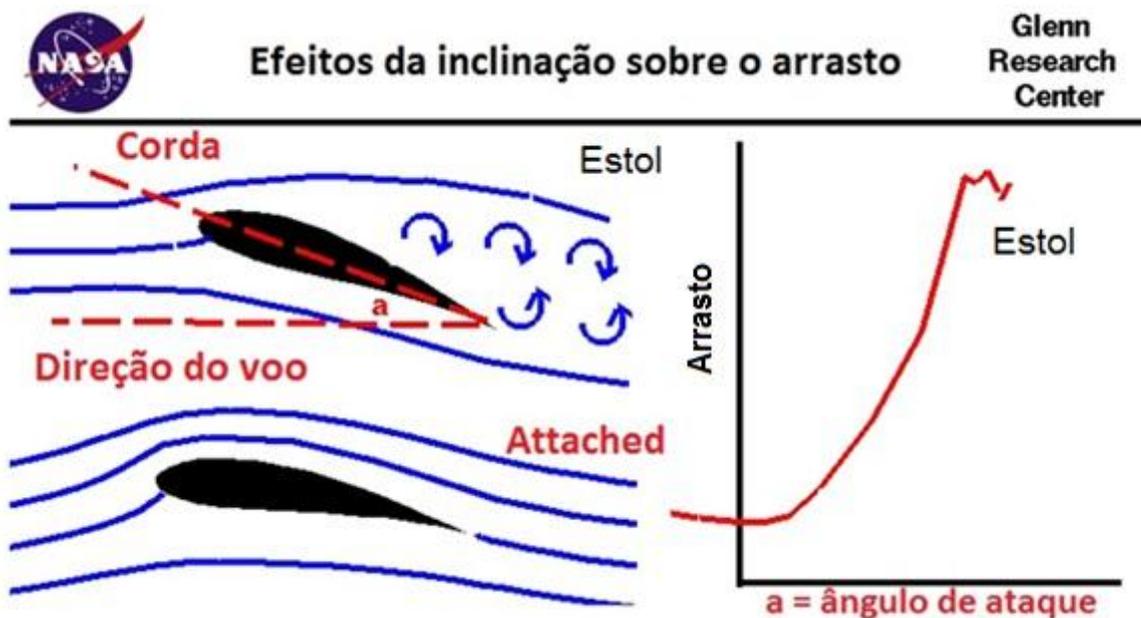
Figura 17 – Ângulo em relação ao horizonte.



Fonte: <http://goo.gl/tgDYy>. Acesso em: 11/05/2013.

Quando o ângulo de ataque é muito grande, o fluxo de ar sobre a asa é interrompido e causará uma perda de sustentação, conhecida como estol. Essa condição usualmente ocorre quando a aeronave está voando muito lentamente, ou num ângulo de ataque muito brusco. A Figura 18 mostra que o arrasto é quase constante para pequenos ângulos de ataque; à medida que este aumenta, o arrasto aumenta e, a partir de um grande ângulo, pode ocorrer o estol, que geralmente fará com que a aeronave saia do voo controlado e entre num mergulho. Se isso acontece a baixa altitude, pode ser impossível recuperar o controle, entretanto, com altitude suficiente, é possível reverter o estol, com a aeronave ganhando velocidade e dirigibilidade assim que a sustentação for restabelecida.

Figura 18 – Possibilidade de ocorrência de estol, com o aumento do ângulo de ataque.



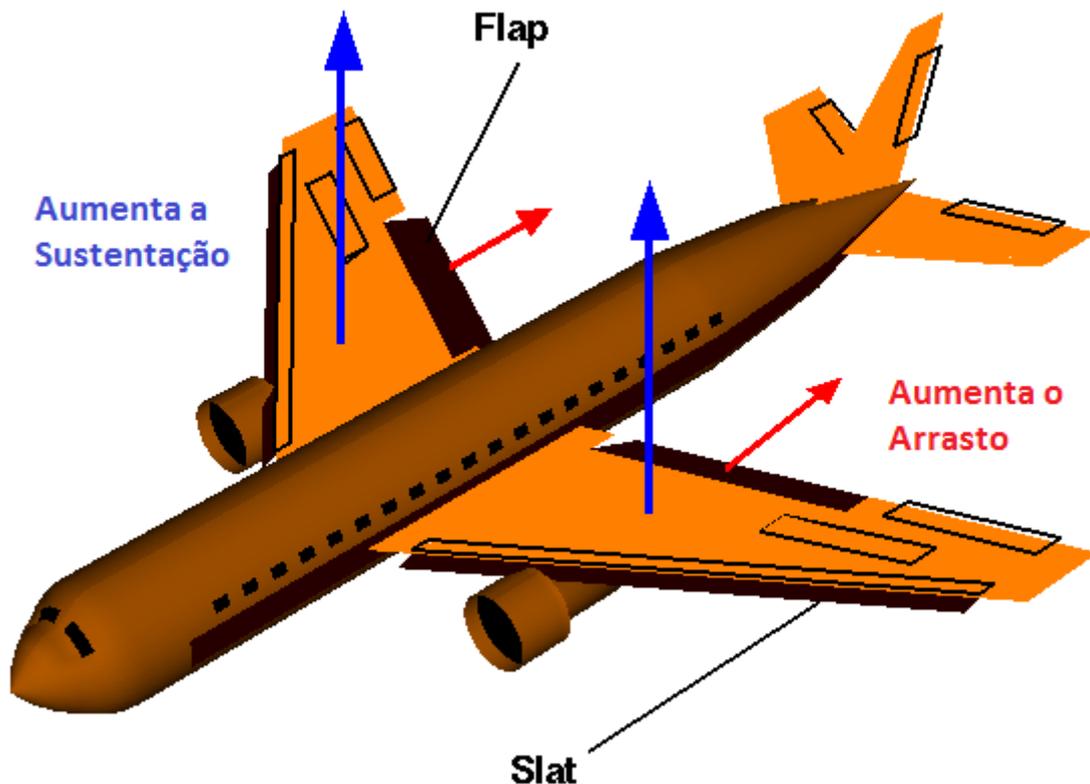
Fonte: <http://goo.gl/KfxMy>. Acesso em: 04/05/2013.

Existem também as superfícies que auxiliam em voo e em terra (decolagem e aterrissagem da aeronave).

Estas são os *flaps* e *slats* (dispositivos hipersustentadores) e os *spoilers* e o reverso (freios aerodinâmicos) que têm as suas finalidades específicas.

Os *flaps* são localizados no bordo de fuga da asa, acionados para baixo, com a função de aumentar a área de superfície da mesma. Eles aumentam a sustentação e o arrasto, diminuindo a velocidade. Essas superfícies são normalmente usadas em baixa velocidade, originando o chamado voo reduzido ou nos procedimentos de aproximação e pouso. Às vezes, os *flaps* são utilizados em decolagens, em pistas curtas, originando uma área de asa maior, possibilitando menor velocidade para sair do solo. Eles podem também atuar como freios aerodinâmicos, pois colaboram com a maior desaceleração. A Figura 19 mostra a ação do *flap* e do *slat* de perfil, mostrando sua atuação no ar.

Figura 19 – Os flaps e slats podem ser utilizados aumentando o arrasto ou a sustentação.



Fonte: <http://goo.gl/gFrw>. Acesso em: 04/05/2013.

Os *slats* são uma porção do próprio bordo de ataque (parte frontal) da asa que se desloca à frente para permitir a passagem de ar da parte inferior (intradorso) para a parte superior (extradorso) pela fenda ali formada, melhorando

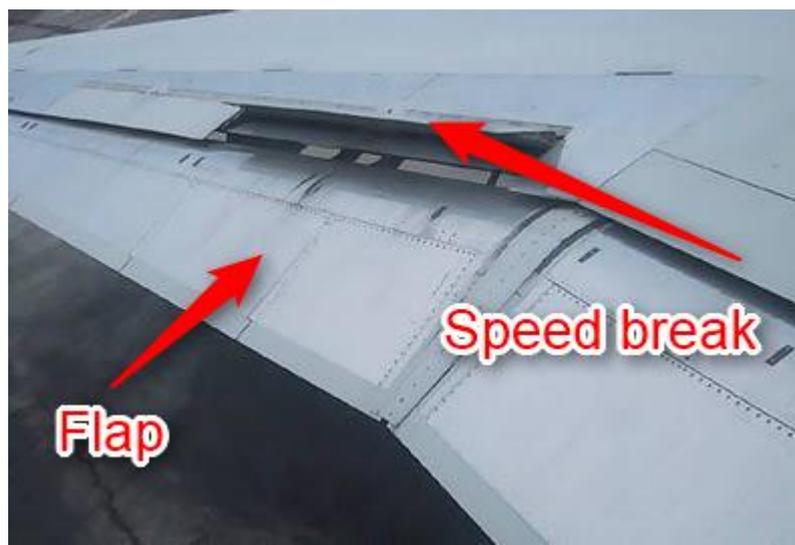
assim o escoamento do ar em elevados ângulos de ataque e retardando o descolamento da camada limite.

Quando acionados, se distendem para frente e para baixo, criando um perfil que "represa" a camada de ar sob as asas, aumentando enormemente a sustentação das mesmas. São, portanto, superfícies fundamentais nos estágios iniciais e finais de voo, durante a decolagem e aterrissagem, quando a velocidade é mais baixa e a necessidade de sustentação é mais crítica.

Com os *flaps* e os *slats* estendidos, as asas geram mais sustentação, pois sua curvatura é aumentada. Com mais sustentação, o avião percorrerá menos pista para realizar sua decolagem, influenciando diretamente no fator segurança, e ao mesmo tempo possibilitando que o piloto consiga erguer o nariz do avião em uma velocidade menor sem o medo do mesmo estolar. Caso o avião não utilize tais dispositivos, o mesmo percorrerá uma distância maior na pista para poder decolar, pois o piloto precisará estabelecer uma velocidade maior para compensar a menor sustentação.

Os *spoilers* (ou *speed break*), mostrados na Figura 20, pertencem aos grandes jatos, localizados na parte superior da asa (extradorso) e no bordo de fuga. Acionados para cima, atuam em conjunto com os ailerons na execução das curvas em algumas aeronaves. Funcionam, na perda de sustentação, quando necessário e na redução de velocidade, acionados normalmente nas descidas e nas aterrissagens.

Figura 20 - Localização dos *flaps* e dos *speed breaks*.



Fonte: <http://goo.gl/bQFvt>. Acesso em: 03/05/2013.

Ele é aplicado em descidas cuja razão de descida é muito acentuada. Também servem para diminuir um pouco a velocidade durante a aproximação. Nesses dois casos, não são abertos totalmente, pois pode fazer o avião entrar em estol.

4.1.7 Interpretações incorretas da sustentação

Existem muitas interpretações que explicam como a sustentação é gerada. Infelizmente, muitas dessas teorias encontradas em enciclopédias, websites e em livros são incorretas, causando desnecessária confusão nos alunos.

4.1.7.1 Hipótese dos tempos de trânsito iguais

Essa hipótese baseia-se na diferença do percurso realizado pelos fluxos de ar que passam pelo extradorso e intradorso da asa, no formato de aerofólio. Explica que o extradorso é moldado para fornecer um caminho mais longo que o intradorso, afirmando que as moléculas devem se mover mais rápido na parte superior para chegar ao bordo de fuga ao mesmo tempo que as moléculas da parte inferior, conforme mostra a Figura 21.

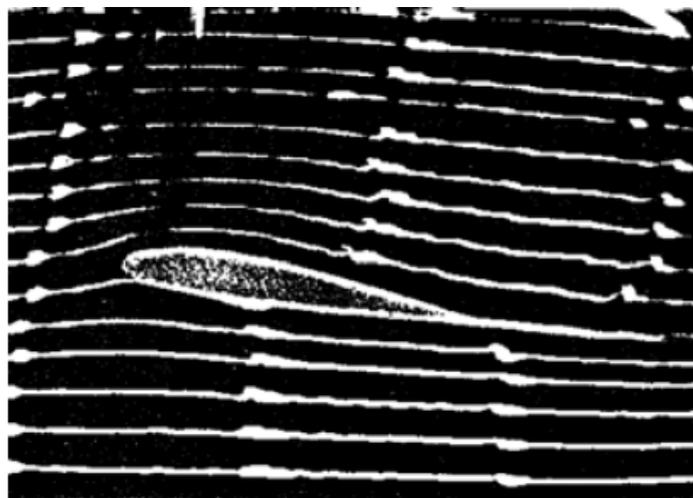
Figura 21 – Hipótese dos tempos de transito iguais.



Fonte: <http://goo.gl/jmn8q>. Acesso em: 04/05/2013.

Studart e Dahmen (2006) apontam essa interpretação, que aparece em vários livros didáticos como um erro grave, relatando que experiências de aerofólios em um túnel de vento, em que o fluxo de ar tornar-se visível, devido à introdução de fumaça, demonstram claramente que a concepção de “tempos iguais” ou “distância percorrida maior por cima da asa” é uma falácia. A Figura 22 mostra que, na verdade, o ar que flui pelo extradorso (a parte superior) da asa chega ao bordo de fuga antes que o ar que flui ao longo do intradorso (a parte inferior).

Figura 22 - Linhas de corrente do ar através de uma asa em túnel de vento.



Fonte: <http://goo.gl/wtW9H>. Acesso em: 04/05/2013.

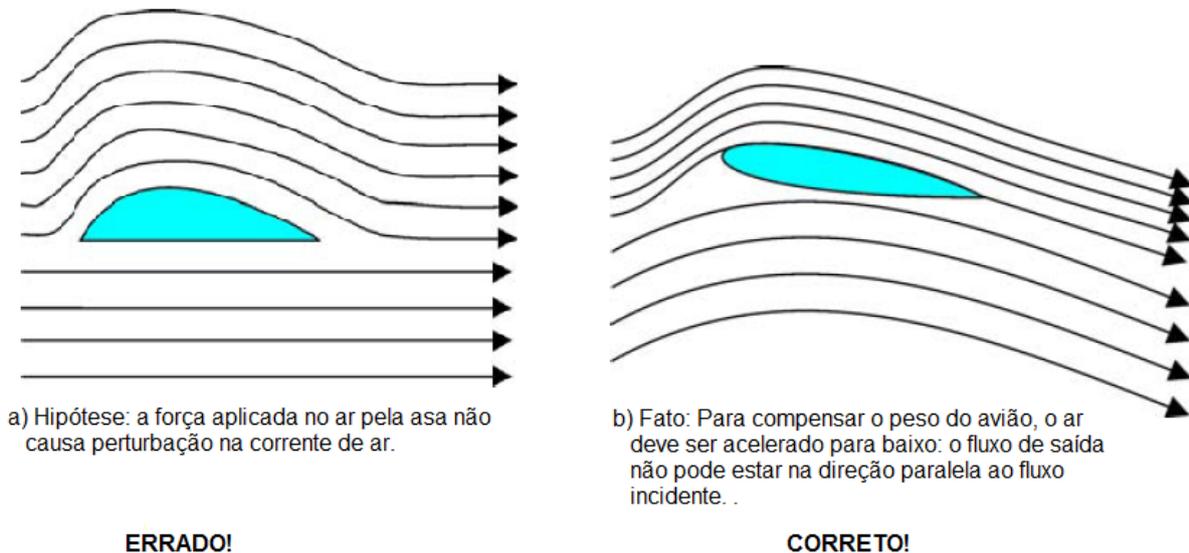
4.1.7.2 Uma força aplicada na asa não causa perturbação na corrente de ar

Studart e Dahmen (2006) ressaltam que é muito comum encontrar-se esta teoria em livros didáticos e sites na Internet. Em seu artigo “A física do voo na sala de aula”, corrigem:

Se, sobre a asa, age uma força para cima para compensar o peso do avião, o ar deve ser acelerado para baixo de modo a produzir a força de reação (a sustentação). Assim, o fluxo após a saída da asa nunca pode estar na direção paralela ao fluxo incidente. Uma simples aplicação das leis de Newton.

[...] O cenário correto é mostrado na Figura 23-b na qual se vê que as linhas de fluxo acompanham a superfície superior e seguem para baixo após deixarem o bordo de fuga. A Figura ainda exhibe claramente o fato de que o espaçamento entre as linhas na parte superior é menor do que na parte inferior, que é essencial para o emprego correto do princípio de Bernoulli na explicação a sustentação das asas.

Figura 23 – Distribuição esquemática das linhas de corrente através de uma asa.



Fonte: <http://goo.gl/wtW9H>. Acesso em: 04/05/2013.

4.1.8 Finalizando ...

Vários conceitos físicos interligados possibilitam entender o voo do avião, e seu estudo vai ao encontro do currículo desenvolvido na primeira série do ensino médio da rede pública de ensino.

O voo de um avião é possível por causa da interação de todas as suas partes com o ar em movimento relativo. As Leis de Newton nos ajudam a explicar a interação do avião com o ar em movimentos de subida, descida, curvas e rolagem. Uma maneira alternativa de explicar o voo se baseia no Princípio de Bernoulli.

Com um público-alvo integrado à internet, é necessário chamar a atenção para algumas interpretações equivocadas, como é o caso do chamado “princípio dos tempos de trânsito iguais”.

O estudo dos princípios supracitados, integrados ao estudo do voo dos aviões, pode contribuir para o aumento do interesse por parte do aluno e, conseqüentemente, uma aprendizagem mais significativa.

CAPÍTULO 5

5.1 Instalação e configuração do AVA¹⁴

5.1.1 Seleção do servidor e configuração do AVA

Inicialmente, foi providenciada pelo professor a assinatura de um plano de hospedagem junto ao servidor *Siteground*, no endereço <http://www.siteground.com>. Sua escolha se deveu à grande quantidade de recursos disponibilizados ao Administrador do Site, bem como a relação custo-benefício que o mesmo oferece se comparado aos servidores nacionais.

Foram registrados os seguintes domínios, para a instalação do software Moodle:

- <http://www.ensinoesolucoes.com>
- <http://www.ensinoesolucoes.com.br>

Foi criada, também, uma pasta vinculada ao domínio para acesso ao AVA, via internet:

- <http://www.ensinoesolucoes.com.br/eadnovo>

Embora existam versões mais recentes do Moodle, a versão 9.232 foi escolhida em razão da sua estabilidade e grande disponibilidade de *plug-ins*. Durante a instalação, foi feita a opção pela base de dados MySQL.

A opção pelo Moodle deveu-se ao fato de ser gratuito, distribuído no formato *open source* e por possuir grande quantidade de colaboradores e de *plug-ins*.

É importante observar que o software *Softaculous*, disponível no Painel de Controle do servidor, permite a instalação do Moodle com apenas alguns cliques, não exigindo conhecimentos técnicos avançados por parte do usuário.

¹⁴ Este capítulo tem como início o relato técnico da instalação do AVA no servidor e a configuração dos menus de acesso na mesma sequência da UEPS, cujo detalhamento será relatado no Capítulo 6.

5.1.2 A tela de acesso

A Figura 24 mostra o aspecto da página inicial, com o link para o acesso ao AVA Moodle, bem como para cadastramento inicial.

Figura 24 - Tela inicial do site que fornece acesso ao AVA.



Fonte: <http://www.ensinoesolucoes.com.br>. Acesso em: 22/04/2013.

5.1.3 A tela inicial do AVA

A tela inicial AVA apresenta os campos para acesso ao mesmo e botões de acesso ao curso, ao *e-mail* do aluno (cada aluno recebeu um *e-mail* personalizado) e a um tutorial Como Acessar, mostrados na Figura 25.

Figura 25 – Tela inicial do AVA Moodle.



Fonte: <http://www.ensinoesolucoes.com.br/eadnovo>. Acesso em: 04/07/2013.

Já na parte inferior esquerda, há links para Categorias de Cursos, onde foram cadastradas as escolas participantes do AVA até o presente momento.

As telas do curso foram estruturadas com o *plugin Flexpage*, Figura 26, que possibilita uma modelação alternativa à estrutura padrão do Moodle, tornando-a mais amigável e possibilitando a disposição dos itens do menu na mesma sequência prevista na UEPS.

Figura 26 – Página de download do Flexpage.

Course Format: Flexible web page course format



Type: Course Format
Requires: Moodle 1.9 or later
Status: Contributed
Maintainer(s): Michael Penney

Developed by Intel® Education, flexpage provides tab and menu based course navigation, with unlimited menus, pages, and flexible arrangement of blocks and modules on pages.

[Documentation](#)
[Discussion](#)
[Download latest version](#)

Record added by **Michael Penney**
 - Quinta, 6 Dezembro 2007, 07:23
 Last modified - Quinta, 16 Junho 2011, 21:54

Fonte: <http://goo.gl/uCF3I>. Acesso em: 22/04/2013.

5.1.4 Menu do curso

Os recursos disponíveis ao aluno foram organizados em um menu, dividido em submenus, seguindo a mesma ordem na qual será trabalhada a UEPS, conforme mostra a Figura 27:

Figura 27 – Menu de acesso ao curso.



Fonte: <http://goo.gl/uCF3I>. Acesso em: 22/04/2013.

5.1.4.1 Início

A Figura 28 mostra a tela de início. Foi dado destaque a uma foto de Alberto Santos Dumont, devido à sua enorme contribuição à pesquisa aeronáutica.

Na parte superior aparecem os itens de menu para as diversas atividades a serem desenvolvidas no AVA.

No canto esquerdo, o aluno tem acesso ao seu Perfil, Mensagens recebidas e Notas.

Figura 28 – Página inicial do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

1a. Série - 3o. Bimestre - Dinâmica Você acessou como David Paulo: Estudante (Retornar a minha função normal)

Início 1. Vídeos 2. Simuladores 3. Fórum 4. Wikis 5. Tarefas 6. Saiba mais...

Ensino e Soluções ► Mec_voo Retornar a minha função normal

Seja Bem-Vindo!

Olá, prezado(a) aluno(a)!

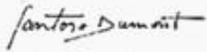
E muito bom tê-lo(a) participando deste curso; nele, nos aventuremos no sonho de voar que remonta à mitologia grega, quando Ícaro e seu pai, Dédalo, fugiram de Creta e que também foi sonhado por ilustres pessoas como Leonardo Da Vinci e, finalmente, com o papel importantíssimo do brasileiro Santos Dumont, que em seu 14-bis, provou que o homem era capaz sustentar um voo em uma máquina mais pesada que o ar.

Por detrás de cada sucesso ou fracasso, há a obediência ou não de Leis Físicas que regem o movimento.

Vamos lá?



Alberto Santos Dumont

Nome completo Alberto Santos Dumont
Nascimento 20 de julho de 1873
 Palmira, renomeado em sua honra Santos Dumont, MG
Morte 23 de julho de 1932 (59 anos)
 Guarujá, SP
Nacionalidade  Brasileiro
Ocupação Aeronauta e inventor
Principais trabalhos 14-bis
 Demoiselle
Prêmios Prêmio Deutsch
 Prêmio Archdeacon
Assinatura 

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Santos_dumont, acesso em 02/04/2012, às 14h40.

Administração

Notas
 Perfil

Mensagens

Não há mensagens pendentes

Mensagens...

Usuários Online

(últimas 60 minutos)

 David Paulo

Participantes

Participantes

Fonte: <http://goo.gl/NL0Lg>. Acesso em: 22/04/2013.

5.1.4.2 Vídeos

A Figura 29 mostra a tela deste menu fornece acesso aos vídeos trabalhados durante as aulas, possibilitando seu acesso por parte dos alunos em horário extraclasse.

Figura 29 – Vídeos disponíveis ao aluno através do submenu Vídeos



Fonte: <http://goo.gl/X2Knu>. Acesso em: 26/02/2013.

Os vídeos encontram-se hospedados no site <http://www.youtube.com>, nos seguintes links:

- Kika – De onde vem o avião? - <http://goo.gl/Bw615>. Acesso em: 02/07/2013.
- Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar? – primeira parte: <http://goo.gl/XFyj2>. Acesso em: 02/07/2013.

- Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar? – segunda parte: <http://goo.gl/likwG>. Acesso em: 02/07/2013.
- Aerodinâmica do Voo: <http://goo.gl/jdCgH>. Acesso em: 02/07/2013.

No entanto, para fins didáticos, os vídeos podem ser vistos através da tela do próprio AVA, sem necessidade de mudança de página.

Os vídeos foram organizados sequencialmente, na ordem em que devem ser trabalhados na UEPS. Inicialmente atuam como organizadores prévios que funcionam como um recurso facilitador para a passagem da estrutura conceitual da disciplina para a estrutura cognitiva do aluno, tornando o material significativo (MOREIRA, 2002, p. 41).

Para Ausubel (1980), a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como pontes cognitivas (MOREIRA, 2009).

Ao término da exibição dos vídeos sugere-se que seja realizada a confecção de um esquema conceitual com os conceitos físicos.

5.1.4.3 Simulações

Esse menu fornece links de acesso ao uso dos simulações do PhET, disponível em <http://goo.gl/qXIDQ>. Acesso em: 24/03/2013, que serão utilizados durante as aulas e, posteriormente, por parte dos alunos, como objetos de aprendizagem, facultando aos alunos contato com os conceitos físicos envolvidos no voo dos aviões. A Figura 30 mostra as seguintes simulações:

- Forças e movimento;
- Módulo de pouso lunar;
- Fluxo e pressão de fluidos.

Figura 30 - Simulações do PhET utilizadas na UEPS.



Fonte: <http://goo.gl/XDJyq>. Acesso em: 24/03/2013.

O PhET (Simulações Interativas) é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências (http://phet.colorado.edu/pt_BR/) e as disponibiliza em seu portal para uso *on-line* ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários, que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, o grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo modelos fisicamente corretos de maneira acessível.

Segundo Arantes, Miranda e Studart (2010), essas simulações computacionais são um dos mais disseminados tipos de objetos de aprendizagem e estão disponíveis em diversos contextos, apresentando as seguintes características específicas:

- **acessibilidade:** facilmente acessível via Internet;
- **atualizável:** através do uso de metadados (literalmente “dados de dados”) torna-se fácil fazer atualizações;
- **interoperabilidade:** capacidade de operar através de uma variedade de hardware, sistemas operacionais e buscadores;

- **granularidade:** quanto mais granular for um objeto de aprendizagem, maior será o seu grau de reutilização;
- **adaptabilidade:** adaptável a qualquer ambiente de ensino;
- **flexibilidade:** material criado para ser utilizado em múltiplos contextos, não sendo necessário ser reescrito para cada novo contexto;
- **reutilização/reusabilidade:** várias vezes reutilizável em diversos ambientes de aprendizagem;
- **durabilidade:** possibilidade de continuar a ser usado por longo período e, na medida do possível, independente da mudança da tecnologia.

5.1.4.4 Fórum

O menu Fórum, mostrado na Figura 31, informa os tópicos cadastrados e possibilita ao docente e ao discente o acompanhamento das atividades do curso, possibilitando interação docente-discente e discente-discente.

Figura 31 - Fórum de notícias do curso.

Fórum de notícias			
Tópico	Autor	Comentários	Última mensagem
Avaliação do 3o. Bimestre.	 David Paulo	2	 Seg, 24 Set 2012, 20:11
Tarefa - envio de texto on-line.	 David Paulo	2	 Dom, 23 Set 2012, 16:21
Saiba o que é uma Wiki. Participe!	 David Paulo	0	 Seg, 27 Ago 2012, 19:40

Fonte: <http://goo.gl/VdAKM>. Acesso em: 24/03/2013.

Dentro do caráter comunicacional, este recurso é rico como espaço adequado para discussão e desenvolvimento da inteligência coletiva. O fórum de discussão é um espaço criado para a realização de discussões sobre uma determinada temática. Assemelha-se a uma lista de discussão, com a diferença de que os usuários têm acesso a todas as mensagens postadas, separadas por temas, metaforizando a concepção de árvore do conhecimento construída por Michel Authier e Pierre Lèvy (1995). Assim, os fóruns de discussão constituem uma área onde os participantes do curso podem realizar discussões assíncronas, ou seja,

podem enviar mensagens sobre determinado assunto, independentemente de outros usuários estarem conectados ao ambiente.

As mensagens são apresentadas em uma lista e conectadas ao tema principal de discussão, gerando assim um enlace de comentários e respostas que nos permite identificar as conexões existentes entre as mensagens postadas.

A ferramenta de fórum de discussão pode ser utilizada em diferentes perspectivas pedagógicas, a depender do seu contexto didático. Assim, destacam-se algumas possibilidades que podem ser testadas para ampliar a interação entre professor, alunos, conteúdo e ambiente. Segundo Alves, Barros e Okada (2009, p. 192), os fóruns:

[...] devem ser mecanismos pautados pela liberdade de expressão. Isso faz com que o aluno sintam-se à vontade em participar, entendendo que é um espaço de construção de conhecimento, onde ele pode perguntar, argumentar e até mesmo errar. Devemos encará-lo como os diálogos realizados na sala de aula, onde o professor dispara questões e estimula os alunos a expressarem suas opiniões, corroborando ou contradizendo seus colegas. Contudo, como na sala de aula presencial, o professor deve conter abusos, estipular limites e fomentar a participação dos mais tímidos.

Alves, Barros e Okada (2009, p. 194) pontuam algumas orientações sobre a postura que o professor deve assumir na administração de fóruns de discussão:

Quantidade de texto – procure inserir pequenos textos em cada mensagem. O fórum não é um livro ou uma apostila. Apesar de ser necessária a devida fundamentação das respostas postadas, o professor deve primar por mensagens objetivas. É interessante, ainda, inserir indicações bibliográficas ou da internet, para que o aluno complemente o seu raciocínio.

Formatação do texto – evite escrever parágrafos muito longos. Eles são inadequados para a leitura em tela. Para textos maiores, divida-os em pequenos parágrafos, preferencialmente espaçados por uma linha em branco.

Não responda tudo – se possível, o professor deve conectar suas respostas com indicações bibliográficas que complementem sua exposição. Isso irá colaborar para que o aluno se torne mais independente na construção do conhecimento.

Linguagem – evite uma linguagem extremamente rebuscada. O professor deve escrever como se estivesse conversando com o aluno.

Discussão aberta – o professor pode criar um fórum de discussão aberta, formando assim um espaço de sociabilidade onde os alunos podem conversar livremente (como dito anteriormente, no espaço de convivência), ou seja, podem conversar sobre quaisquer temas, relacionados ou não com a disciplina.

Retome a discussão – ao perceber que a discussão está tomando um rumo diferente do esperado, o docente deve intervir, provocando novas questões ou considerações.

Contenha a fuga do assunto – o docente deve evitar que a discussão seja desviada para assuntos adversos ao tema proposto. Nesses casos, é interessante intervir, indicando um espaço adequado para o tipo de mensagem postada, como um fórum de discussão aberta.

Estimule a discussão coletiva – o professor deve evitar que os alunos direcionem as mensagens para ele, pois a discussão é coletiva e todos são sujeitos do processo de aprendizagem.

5.1.4.5 Wikis

O presente menu possibilita o trabalho dos alunos na criação de *wikis*, com conteúdo pertinente à Dinâmica.

Possibilita, também, o acesso às apostilas de Mecânica desenvolvidas pelo GREF¹⁵.

A ferramenta “*wiki*” possibilita aos alunos e professores a construção de textos colaborativos, nos quais não existirá apenas um autor, mas todos os sujeitos do processo de ensinar e aprender serão atores e autores dos textos, podendo, inclusive, ilustrar com imagens e incluir *links* que dão ao texto um formato hipertextual que pode vincular outros textos fora do ambiente (intertextualidade) ou dentro do ambiente (intratextualidade). Essa potencialidade pode ser utilizada também no fórum, no diário, entre outras interfaces.

Segundo Alves, Barros e Okada (2009, p.198):

No “*wiki*” os usuários podem incluir, excluir, alterar e colocar observações nos parágrafos que vão sendo construídos coletivamente. O professor irá acompanhar toda a produção do grupo através do histórico. Produzir um texto coletivo se constitui em um grande desafio que deve ser vivenciado. Assim, professores e alunos podem contribuir, interferir e mudar o texto, que deve assumir a forma de um caleidoscópio e se transforma a cada movimento.

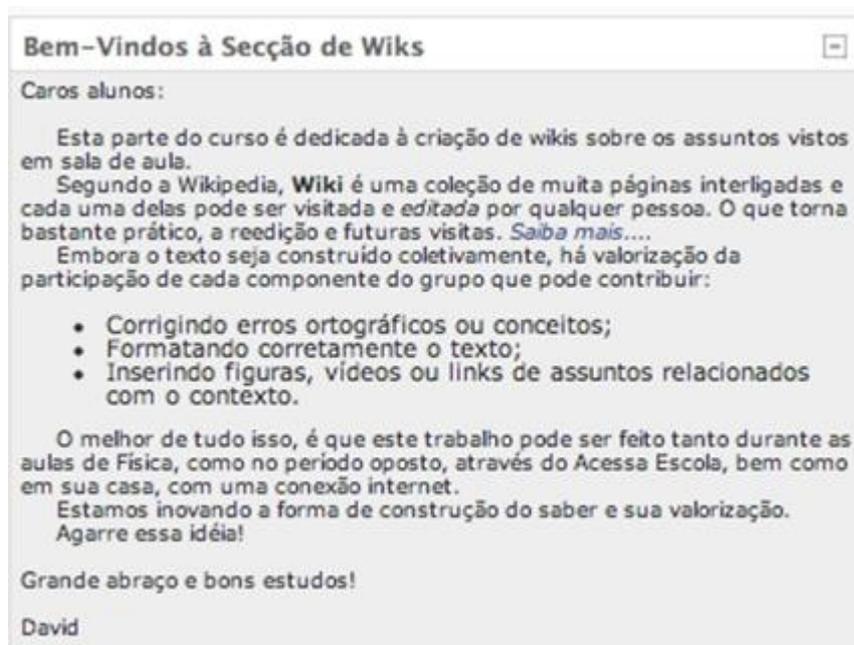
O *wiki* foi elaborado para permitir o trabalho coletivo com autonomia e cooperação e se constitui em uma rica interface. No entanto, os estudantes, de maneira geral, encontram grandes dificuldades em produzir coletivamente, considerando que não foram educados para isso. Uma produção de textos muitas

¹⁵ Disponível em: < <http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>. Acesso em: 12/03/2013

vezes se apresenta como uma colcha de retalhos, com a inclusão de parágrafos sem o devido elo entre eles. Os estudantes, também, não se sentem à vontade para interferir no texto do outro e quando o fazem podem melindrar o colega que postou a mensagem inicial. Dessa forma, trabalhar com essa interface se constitui um grande desafio. O professor deve estar atento para mediar essa produção, implicando os alunos, incentivando a produção coletiva.

A Figura 32 mostra a tela inicial da *wiki*, com uma breve explicação e *links* para sua construção.

Figura 32 - Wikis: produção de texto colaborativo.



Fonte: <http://goo.gl/LkMm0>. Acesso em: 24/03/2013.

Figura 33 - Links para wikis e download das apostilas do GREF



Fonte: <http://goo.gl/LkMm0>. Acesso em: 24/03/2013.

As dificuldades dos alunos, em algumas circunstâncias, podem até inibir a participação no texto coletivo. Uma alternativa é criar grupos de trabalho pequenos, com no máximo três pessoas, para que façam o exercício de produzir coletivamente em um pequeno grupo com colegas com que já tenham algum tipo de afinidade.

5.1.4.6 Tarefas

O Menu 5 – Tarefas, Figura 34, possibilita ao aluno apresentar as tarefas relativas ao curso. A tarefa 01 é o recurso de produção de texto *on-line*, já a tarefa 02 é a participação em um Fórum respondendo a questões sobre o voo dos aviões

Figura 34 - Tarefas dos alunos: participação em Fórum de discussão.

TAREFA 01 - Envio de Texto: Como você explicaria o voo do avião?

TAREFA 01 - Envio de Texto: Como você explicaria o voo do avião?

TAREFA 02 - Questões sobre o voo dos Aviões.

Acrescentar uma nova questão

Tópico	Autor	Comentários	Última mensagem
Quais as forças envolvidas no voo do avião?	David Paulo	69	Seg, 24 Set 2012, 20:13
Sobre a sustentação	David Paulo	54	Seg, 24 Set 2012, 20:01
Avioes	[Redacted]	0	Seg, 24 Set 2012, 18:09
Princípios Físicos	David Paulo	51	Seg, 24 Set 2012, 18:47
Ação e Reação	David Paulo	58	Seg, 24 Set 2012, 18:31
avião	[Redacted]	4	Seg, 24 Set 2012, 14:37
O que faz o avião a voar?	[Redacted]	6	Dom, 23 Set 2012, 21:36
acao e reacao	[Redacted]	2	Qui, 20 Set 2012, 18:16

Fonte: <http://goo.gl/CcZnr>. Acesso em: 24/03/2013.

Pode-se dizer que a ferramenta “tarefa” também compõe o aspecto construtivista. As tarefas constituem uma atividade que possibilita ao aluno se defrontar com o não saber, mobilizando-o, assim, a buscar resolver os problemas e/ou questões propostos pelo professor. Pode ser utilizada, quando o professor quer investigar o nível de conhecimento já construído pelo discente sobre determinado assunto. Nesta ferramenta o professor pode registrar as tarefas que deverão ser realizadas pelos alunos durante a disciplina.

5.1.4.7 Saiba mais...

Dispõe de *links* de artigos relacionados com o voo dos aviões, para que os alunos possam aprofundar seus conhecimentos sobre o conteúdo estudado, conforme mostra a Figura 35.

Figura 35 - Página de links para sites com conteúdo relacionado.

Acesse estes links e saiba mais sobre história da aviação e sobre a Física do Voo:

- Alberto Santos Dumont
 - ◊ [Biografia - Brasil Escola](#)
 - ◊ [O homem pode voar](#)
- Globo Ciência
 - ◊ [Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar - Parte I](#)
 - ◊ [Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar - Parte II](#)
- A Física do Voo na Sala de Aula - Prof. Dr. Nelson Studart
 - ◊ [Física na Escola, V. 7, no. 02, 2006](#)
- Hypescience
 - ◊ <http://hypescience.com/como-os-avioes-voam/>
- PhET - Simulações Interativas
 - ◊ <http://phet.colorado.edu/>

Você acessou como David Paulo: Estudante (Retomar a minha função normal)

[Mec_voo](#)

Fonte: <http://goo.gl/LeP1i>. Acesso em 24/03/2013.

5.1.5 Cadastramento dos alunos

O cadastramento dos alunos no Moodle pode ser feito com o cadastramento individual de cada aluno, através do menu Administração-Usuários-Contas-Acrescentar novo usuário, mostrado na Figura 36, ou pela importação de dados de um arquivo, pelo menu Administração-Usuários-Contas-Carregar lista de usuários, conforme mostra a Figura 37.

Figura 36 - Tela de cadastro individual do aluno.

Nome de usuário *

Nova senha * Mostrar

Forçar mudança de senha

Nome *

Sobrenome *

Endereço de email *

Mostrar endereço de email

Email ativado

Cidade/Município *

Selecione um país *

Zona de fuso horário

Idioma preferido

Descrição

Trebuchet 1 (8 pt) Língua **B** *I* U ~~S~~ x_2 x^2

Caminho:

Fonte: <http://goo.gl/LeP1j>. Acesso em: 05/07/2013.

Figura 37 - Tela de importação de lista de usuários.

Enviar

Arquivo (Tamanho máximo: 24Mb) * Nenhum arquivo selecionado

Delimitador CSV

Codificação

Mostrar colunas

Fonte: <http://goo.gl/LeP1j>. Acesso em: 05/07/2013.

Neste caso, optou-se pela importação dos dados dos alunos através de uma planilha no formato MSEXcel¹⁶, contendo diversos campos, mostrados na Figura 38, dos quais os fundamentais para a importação dos dados são:

- *username*: nome do usuário
- *password*: senha de acesso
- *firstname*: nome
- *lastname*: sobrenome
- *email*: endereço de e-mail
- *course1*: código do curso.

Figura 38 - Planilha do excel, com campos básicos para importação da lista de alunos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	username	password	firstname	lastname	email	lang	idnumber	maildisplay	course1	group1	type1
2											
3											
4											
5											
6											

Fonte: <http://goo.gl/5Y2ubh>. Acesso: 26/10/2013.

O cadastro foi facilitado em função:

- da geração, pela secretaria da escola, de uma listagem de alunos por turma, no formato pdf, e os dados relativos aos mesmos foram exportados para os devidos campos na planilha;
- da opção de utilizar nos campos *username* e *password* o número do RA do aluno;
- da opção de informar, na coluna *lastname*, a turma à qual o aluno pertence, facilitando, assim, a separação de séries diferentes e a formação, dentro de uma mesma série, de grupos relativos às turmas, caso desejado;

¹⁶ Disponível em: < <http://goo.gl/pm4jo1> >. Acesso em: 26/10/2013.

- do preenchimento da coluna course1 com o código do curso ao qual a turma pertence. Desta forma o aluno já é alocado diretamente no curso em questão, durante a importação.

Posteriormente, foram organizados em grupos menores, para execução de tarefas, dentro da sua turma, conforme mostrado na Figura 38:

Figura 39 - Tela de manutenção dos grupos de alunos.

The screenshot displays the 'Mec_voo Grupos' interface. It features two main columns: 'Grupos:' on the left and 'Membros de:' on the right. The 'Grupos:' column contains a list of 16 groups, each with a unique ID and a count in parentheses. The 'Membros de:' column is currently empty. Below the lists are several control buttons: 'Editar configurações de grupos', 'Adicionar/remover usuários', 'Excluir grupo selecionado', 'Criar grupo', and 'Criar grupos automaticamente'.

Grupos:	Membros de:
2012_1A_GRUPO_01 (5)	
2012_1A_GRUPO_02 (5)	
2012_1A_GRUPO_03 (2)	
2012_1A_GRUPO_04 (2)	
2012_1A_GRUPO_05 (0)	
2012_1A_GRUPO_06 (0)	
2012_1A_GRUPO_07 (0)	
2012_1A_GRUPO_08 (0)	
2012_1B_GRUPO_01 (5)	
2012_1B_GRUPO_02 (6)	
2012_1B_GRUPO_03 (5)	
2012_1B_GRUPO_04 (4)	
2012_1B_GRUPO_05 (5)	
2012_1B_GRUPO_06 (5)	
2012_1C_GRUPO_01 (7)	

Buttons:

Fonte: <http://goo.gl/LeP1i>. Acesso em: 05/07/2013.

CAPÍTULO 6

6.1 Aplicação na Unidade Escolar

A escola Estadual Professor Evaristo Fabrício está localizada na Rua Alípio Resende de Araújo, 1000, Jardim Aeroporto I, Franca, no Estado de São Paulo. Suas aulas tiveram início em 1986, sendo a escola mais antiga do bairro, pelo projeto de Lei nº 258, de 05/05/1986, de autoria do então deputado estadual Milton Baldochi, em homenagem ao professor Evaristo Fabrício, nascido em Casa Branca (SP), em 27 de julho de 1916.

Os alunos envolvidos no projeto foram das 1ª série do Ensino Médio, turmas A, B e C alunos, com aulas nas terças, quartas, quintas e sextas-feiras das 09h 50 às 12h 20.

Dados de uma pesquisa realizada pelo professor junto aos alunos mostra que 79 % dos alunos participantes possuem computador com conexão de internet em suas residências.

Tabela 1. Percentuais de participação dos alunos no projeto.

Turmas	1A	1B	1C
Alunos matriculados	42	42	31
Participantes do projeto	31	31	28
Percentual de participação	73 %	73 %	79 %

Fonte: Tabela elaborada pelo professor em FEV/2013

Ações docentes acompanharam os alunos durante todos os passos da sequência didática, que foi organizada em múltiplas mídias: impressa, virtual, audiovisual, digital e numa perspectiva de redundância¹⁷ isto é, um mesmo conteúdo

¹⁷ Rosegrant - Using Multiple Representations to Improve Student Learning in Mechanics. Disponível em: < <http://goo.gl/K8Ja4d>>. Acesso em: 30/01/2013.

organizado em duas ou mais mídias, atendendo aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos, dando ao educador uma clara noção das condições do estudante, por meio de organizadores prévios (avaliação diagnóstica), do seu desenvolvimento ao longo da formação (avaliação processual) e do estágio atingido ao término da sequência (avaliação somativa) (MOREIRA, 2011, p. 2-3).

O conteúdo abordado está de acordo com o previsto pelo Currículo do Estado de São Paulo, Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, para a disciplina de Física¹⁸, previsto para desenvolvimento no primeiro bimestre do ano letivo de 2012, da primeira série do ensino médio. De acordo com o disposto na página 98, sobre o ensino de física:

A Mecânica pode corresponder às competências que possibilitam, por exemplo, analisar os movimentos observáveis, identificando suas causas, sejam de carros, aviões, foguetes ou mesmo movimentos das águas de um rio ou dos ventos, sejam de sistemas que dependem da ampliação de forças, como as ferramentas e os utensílios.

Sobre a metodologia de ensino-aprendizagem dos conteúdos básicos, orienta, na página 100:

A seleção dos conteúdos a serem trabalhados no Ensino Médio, embora possa ser variada, deve ter como objetivo a busca de uma formação que habilite os estudantes a traduzir fisicamente o mundo moderno, seus desafios e as possibilidades que o intelecto humano oferece para representar esse mundo. Competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno de assuntos e problemas concretos, que exigem aprendizagem de leis, conceitos e princípios construídos por meio de um processo cuidadoso de identificação das relações internas do conhecimento científico. Em outras palavras, são necessários conhecimentos de Física, como cultura científica, para promover competências.

Como visto anteriormente, o AVA Moodle foi organizado de acordo com a sequência indicada na UEPS. As atividades desenvolvidas com os alunos, descritas a seguir, seguem esta sequência.

6.1.1 Situação inicial

Na primeira aula, foi exibido a todos os alunos da turma o vídeo “Kika, de onde vem o avião?”¹⁹. Trata-se de um vídeo bem simples, cuja exibição teve

¹⁸ Disponível em: < <http://goo.gl/WYxFD>>. Acesso em: 10/07/2013.

¹⁹ Disponível em: < <http://goo.gl/J0AYb>>. Acesso em: 20/08/2013.

como objetivo levar o aluno a externalizar seus conhecimentos prévios sobre o voo do avião. Ao término da exibição, os alunos foram convidados a expor suas concepções a respeito do voo dos aviões durante o restante da aula, participando da criação de um esquema conceitual²⁰, envolvendo todo o conteúdo do vídeo, que foi construído pelo professor na lousa da sala de aula, com auxílio dos alunos. Ao término da aula, os alunos foram orientados a elaborar o seu próprio esquema conceitual e entregá-lo na próxima aula.

Na aula seguinte, foi exibido um episódio do programa Globo Ciência, intitulado “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”²¹, objetivando relacionar os conteúdos de Dinâmica a serem desenvolvidos com as representações cognitivas que o aluno possui, atuando como organizador prévio²² para a introdução dos conceitos físicos envolvidos no voo do avião, que se pretende trabalhar.

Na íntegra, o vídeo possui a duração aproximada de dezenove minutos. Tendo-se em vista a maximização do tempo de atenção dos alunos, devido à sua faixa etária, e à elevada quantidade de alunos em cada turma, o professor julgou melhor dividi-lo em quatro partes, conforme mostra a Figura 40, orientando-os a anotar todos os pontos que considerassem importantes.

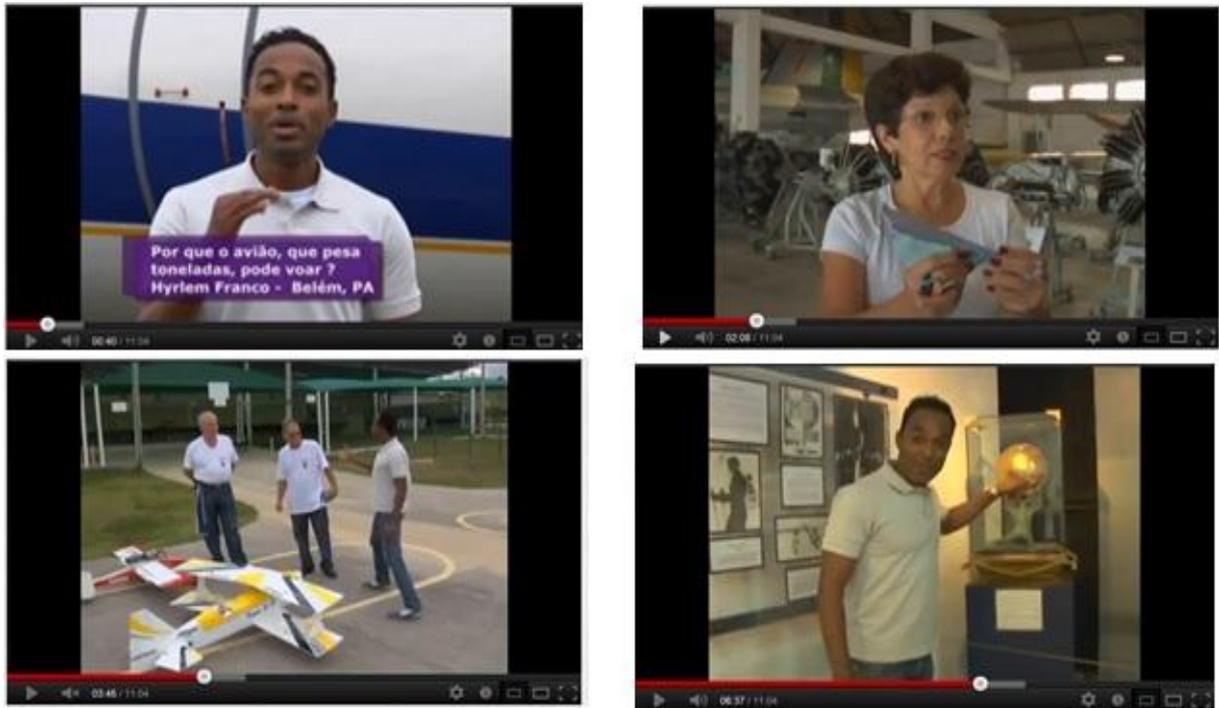
Ao final de cada parte, foram convidados a socializar suas observações com os demais colegas de turma.

²⁰ Mapa conceitual: é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada (MOREIRA, 2011)

²¹ Disponível em: < <http://goo.gl/9qlEA> >. Acesso em: 13/03/2013.

²² Organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente. (MOREIRA, 2011)

Figura 40 - Imagens de trechos do vídeo “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”



Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013.

- A primeira parte apresenta a pergunta de uma telespectadora: Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?
- Na segunda parte é mostrada a construção de aviões de papel utilizando-se a técnica de origami.
- Na terceira parte é mostrado o voo de aeromodelos e relacionada sua semelhança com o voo de aeronaves reais.
- Na quarta parte, há uma breve amostra do Museu Aeroespacial do Rio de Janeiro – RJ, opiniões de pilotos e, finalmente, a explicação do Dr. Paulo Lourenção, engenheiro aeronáutico e professor da Universidade do Vale do Paraíba e coordenador técnico do Programa de Especialização da Embraer, que apresentou noções sobre os materiais com que normalmente se confeccionam os aviões. Resumidamente, a partir formato lateral da asa, explicou o Princípio de Bernoulli, responsável pela sustentação, e as quatro forças fundamentais ao voo: tração, arrasto, peso e sustentação.

O vídeo foi finalizado com a explicação dos principais comandos de voo de um avião, pelo engenheiro civil Guido Santos de Almeida Jr.

6.1.2 Introdução ao uso do AVA Moodle

6.1.2.1 Apresentação do AVA Moodle aos alunos

Na aula seguinte, os alunos, dentro do seu horário de aula e nas suas respectivas turmas, foram direcionados para a sala do ACESSA-ESCOLA, onde receberam orientações básicas de como acessar o AVA Moodle através da internet e como deveriam proceder para realizar seu acesso, conforme mostra a Figura 41. O professor utilizou um projetor multimídia para mostrar os passos necessários para o acesso.

Figura 41 - Alunos da primeira série A, recebendo orientações para o acesso ao AVA Moodle.



Devido às limitações dos recursos oferecidos pelo ACESSA-ESCOLA – apenas dez computadores com baixa velocidade de conexão à internet – e ao grande número de alunos por turma, 40 em média, foi necessário planejar as atividades da aula seguinte visando propiciar o acesso individual de cada aluno ao ambiente virtual e o trabalho coletivo na construção da *wiki*.

O professor, atuando como mediador dos recursos, dividiu os alunos em duas turmas e nestas foram divididos em grupos de quatro pessoas (em média), com o objetivo de otimizar os trabalhos em sala de aula e na sala do Acesso Escola:

a) **Turma 01:** os alunos foram orientados a verificar se o acesso de cada componente do grupo estava funcionando e estimulados a navegar pelas páginas oferecidas através do menu superior do AVA.

Figura 42 - Alunos da 1ª série A explorando o AVA Moodle.



b) **Turma 02:** permaneceu na sala de aula, com a tarefa de elaborar um texto sobre os vídeos vistos nas aulas anteriores e relacioná-los às seguintes apostilas do GREF:

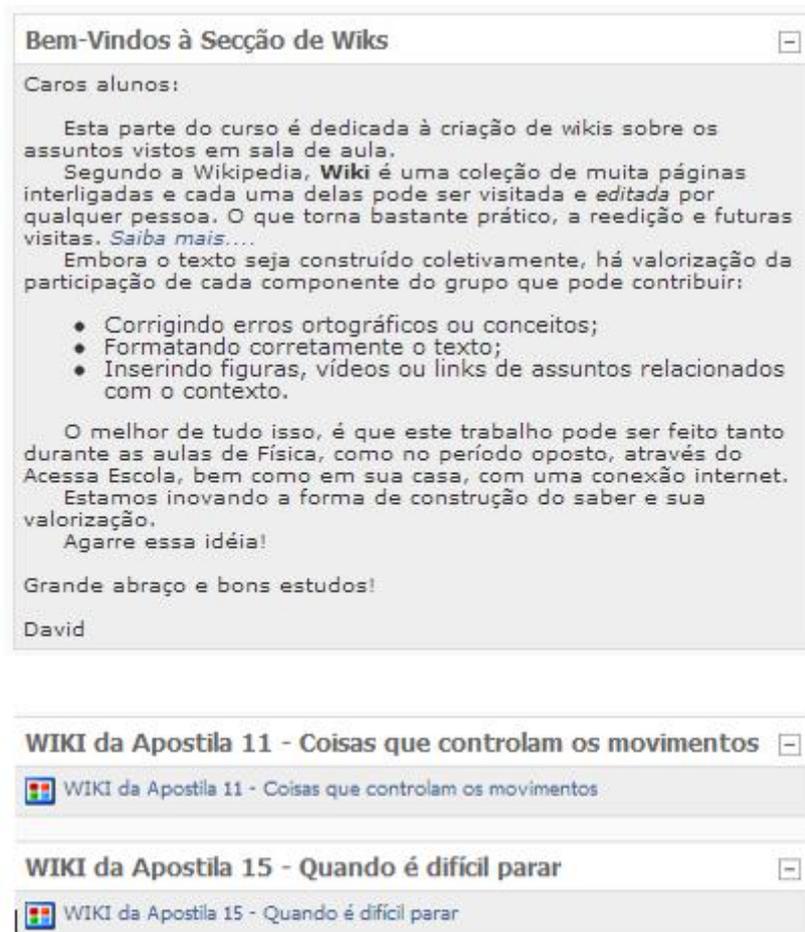
- Apostila 11 – Coisas que controlam os movimentos. (1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton);
- Apostila 15 – Quando é difícil parar (Princípio da Inércia).

Esse texto serviu de base para a elaboração da *wiki* do grupo, em aulas posteriores.

Nas quatro aulas que se seguiram, houve rodízio entre as turmas que permaneciam na sala de aula e as que utilizavam a sala do Acesso-Escola.

Na sala do ACESSA-Escola, os alunos foram orientados a acessar o AVA Moodle, e a partir do menu 4. *Wikis*, foi proposta uma atividade, como situação-problema, que consistiu na criação de uma *Wiki*, com a transposição dos conteúdos das duas apostilas do GREF para o ambiente virtual, conforme mostra a Figura 43. Foi dada ênfase à participação de todos os componentes do grupo.

Figura 43 - Texto explicativo do início da página da Wiki.



Fonte: <http://goo.gl/eqyME>. Acesso em: 05/07/2013.

A colaboração de cada aluno foi verificada pelo professor através do recurso Histórico da *Wiki*, onde é possível verificar os nomes, horários e colaboração de cada um, conforme mostra a Figura 44.

Os alunos foram orientados a concluir esta atividade em suas casas, através do uso da Internet ou, para aqueles que não a possuem, nas dependências do ACESSA-ESCOLA, em horário após as aulas diárias.

Figura 44 - Página de controle das atividades de cada aluno na construção da Wiki

Histórico da página '08'

Versão: 4 (Navegar Recuperar Dif)

Autor:  R [REDACTED]_EVA_2012

Criado: terça, 28 agosto 2012, 12:18

Última alteração: quarta, 29 agosto 2012, 11:27

Referências: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/pt/math/7/0/3/703cd97515fcc0f19e718613b648c27c.png>,
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/pt/math/1/7/f/17fc9a0cebca5f3641f448aedda88ba7.png>,
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/pt/math/4/b/c/4bc8b555f2c9329e00b661d4f9502905.png>,
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/pt/math/2/b/7/2b7b992724812ce98d5a7f8233a3ed6d.png>

Versão: 3 (Navegar Recuperar Dif)

Autor:  Jh [REDACTED]_EVA_2012

Criado: terça, 28 agosto 2012, 12:18

Última alteração: quarta, 29 agosto 2012, 11:25

Versão: 2 (Navegar Recuperar Dif)

Autor:  Ma [REDACTED]_EVA_2012

Criado: terça, 28 agosto 2012, 12:18

Última alteração: quarta, 29 agosto 2012, 11:14

Versão: 1 (Navegar Recuperar Dif)

Autor:  Ma [REDACTED]_EVA_2012

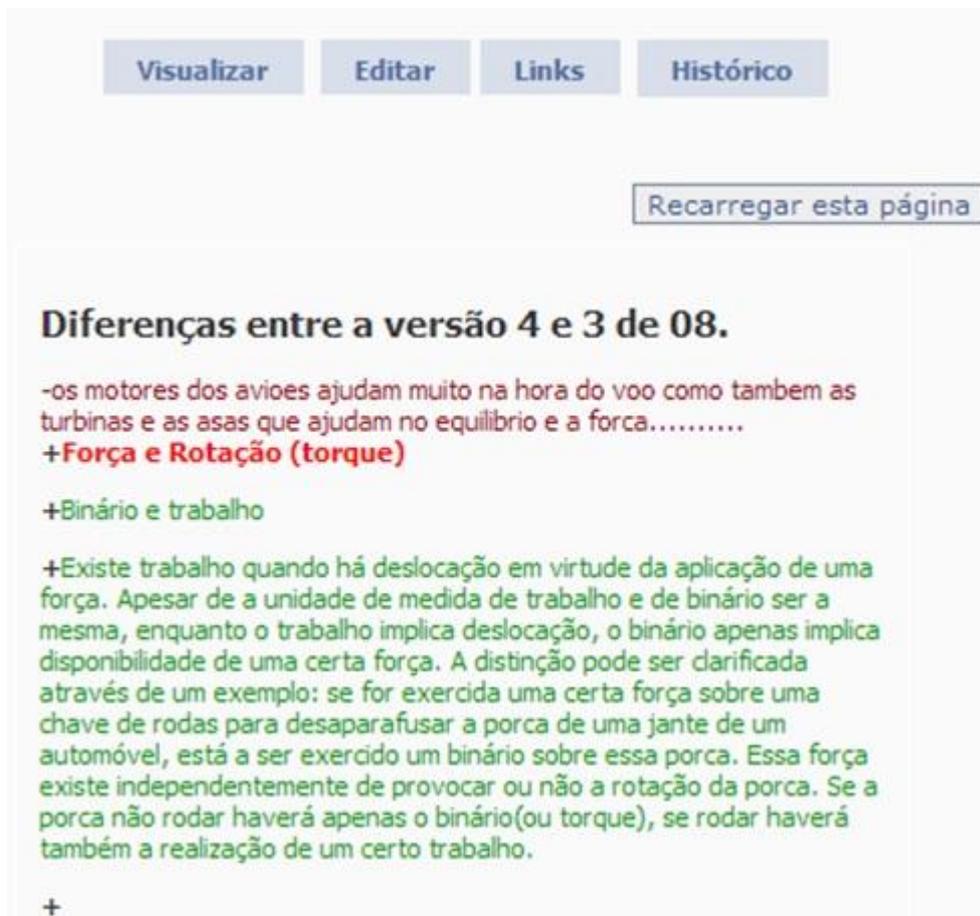
Criado: terça, 28 agosto 2012, 12:18

Última alteração: terça, 28 agosto 2012, 12:18

Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013.

Clicando-se no link Dif, é possível verificar a participação do aluno: a inclusão ou alteração feita no texto, conforme é mostrado na Figura 45. Os trechos indicados com um sinal de menos (-) referem-se a textos excluídos e os indicados por um sinal de (+), aos textos incluídos/alterados.

Figura 45 - Análise do processo de construção da Wiki e as alterações realizadas por cada aluno.



Fonte: <http://goo.gl/eqyME>. Acesso em: 05/07/2013.

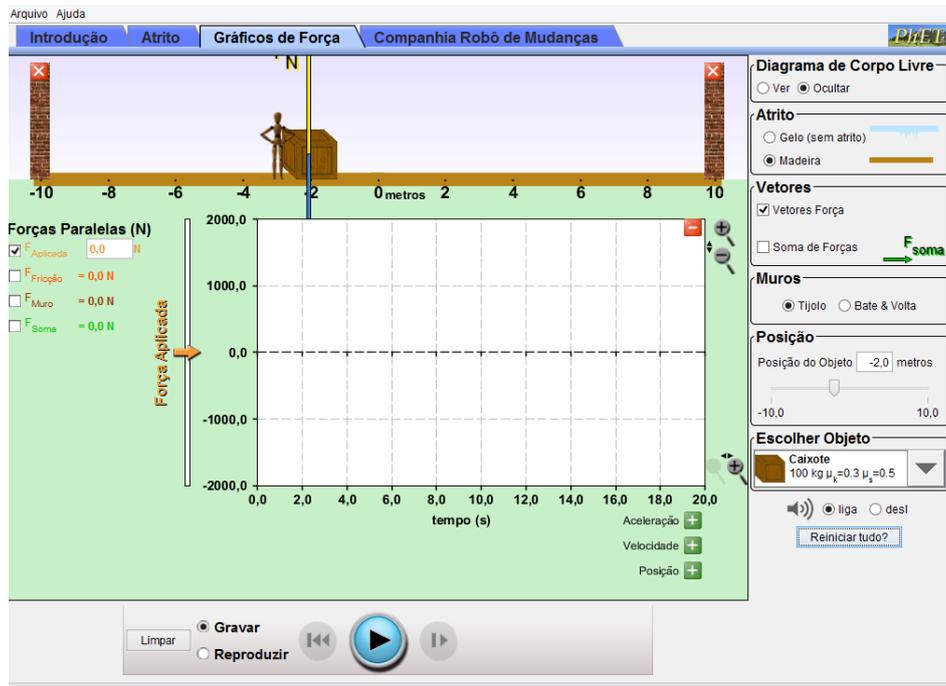
6.1.2.2 Simulações do PhET

As próximas duas aulas foram dedicadas à utilização das simulações do PhET, http://phet.colorado.edu/pt_BR/, para que os alunos tivessem contato com os princípios da dinâmica e mecânica de fluidos, em situações-problema que visaram à assimilação dos conceitos físicos por meio das interações entre os alunos e as simulações.

Primeira simulação: **Forças e Movimento**²³: possibilita ao aluno explorar as forças atuantes ao empurrar objetos com ou sem atrito e interpretar os resultados através de gráficos que mostram forças, posição, velocidade e aceleração *versus* tempo, conforme mostra a Figura 46.

²³ Disponível em: <<http://goo.gl/lwzme>>. Acesso em: 09/03/2013.

Figura 46 - Simulador do PhET: Forças e Movimento, interface configurável para simulação de diversas situações de movimento.



Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013

Ao manusear a simulação, o aluno tem contato com os seguintes tópicos principais:

- Força
- Posição
- Velocidade
- Aceleração

Objetivos de aprendizagem:

- Prever, qualitativamente, como uma força externa afetará a velocidade e direção do movimento de um objeto.
- Explicar os efeitos com a ajuda de um diagrama de corpo livre.

- Utilizar diagramas de corpo livre para desenhar a posição, velocidade, aceleração e gráficos de força e vice-versa.
- Explicar como os gráficos se relacionam entre si.
- Com base em um cenário ou um gráfico, esboçar todos os quatro gráficos.

Direcionamento dado aos alunos:

Utilizando a simulação do PhET intitulado Forças e Movimento, procure empurrar os diversos objetos disponíveis, observando a variação da velocidade dos mesmos em função da força aplicada, a diferença entre movimento sem atrito e com atrito.

Após explorar todas as opções da simulação, responda às perguntas a seguir no seu caderno:

- O que significa movimento sem atrito?
- O que ocorre com o movimento do caixote, quando a opção Madeira (atrito) é selecionada?
- O que são atrito estático e atrito cinético?
- Quando podemos afirmar que um movimento é acelerado? E quando é retardado?

Segunda Simulação: Módulo de Pouso Lunar²⁴: possibilita ao aluno tentar controlar o pouso de um módulo lunar, desviando de rochas e controlando seu combustível, tal como fez Neil Armstrong, em 1969, simulando com precisão o movimento real do módulo lunar com a massa, impulso, taxa de consumo de combustível e gravidade lunar corretas, conforme mostra a Figura 47:

Figura 47 - Simulador do PhET: Módulo de pouso lunar.

²⁴ Disponível em: < <http://goo.gl/xcRaZ> >. Acesso em: 25/03/2013.



Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013

Ao manusear a simulação, o aluno tem contato com os seguintes tópicos principais:

- Alunissagem;
- Lua;
- Massa;
- Impulso;
- Consumo de combustível;
- Gravidade.

Objetivos de aprendizagem:

- Explorar como o módulo lunar se comporta na Lua;
- Medir o valor da atração gravitacional da Lua;
- Explorar a relação entre os vetores de força sobre o módulo lunar e a quantidade de impulso que lhe são aplicadas;

Direcionamento dado aos alunos:

Utilizando a simulação do PhET intitulado Módulo de Pouso Lunar, procure aterrissar o módulo lunar em segurança na superfície da Lua.

Após realizar o pouso com sucesso, responda às perguntas a seguir no seu caderno:

– É necessária a aplicação de uma força constante, gerada pelos foguetes, para que a nave permaneça em movimento? Por quê?

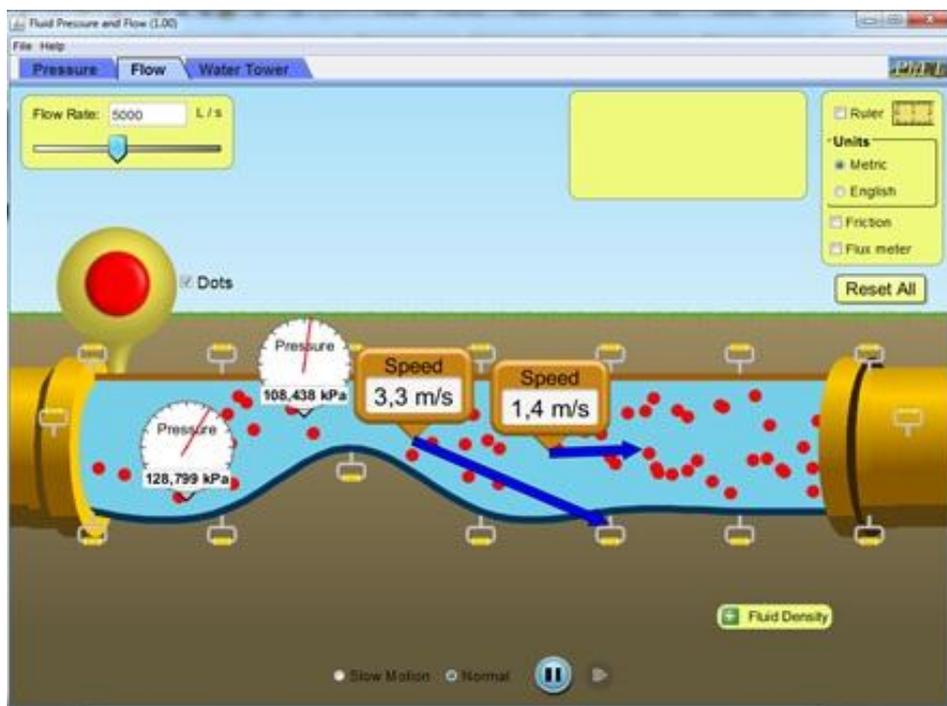
– O que é necessário para mantê-la em equilíbrio estático (parada)?

– O que é necessário para mantê-la em equilíbrio dinâmico (em movimento)?

Desafio: quantas vezes você consegue aterrissar com sucesso o módulo lunar em locais diferentes, antes de ficar sem combustível?

Terceira Simulação: Pressão do Fluido e Fluxo²⁵: possibilita ao aluno explorar a pressão na atmosfera e debaixo da água, remodelando um cano para ver como muda a rapidez do fluxo do fluido e a pressão em determinados pontos, através de medidores, conforme mostra a Figura 48.

Figura 48 - Simulador do PhET: Fluxo e pressão do fluido.



Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013

²⁵ Disponível em: < <http://goo.gl/ZBZXh> >. Acesso em: 09/03/2013.

Executando a simulação, o aluno teve acesso aos seguintes tópicos:

- Pressão;
- Água;
- Dinâmica de fluidos;
- Princípio de Bernoulli;
- Densidade.

Objetivos de aprendizagem:

- Investigar como a pressão muda no ar e na água;
- Descobrir como é possível alterar a pressão;
- Predizer a pressão numa variedade de situações;
- Determinar como o movimento de fluido afeta a pressão;
- Descobrir como converter a pressão da água em velocidade da água.

Direcionamento dado aos alunos:

Utilizando a simulação Pressão do Fluido e Fluxo, procure verificar

- O que ocorre com a velocidade das partículas, quando o tubo é retilíneo (sem deformações)?
- O que ocorre com a velocidade das partículas quando encontram uma “lombada”? Onde ela é maior, onde é menor?
- O que ocorre com a pressão na parte mais baixa da “lombada”? E na parte mais alta?

6.1.3 Revisão e aprofundamento teórico

6.1.3.1 Tarefas propostas ao aluno na sequência definida pela UEPS, utilizando o AVA Moodle

Nesta sequência, foi exibido o vídeo Aerodinâmica do Voo, objetivando a retomada dos aspectos mais gerais estruturantes M, ou seja, o que efetivamente se pretendia ensinar do conteúdo da Unidade de Ensino.

Esse vídeo mostra, conforme a Figura 49, a relação entre as quatro forças ligadas ao voo de um avião: tração, arrasto, peso e sustentação, os conceitos de vento relativo e ângulo de ataque, além da importância do Princípio de Bernoulli, atuando na asa.

Foram propostas aos alunos três atividades: duas individuais e uma coletiva, que se apresentaram na forma de tarefas, com mediação docente.

Figura 49 - Tela do vídeo Aerodinâmica do Voo



Fonte: <http://goo.gl/MYJeq>. Acesso em: 25/04/2013.

6.1.3.1.1 Tarefa 01: Texto on-line individual

A tarefa consistiu, conforme mostra a Figura 50, na criação de um texto *on-line* por parte do aluno, individual, composto por um mínimo de cinco e máximo de trinta linhas, explicando a pergunta do vídeo inicial: “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”

A avaliação desta tarefa se apresentou de uma maneira diferente para os alunos: Caso não atingissem a nota máxima, poderiam reescrever o texto e apresentá-lo novamente. Este tipo de avaliação foi muito bem aceito pelos alunos.

Figura 50 - Texto explicativo da Tarefa 01: Elaboração de texto on-line

Ensino e Soluções ► Mec_voo ► Tarefas ► TAREFA 01 - Envio de Texto: Como você explicaria o voo do avião? ► Ver tarefas enviadas

Ver 117 tarefas enviadas

A partir dos vídeos - Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar, construa um texto, de 05 linhas, no mínimo e 30 linhas, no máximo.

Você pode pesquisar artigos na internet, pode postar fotos e mesmo links para vídeos do youtube.

Disponível a partir de: terça, 28 agosto 2012, 18:50
Data de entrega: segunda, 24 setembro 2012, 17:00

Fonte: <http://goo.gl/eqyMF>. Acesso em: 05/07/2013

Conforme mostram as Figuras 51 e 52, o professor pode controlar os textos já entregues e, opcionalmente, retornar críticas e sugestões ao aluno, para que este possa melhorá-los.

Figura 51 - Página de controle das tarefas enviadas.

Ensino e Soluções ► Mec_voo ► Tarefas ► TAREFA 01 - Envio de Texto: Como você explicaria o voo do avião? ► Tarefas enviadas

Ver todas as notas de curso

Nome : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
Sobrenome : Todos ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

	Nome / Sobrenome	Nota	Comentário	Última atualização (Estudante)	Última atualização (Professor)	Status	Média final
	Ad [redacted] 1E_EVA_2012	2 / 5	Acesse o ...	Porque o ... domingo, 23 setembro 2012, 17:06	domingo, 23 setembro 2012, 18:15	Atualizar	2,00
	Alu [redacted] 1B_EVA_2012	4 / 5	Alaff, Corret...	... domingo, 23 setembro 2012, 22:29	segunda, 24 setembro 2012, 05:37	Atualizar	4,00
	Alc [redacted] E_EVA_2012	1 / 5	Boas fotos....	Por que um ... sábado, 22 setembro 2012, 13:18	domingo, 23 setembro 2012, 06:02	Atualizar	1,00
	Ales [redacted] 1A_EVA_2012	1 / 5	Texto muito ...	Para o ... sexta, 21 setembro 2012, 11:31	domingo, 23 setembro 2012, 06:38	Atualizar	1,00
	Al [redacted] 1A_EVA_2012	1 / 5	Alex,Muito ...	O avião ... terça, 18 setembro 2012, 10:31	terça, 18 setembro 2012, 16:55	Atualizar	1,00
	Al [redacted] Silva 1A_EVA_2012	2 / 5	Dê uma ...	A ... terça, 18 setembro 2012, 10:20	quarta, 19 setembro 2012, 16:30	Atualizar	2,00
	Al [redacted] 1E_EVA_2012	0 / 5			quarta, 19 setembro 2012, 16:37	Atualizar	0,00
	Am [redacted] 1E_EVA_2012	0 / 5			quarta, 19 setembro 2012, 16:37	Atualizar	0,00
	Ar [redacted] 1A_EVA_2012	0 / 5			quarta, 19 setembro 2012, 16:34	Atualizar	0,00
	[redacted] 1D_EVA_2012	2 / 5	Ana ...	Quando um ... quarta, 19 setembro 2012, 14:25	quarta, 19 setembro 2012, 17:00	Atualizar	2,00

Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

Figura 52 - Página de mediação do professor

Trebuchet 1 (8 pt) Língua

**Correto, você explicou através da Ação e Reação.
Mas... e o princípio do Bernoulli? É importante?**

Acesse o item de menu 7. Saiba mais... e leia o artigo do Prof. Dr. Nelson Studart, intitulado A Física do Voo na Sala de Aula.

Caminho:
 Enviar notificação via email
 Salvar mudanças Cancelar Salvar e mostrar o próximo Próximo

A [redacted] 1B_EVA_2012
 domingo, 23 setembro 2012, 22:29 (18 horas 30 minutos antecedido) (335 palavras)

Para que o avião voe ele precisa vencer duas forças a primeira é vencer o ar contra o avião e a segunda é a própria aeronave. Nesse caso, é preciso usar uma força mais poderosa do que o próprio peso da aeronave para que ele possa ir para cima. Também são usadas turbinas e hélices para que ele possa ser impulsionado para cima, essas executam duas ações: a primeira é sugar o ar para dentro com uma grande hélice como um exaustor gigante. Depois de sugar o ar, as turbinas expõem esse ar do outro lado, comprimido e acelerando por várias hélices menores. O ar supercomprimido e acelerando que sai da turbina que gera uma força em sentido oposto, que empurra o avião para frente fazendo-o vencer a resistência do ar.

Fonte:

<http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

6.1.3.1.2 Tarefa 02: Participação em Fórum

Participação em um fórum respondendo aos tópicos iniciados pelo professor, conforme mostra a Figura 53:

- Princípios físicos envolvidos no voo: Quais são os princípios físicos envolvidos no voo do avião?
- Ação e Reação novo: como o princípio da ação e reação auxilia o voo? Em que partes do avião ele atua?
- Quais as forças envolvidas no voo do avião?
- Quais as forças envolvidas no voo?
- Onde atuam?
- Sobre a sustentação. Sendo o ar um fluido:
- O que devemos fazer para utilizá-lo como auxiliar à sustentação do voo?
- Qual a importância do formato da asa?

Figura 53 - Página de acesso aos tópicos de discussão do fórum.



TAREFA 02 - Questões sobre o voo dos Aviões.			
Acrescentar uma nova questão			
Tópico	Autor	Comentários	Última mensagem
Princípios Físicos envolvidos no voo.	 David Paulo	51	David Paulo Qua, 10 Jul 2013, 18:17
Ação e Reação no voo.	 David Paulo	58	David Paulo Qua, 10 Jul 2013, 18:16
Quais as forças envolvidas no voo do avião?	 David Paulo	69	David Paulo Seg, 24 Set 2012, 20:13
Sobre a sustentação	 David Paulo	54	David Paulo Seg, 24 Set 2012, 20:01

Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

Ao participar dos tópicos, o aluno não tinha, inicialmente, acesso às respostas dos seus colegas de turma; logo que terminava sua participação, ele passava a ter acesso às participações dos demais colegas. O objetivo principal dessa funcionalidade foi fazer o aluno comparar sua resposta com as respostas dos outros participantes e, a partir daí, poder reestruturá-la. A nota final atribuída à tarefa foi a média das notas aferidas pelo aluno em cada participação.

A Figura 54 mostra a tela de interação entre o professor e o aluno, possibilitando a este último rever sua participação.

Figura 54 - Tela de mediação do professor às atividades dos alunos no fórum.

Ensino e Soluções ► Mec_voo ► Fóruns ► TAREFA 02 - Questões sobre o voo dos Aviãos. ► Quais as forças envolvidas no voo do avião?

Mostrar respostas

Neste fórum o número de mensagens que você pode publicar é limitado a 2 mensagens no período de 1 dia

Quais as forças envolvidas no voo do avião?
por David Paulo - quarta, 12 setembro 2012, 11:09

1. Como você explicaria o voo do avião?
1. Quais são as forças envolvidas no voo?
2. Onde atuam?

Editar | Excluir | Responder

Re: Quais as forças envolvidas no voo do avião?
por Al..._2012 - quarta, 12 setembro 2012, 11:18

O básico e vencer duas forças que agrupam o avião a terra. A primeira é a resistência do ar contra o avião ou qualquer objeto em movimento para supera-lá os aviões usam turbinas, hélice para que consiga um impulso maior que a resistencia. A segunda é o proprio peso da aeronave. mais e preciso criar uma força maior que o peso para empurrar o avião para cima.



Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Nota média: 1 / 5

Re: Quais as forças envolvidas no voo do avião?
por David Paulo - quarta, 12 setembro 2012, 17:11

Melhore a formatação do seu texto.
Eu me refro às Leis de Newton: quais são e onde atuam.
=]

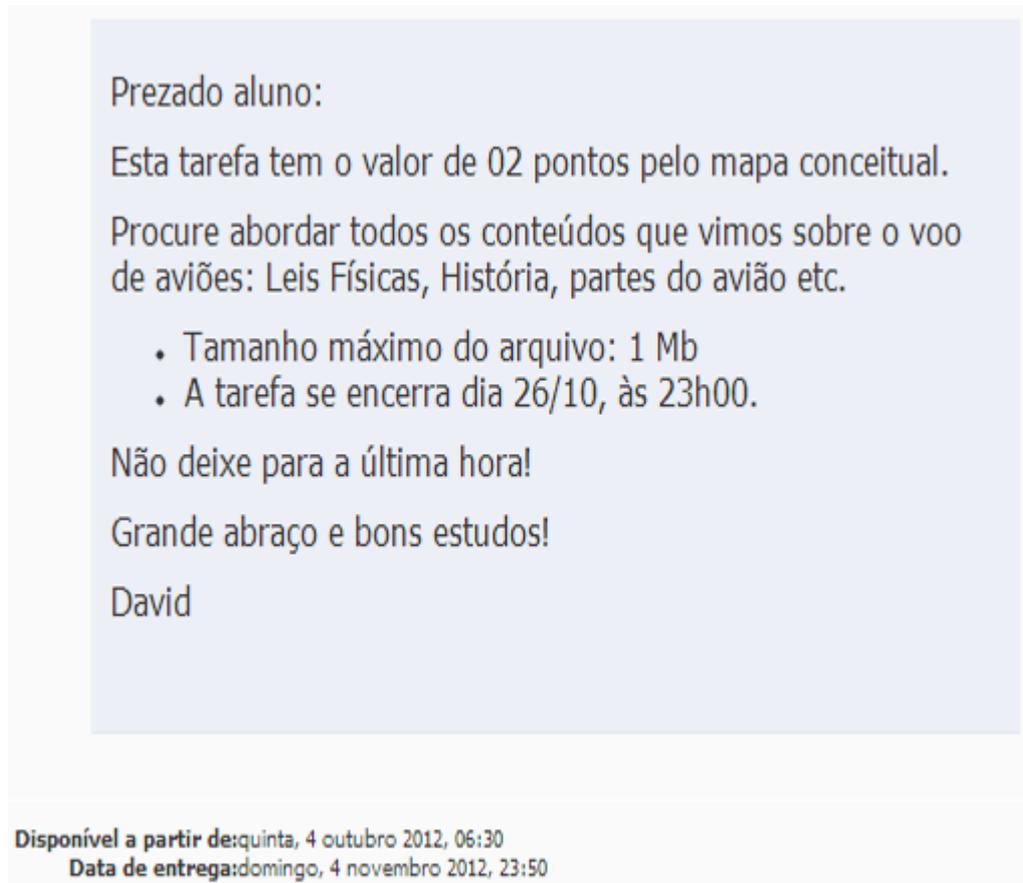
Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

6.1.3.1.3 Tarefa 03: Esquema conceitual

Concluindo a unidade, a atividade final proposta aos alunos foi que elaborassem um Esquema conceitual, envolvendo os conceitos físicos que explicam o voo do avião, conforme mostra a Figura 55.

Figura 55 - Texto de orientação para a remessa da tarefa.



Prezado aluno:

Esta tarefa tem o valor de 02 pontos pelo mapa conceitual.

Procure abordar todos os conteúdos que vimos sobre o voo de aviões: Leis Físicas, História, partes do avião etc.

- Tamanho máximo do arquivo: 1 Mb
- A tarefa se encerra dia 26/10, às 23h00.

Não deixe para a última hora!

Grande abraço e bons estudos!

David

Disponível a partir de: quinta, 4 outubro 2012, 06:30
Data de entrega: domingo, 4 novembro 2012, 23:50

Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

A atividade foi realizada durante o mês de outubro/2012 e os alunos tiveram que postá-la no AVA Moodle, utilizando a internet, em horário diferente das aulas e, preferencialmente, em suas casas.

O controle da tarefa pôde ser feito através da tela mostrada na Figura 56, que fornece um resumo das atividades realizadas pelos alunos, facilitando o controle por parte do professor.

Figura 56 - Tela de controle da remessa dos mapas conceituais

Nome / Sobrenome	Nota	Comentário	Última atualização (Estudante)	Última atualização (Professor)	Status	Média final
Ti [redacted] IC_EVA_2012	0 / 3	trabalho ...	DSC03376.JPG sexta, 23 novembro 2012, 18:32	sexta, 2 novembro 2012, 16:43	Nota	0,00
Va [redacted] Araújo IC_EVA_2012	-		Como_o_aviao_voa.docx terça, 13 novembro 2012, 20:45		Nota	-
Sh [redacted] IB_EVA_2012	2 / 3	=]	Doc2.doc sexta, 2 novembro 2012, 14:39	sexta, 2 novembro 2012, 16:43	Atualizar	2,00
Ge [redacted] Oliveira 1D_EVA_2012	1 / 3	Seu ...	trabalho.jpg terça, 30 outubro 2012, 20:10	sexta, 2 novembro 2012, 10:16	Atualizar	1,00
Bru [redacted] IE_EVA_2012	1 / 3	Seu ...	aviao.jpg terça, 30 outubro 2012, 20:05	sexta, 2 novembro 2012, 10:16	Atualizar	1,00
Ka [redacted] Castro 1E_EVA_2012	1 / 3	Seu mapa ...	AVIAOOOOOOO.png terça, 30 outubro 2012, 19:14	sexta, 2 novembro 2012, 10:18	Atualizar	1,00
Ka [redacted] Guimarães 1D_EVA_2012	2 / 3	=]	TRABALHO.png segunda, 29 outubro 2012, 21:53	sexta, 2 novembro 2012, 10:19	Atualizar	2,00
La [redacted] ID_EVA_2012	2 / 3	=]	Mapa_Conceitual_1.jpg segunda, 29 outubro 2012, 17:20	sexta, 2 novembro 2012, 10:19	Atualizar	2,00
Ta [redacted] Messias 1E_EVA_2012	2 / 3	=]	mapa_de_fisica.doc domingo, 28 outubro 2012, 10:52	sexta, 2 novembro 2012, 10:20	Atualizar	2,00
An [redacted] 1B_EVA_2012	1 / 3	=]	mapa_conceitual.pptx sábado, 27 outubro 2012, 13:43	sexta, 2 novembro 2012, 10:21	Atualizar	1,00
[redacted] 1D_EVA_2012	2 / 3	=]	wallace.png sábado, 27 outubro 2012, 13:15	sexta, 2 novembro 2012, 10:21	Atualizar	2,00
Lu [redacted] Ferreira 1B EVA 2012	1 / 3	=]	22.jpg sexta, 26 outubro 2012, 21:36	sexta, 2 novembro 2012, 16:43	Atualizar	1,00

Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

Os alunos foram orientados a utilizar os recursos que estivessem ao seu alcance para elaboração dos mesmos: alguns optaram por papel e caneta para elaborar o esquema conceitual e posteriormente uma câmera de celular para fotografar; outros elaboraram um documento no formato Word.

Exemplos dos esquemas conceituais enviados pelos alunos são apresentados nas figuras a seguir.

Na Figura 57, o aluno optou por fazer um esquema conceitual em uma folha de caderno e depois de escaneado, encaminhá-lo para o AVA Moodle, no formato .gif.

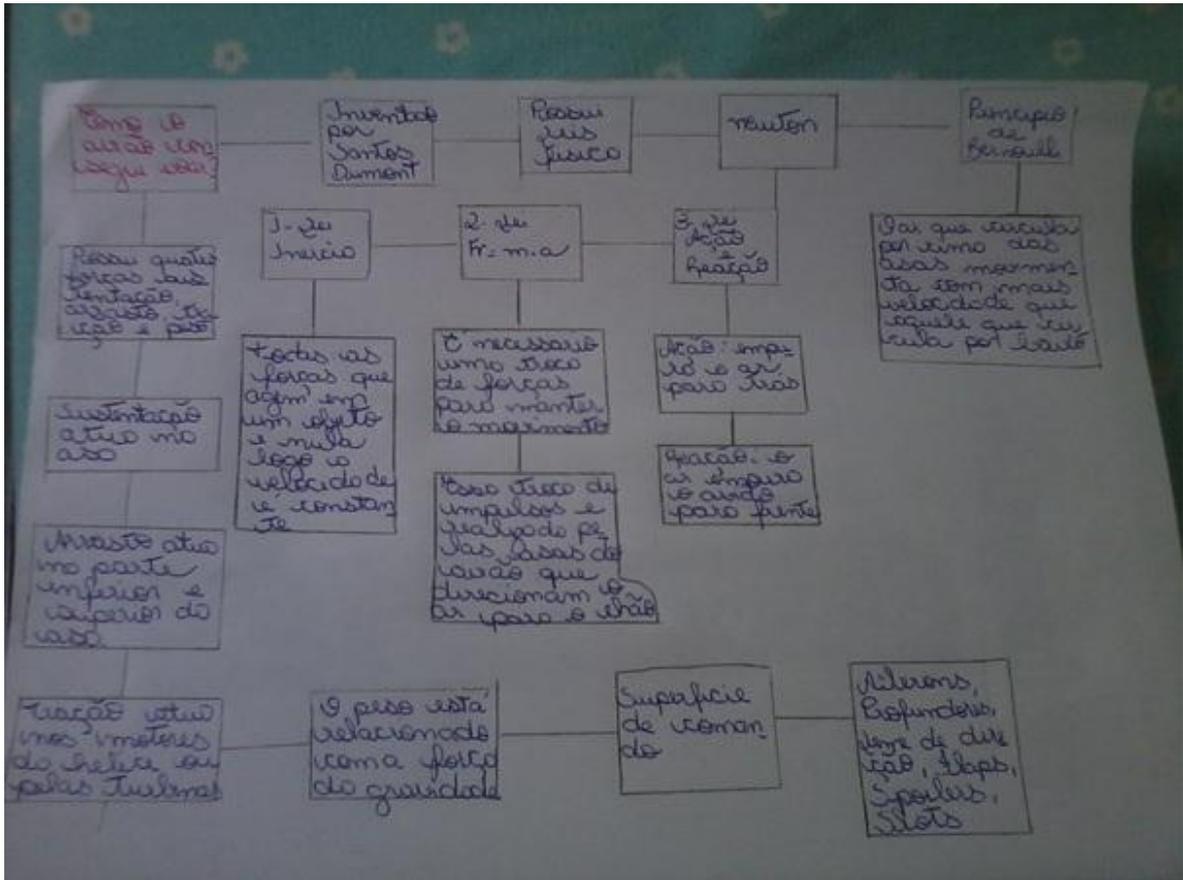
Figura 57 - Mapa conceitual enviado pelo aluno através de foto no formato .gif.



Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

A Figura 58, por sua vez, mostra o trabalho enviado pelo aluno, no formato .jpeg. Similar ao Esquema conceitual anterior, este também foi feito sobre o papel, porém fotografado com o auxílio de uma câmera digital.

Figura 58 - Esquema conceitual enviado pelo aluno, no formato .jpeg.



Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

Na Figura 59, o Esquema conceitual foi elaborado com o recurso de inserir caixa de texto e formas do Microsoft Word.

Figura 59 - Esquema conceitual elaborado com recursos do Microsoft Word.



Fonte: <http://goo.gl/AoYNM>. Acesso em: 14/03/2013.

É importante observar que o professor não determinou um padrão para a confecção dos Mapas Conceituais, nem o recurso que o converteria para o formato digital, pois julgou importante que o aluno fizesse uso dos recursos à sua disposição.

6.1.4 Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade.

Na sala de aula, os alunos foram reunidos em pequenos grupos, para a leitura e discussão do artigo “A física do voo na sala de aula” (STUDART; DAHMEN, 2006).

O texto foi considerado como nova situação-problema em nível mais alto de complexidade em razão da deficiência de conteúdos essenciais de matemática, que os alunos da rede pública estadual geralmente apresentam. A maioria não dominava os conceitos de seno, cosseno, tangente, cotangente e secante, assim como expressões envolvendo multiplicação e potenciação.

No entanto, conseguiram reconhecer conteúdos vistos nas sequências anteriores, que os ajudaram a compreender o texto.

O professor circulou entre os grupos e, na medida do possível, procurou esclarecer as dúvidas que surgiram.

Os alunos foram convidados a socializar no grande grupo sua nova concepção sobre os conceitos físicos vistos anteriormente.

6.1.5 Diferenciando progressivamente

Com a mediação do professor, a turma elaborou um esquema conceitual coletivo, buscando verificar a importância das Leis de Newton, bem como do Princípio de Bernoulli atuante na asa do avião e responsável pela sustentação do mesmo.

Neste momento, o estudo foi feito sob a óptica da física, com cada parte do avião sendo identificada e sua importância analisada à luz do princípio físico nela atuante.

6.1.6 Avaliação individual

Os alunos foram submetidos a uma avaliação tradicional, explorando todo o conteúdo desenvolvido na UEPS, estruturada com questões no formato teste, com múltiplas alternativas, comuns aos alunos, pois apareceram em vestibulares e algumas ou já haviam sido resolvidas em sala de aula ou constavam do material didático como tarefa.

Dessa forma, foi posta à prova a eficiência da UEPS na realização de uma avaliação com formato tradicional.

Durante o desenvolvimento da mesma, o aluno foi desafiado a enfrentar diversas situações-problema apresentadas em vários formatos: vídeos, simulações e fóruns, e teria que se sair bem numa avaliação tradicional.

De acordo com o que sugere Moreira e Mansini, parafraseando Ausubel:

Ausubel argumenta que uma longa experiência em fazer exames faz com que os alunos se habituem a memorizar não só as proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver “problemas típicos”. Propõe, então, que, ao se procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é utilizar questões e problemas que sejam novos e não familiares e requeiram máxima transformação do conhecimento existente. Testes de compreensão devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados num contexto de alguma forma diverso daquele originalmente encontrado no material instrucional. (MOREIRA, 2009, p.24).

A avaliação tinha dez questões, no formato de teste, e foi dividida em duas partes:

- a) a primeira envolveu questões tradicionais sobre Dinâmica, conforme mostra a Figura 60:

Figura 60 - Primeira parte da avaliação do aluno, contendo questões de múltipla escolha tradicionais.

01. A respeito do conceito da inércia, assinale a frase correta:

- a) O único estado cinemático que pode ser mantido por inércia é o repouso.
- b) Não pode existir movimento perpétuo, sem a presença de uma força.
- c) A velocidade vetorial de uma partícula tende a se manter por inércia; a força é usada para alterar a velocidade e não para mantê-la.
- d) Um ponto material tende a manter sua aceleração por inércia.
- e) Uma partícula pode ter movimento circular e uniforme, por inércia.

02. Um homem, no interior de um elevador, está jogando dardos em um alvo fixado na parede interna do elevador. Inicialmente, o elevador está em repouso, em relação à Terra, suposta um Sistema Inercial e o homem acerta os dardos bem no centro do alvo. Em seguida, o elevador está em movimento retilíneo e uniforme em relação à Terra. Se o homem quiser continuar acertando o centro do alvo, como deverá fazer a mira, em relação ao seu procedimento com o elevador parado?

- a) mais alto se o elevador está subindo, mais baixo se descendo;
- b) mais baixo se o elevador estiver descendo e mais alto se descendo;
- c) exatamente do mesmo modo.
- d) mais alto;
- e) mais baixo.

03. As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

- a) Lei de Ampère;
- b) Lei de Ohm;
- c) Primeira Lei de Kepler.
- d) Primeira Lei de Newton;
- e) Lei de Snell.

04. Consideremos uma corda elástica, cuja constante vale 10 N/cm. As deformações da corda são elásticas

até uma força de tração de intensidade 300N e o máximo esforço que ela pode suportar, sem romper-se, é de 500N. Se amarramos um dos extremos da corda em uma árvore e puxarmos o outro extremo com uma força de intensidade 300N, a deformação será de 30cm. Se substituirmos a árvore por um segundo indivíduo que puxe a corda também com uma força de intensidade 300N, podemos afirmar que:



- a) a força de tração terá intensidade 600N e a deformação será o dobro do caso da árvore;
- b) a corda se romperá, pois a intensidade de tração será maior que 500N;
- c) a força de tração será nula;
- d) a força de tração terá intensidade 300N e a deformação será a mesma do caso da árvore;
- e) n.d.a.

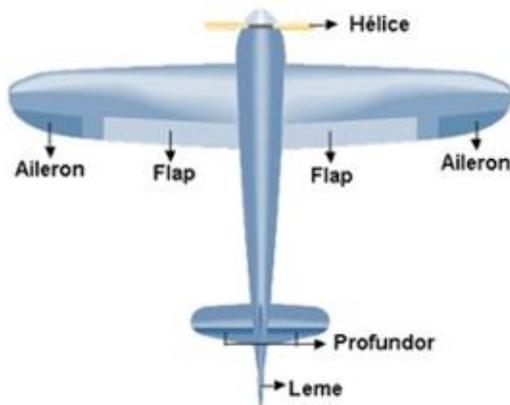
05. Uma folha de papel está sobre a mesa do professor. Sobre ela está um apagador. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, esta se movimenta e o apagador fica sobre a mesa. Uma explicação aceitável para a ocorrência é:

- a) a resistência do ar impediu o movimento do apagador;
- b) a força de atrito entre o apagador e o papel só atua em movimentos lentos;
- c) a força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa;
- d) a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.
- e) nenhuma força atuou sobre o apagador;

b) a segunda, mostrada na Figura 61, continha questões relativas ao voo dos aviões:

Figura 61 - Segunda parte da avaliação do aluno: questões envolvendo a física do voo.

Nas questões de 06 a 10, utilize a nomenclatura indicada na figura abaixo:



6. É função da hélice:

- Empurrar o ar para frente e como consequência, ser empurrada para frente, de acordo com a 3ª. Lei da Ação e Reação;
- Oferecer uma força de tração ao avião, empurrando o ar para trás e como consequência, ser empurrada para a frente, de acordo com a 2ª. Lei (Princípio Fundamental) e com a 3ª. Lei (Princípio da Ação e Reação);
- Proporcionar a força de arrasto ao avião, aumentando a velocidade do mesmo;
- Retirar o peso do avião, tornando-o mais leve e assim, possibilitar o voo;
- Nenhuma das anteriores está correta.

7. A função dos flaps é:

- Evitar o rolamento do avião;
- Atuar, diminuindo a velocidade do avião;
- Atuar, aumentando a velocidade do avião;
- Atuar nas decolagens e aterrissagens oferecendo sustentação com menor velocidade;
- Nenhuma das respostas anteriores.

8. A função do profundor é:

- Aumentar a velocidade do avião;
- Diminuir a velocidade do avião;
- Fazer com que o nariz da aeronave se direcione para baixo ou para cima, aumentando ou diminuindo o ângulo de ataque da aeronave;
- Ser o principal responsável pela sustentação do voo;

e) Nenhuma das respostas anteriores.

9. Podemos dizer que todas as partes indicadas na figura atuam sobre o ar que circunda o avião:

- não tem relação com a 2ª. Lei de Newton (princípio fundamental);
- não tem relação com a 3ª. Lei de Newton (Ação e Reação);
- de acordo apenas com o Princípio de Bernoulli;
- de acordo com a 2ª. e a 3ª. Leis de Newton: Princípio Fundamental e Lei da Ação e Reação;
- Nenhuma das anteriores está correta.

10. O formato de aerofólio da asa de um avião:

Perfil de asa



- Oferece sustentação ao avião em qualquer situação;
- Oferece sustentação ao avião, desde que atue em conjunto com um ângulo de ataque adequado.
- Não tem relação alguma com a sustentação do mesmo;
- Força o avião a manter uma velocidade maior para manter o voo, devido ao arrasto que é criado em contato com o ar;
- Nenhuma das anteriores está correta.

Boa Prova!

David Paulo – Setembro/2012

6.1.7 Aula final

O projeto foi encerrado com a apresentação de uma palestra sobre montagem de aeromodelos, pelos funcionários da FAM Aeromodelismo, Fabrício e Fábio, campeões brasileiros de aeromodelismo, Figura 62.

Figura 62 - Fotos da palestra sobre aeromodelismo realizada nas dependências da escola.



Fonte: Quadra da EE Evaristo Fabrício, em Franca - SP

A palestra contou com a exposição de um aeromodelo e a explicação da função dos seus componentes. O nome do componente foi anotado em um quadro-branco para facilitar a fixação por parte dos alunos. A seguir, o avião foi montado pelo instrutor Fabrício, contando com auxílio de um notebook e um projetor multimídia para que os alunos pudessem acompanhar passo a passo. Finalizada a montagem, os instrutores fizeram uma demonstração do voo do aeromodelo na quadra da escola.

Ao término da aula, foi sorteada uma fuselagem de aeromodelo para um aluno de cada turma.

CAPÍTULO 7

7.1 Avaliação dos resultados

7.1.1 Avaliação diagnóstica e contínua

Luckesi (2004) defende que o ato de avaliar a aprendizagem implica acompanhar e reorientar constantemente a aprendizagem. Tendo em vista a conquista dos melhores resultados possíveis, a avaliação realiza-se através de um ato rigoroso de diagnóstico e reorientação, exigindo um ritual de procedimentos, a incluir desde o estabelecimento de momentos no tempo, construção, aplicação e contestação dos resultados expressos nos instrumentos; devolução e reorientação das aprendizagens ainda não efetuadas, com o uso de todos os instrumentos técnicos hoje disponíveis, contanto que a leitura e interpretação dos dados seja feita sob a ótica da avaliação, que é de diagnóstico e não de classificação.

A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS foi feita desde sua implementação por intermédio de todas as participações dos alunos, individuais ou coletivas, durante as atividades em sala de aula ou fora da mesma, contando com a utilização de recursos tradicionais desde o uso do caderno e caneta à realização de atividades no AVA Moodle:

1. na apresentação do vídeo “Kika, de onde vem o avião” que iniciou o trabalho atuando como um organizador prévio, objetivando a exposição das concepções iniciais dos alunos durante a construção do esquema conceitual coletivo. Durante a participação de cada um, foi possível detectar as diferenças conceptivas;
2. na exibição do vídeo “Por que o avião, que pesa toneladas, pode voar?”, na socialização de opiniões a respeito das partes do vídeo consideradas importantes e, posteriormente, no trabalho coletivo envolvendo a leitura e interpretação das apostilas do GREF e construção da *wiki* no AVA;

3. na utilização de simulações do PhET, observando-se a interação do aluno-simulação: das dificuldades iniciais geradas por desconhecimento do objeto de aprendizagem à compreensão do funcionamento do recurso, e a aprendizagem dos conceitos físicos trabalhados nas mesmas;
4. na realização das atividades individuais, no AVA, envolvendo elaboração de texto *on-line* e *upload* de um Esquema conceitual;
5. na realização das atividades coletivas no AVA Moodle, envolvendo participação em fóruns.

Em vários momentos foi importante a atuação do professor como mediador da aprendizagem em diversas situações:

- solucionando as dificuldades impostas pela precariedade das condições físicas do Acesso Escola;
- incentivando constantemente o aluno a trabalhar com as ferramentas diferenciadas do ambiente virtual;
- encontrando soluções para os alunos que não possuem internet em suas residências.

7.1.2 Análise dos registros de desempenho

Segundo Luckesi (2004), um processo verdadeiramente avaliativo é construtivo. Ao final de um período de acompanhamento e reorientação da aprendizagem, o educador pode testemunhar a qualidade do desenvolvimento de seu aluno, registrando esse testemunho. A nota serve somente como forma de registro e um registro é necessário devido ao fato de que nossa memória viva é muito frágil para guardar tantos dados, relativos a cada um dos estudantes. Não se pode nem se deve confundir registro com processo avaliativo; uma coisa é acompanhar e reorientar a aprendizagem dos educandos, outra coisa é registrar o nosso testemunho desse desempenho.

Com base nos registros de notas de provas de múltipla escolha e das notas bimestrais do 2º e 3º bimestres, agrupados nas tabelas 1, 2 e 3, é possível realizar algumas considerações sobre o resultado da metodologia aplicada nos respectivos bimestres, onde os dados corroboram o trabalho realizado.

É importante observar que houve diferença entre as metodologias adotadas pelo professor no 2º e 3º bimestres. Os registros de desempenho presentes nas tabelas a seguir ilustram o desempenho dos alunos nos citados bimestres, face às metodologias aplicadas.

Metodologia – 2º bimestre:

De acordo com o planejamento escolar para o ano letivo de 2012, foi desenvolvido o conteúdo relativo às Leis de Newton durante os dois meses do 2º bimestre:

- a abordagem do conteúdo foi feita de maneira tradicional, com aulas expositivas e resolução de exercícios-modelo por parte do professor;
- os alunos realizaram atividades que envolveram resolução de exercícios, a partir de modelos apresentados pelo professor;
- houve controle diário, em sala de aula, das atividades realizadas pelos alunos, que abordou o registro do conteúdo, realização das tarefas propostas e participação ativa durante toda a aula;
- a interação professor-aluno foi presencial;
- a avaliação tradicional foi apresentada na forma de testes de múltipla escolha.
- **cálculo de notas:** as notas bimestrais foram calculadas em função de toda a produção do aluno, aferida através de:
 - registros em seu caderno e participação ativa durante as aulas;
 - uma avaliação individual no formato tradicional de testes de múltipla escolha.

Os dados referentes a cada aluno são mostrados na Tabela 2, abaixo, digitados nas seguintes colunas:

- **CDP**: total de participações diárias realizadas pelo aluno: registro do conteúdo em seu caderno, realização dos exercícios em sala de aula ou em casa, participação ativa durante a aula;
- **P2**: nota da prova de múltipla escolha;
- **TT**: total de pontos, que é a somatória dos campos das colunas CDP e P2;
- **M2B**: média bimestral de cada aluno, que foi calculada pela soma dos pontos totais obtidos. Para o aluno com maior quantidade de pontos em cada turma, foi atribuída a nota 10 e os demais alunos tiveram sua nota calculada proporcionalmente ao seu total de pontos (TT). Fórmula: $M2B = \frac{TT_{\text{aluno}} * 10}{TT_{\text{máximo}}}$, onde TT_{aluno} corresponde ao total de pontos do aluno e $TT_{\text{máximo}}$, ao total de pontos máximo da sala.

Tabela 2. Análise da composição das médias do 2º bimestre/2012.

Turma: 1a. Série A					Turma: 1a. Série B					Turma: 1a. Série C				
Bimestre: 2º					Bimestre: 2º					Bimestre: 2º				
CDP	P2	TT	M2B	P_CDP	CDP	P2	TT	M2B	P_CDP	CDP	P2	TT	M2B	P_CDP
10	1	11,0	6	91%	14	3	17,0	9	82%	13	4	17,0	9	76%
11	1	12,0	6	92%	14	3	17,0	9	82%	10	3	13,0	7	77%
5	4	9,0	5	56%	11	4	15,0	8	73%	0	3	3,0	1	0%
12	4	16,0	8	75%	12	2	14,0	7	86%	12	3	15,0	8	80%
8	1	9,0	5	89%	13	2	15,0	8	87%	8	4	12,0	6	67%
10	4	14,0	7	71%	13	2	15,0	8	87%	16	4	20,0	10	80%
14	4	18,0	10	78%	13	2	15,0	8	87%	11	2	13,0	7	85%
9	1	10,0	5	90%	10	2	12,0	6	83%	10	2	12,0	6	83%
5	1	6,0	3	83%	12	3	15,0	8	80%	16	4	20,0	10	80%
14	2	16,0	8	88%	13	3	16,0	8	81%	15	4	19,0	10	79%
13	1	14,0	7	93%	14	2	16,0	8	88%	9	4	13,0	7	69%
11	4	15,0	8	73%	15	3	18,0	10	83%	10	4	14,0	7	71%
7	2	9,0	5	78%	15	3	18,0	10	83%	11	3	14,0	7	79%
14	4	18,0	10	78%	15	3	18,0	10	83%	11	3	14,0	7	79%
11	1	12,0	6	92%	8	2	10,0	5	80%	10	3	13,0	7	77%
13	2	15,0	8	87%	14	4	18,0	10	78%	10	3	13,0	7	77%
8	1	9,0	5	89%	14	2	16,0	8	88%	11	3	14,0	7	79%
6	2	8,0	4	75%	8	2	10,0	5	80%	15	4	19,0	10	79%
8	4	12,0	6	67%	9	2	11,0	6	82%	15	3	18,0	10	83%
9	4	13,0	7	69%	17	2	19,0	10	89%	15	3	18,0	10	83%
13	2	15,0	8	87%	12	2	14,0	7	86%	11	3	14,0	7	79%
11	1	12,0	6	92%	8	2	10,0	5	80%	11	2	13,0	7	85%
9	1	10,0	5	90%	0	3	3,0	1	0%	11	4	15,0	8	73%
9	4	13,0	7	69%	8	3	11,0	6	73%	10	4	14,0	7	71%
0	1	1,0	1	0%	12	2	14,0	7	86%	11	3	14,0	7	79%
8	1	9,0	5	89%	5	3	8,0	4	63%	7	4	11,0	6	64%
9	1	10,0	5	90%	11	3	14,0	7	79%	3	4	7,0	3	43%
12	4	16,0	8	75%	15	3	18,0	10	83%					
4	1	5,0	2	80%	7	1	8,0	4	88%					
5	1	6,0	3	83%	13	3	16,0	8	81%					
3	3	6,0	3	50%	5	2	7,0	3	71%					
MÉDIAS APURADAS NAS TURMAS														
CDP	P2	TT	M2B	P_CDP	CDP	P2	TT	M2B	P_CDP	CDP	P2	TT	M2B	P_CDP
9	2	11	6	78%	11	3	14	7	79%	11	3	14	7	73%

Da leitura da Tabela 2, verifica-se a grande participação das atividades diárias na composição da nota bimestral de cada aluno (coluna P_CDP, fórmula: $(P_{CDP} = \frac{CDP}{TT})$), resultando as seguintes médias, em cada turma:

- 1ª Série A – 78 %

- 1ª Série B – 79 %
- 1ª Série C – 73 %.

Metodologia – 3º bimestre:

De acordo com a proposta desta dissertação, os conteúdos desenvolvidos foram as Leis de Newton e o Princípio de Bernoulli. O período de aplicação abrangeu os dois meses do 3º bimestre do ano letivo de 2012:

- a abordagem do conteúdo foi feita na sequência didática baseada em UEPS, conforme exposto no Capítulo 3, desta dissertação;
- os alunos foram orientados e estimulados à utilização do AVA Moodle, para estudos e execução de tarefas;
- o professor assumiu o papel de mediador entre o conteúdo, tecnologias e o aluno, orientando-o nas atividades desenvolvidas tanto em sala de aula, com em casa. Portanto, além de presencial, a interação professor-aluno ocorreu através da utilização do AVA Moodle, através da internet;
- **cálculo de notas:** as notas bimestrais foram calculadas em função dos resultados obtidos através de:
 - tarefas realizadas no AVA Moodle;
 - uma avaliação individual no formato tradicional de testes de múltipla escolha (P3).

Os dados referentes a cada aluno são mostrados na Tabela 2, abaixo, digitados nas seguintes colunas:

- **AVA:** nota conquistada pelo aluno, por sua participação nos fóruns, produção de texto *on-line*, remessa de mapa virtual (máximo 5 pontos);

- **P3**: nota da prova de múltipla escolha (máximo 10 pontos²⁶);
- **M3B**: média bimestral de cada aluno, obtida através da soma dos campos AVA e P3, obtendo-se um valor máximo de 10 pontos na média bimestral.

²⁶ Alguns alunos não possuíam computador com acesso à internet em suas casas e foram prejudicados pela precariedade da conexão do ACESSA ESCOLA. O professor decidiu atribuir o valor 10, na prova individual, para todos os alunos.

Tabela 3: Análise da composição das médias do 3º bimestre/2013

Turma: 1a. Série A				Turma: 1a. Série B				Turma: 1a. Série C			
Bimestre: 3º				Bimestre: 3º				Bimestre: 3º			
AVA	P3	M3B	P_AVA	AVA	P3	M3B	P_AVA	AVA	P3	M3B	P_AVA
1	5	6	17%	5	4	9	56%	3	3	6	50%
5	2	7	71%	3	7	10	30%	5	2	7	71%
0	5	5	0%	5	3	8	63%	0	7	7	0%
2	6	8	25%	3	4	7	43%	1	8	9	11%
2	3	5	40%	5	4	9	56%	0	7	7	0%
2	8	10	20%	3	2	5	60%	5	5	10	50%
5	5	10	50%	0	5	5	0%	0	6	6	0%
0	1	1	0%	0	5	5	0%	0	3	3	0%
0	8	8	0%	5	5	10	50%	4	6	10	40%
2	6	8	25%	5	5	10	50%	5	2	7	71%
4	2	6	67%	1	2	3	33%	2	3	5	40%
5	5	10	50%	1	8	9	11%	3	5	8	38%
0	8	8	0%	5	3	8	63%	1	2	3	33%
5	5	10	50%	3	7	10	30%	2	4	6	33%
3	7	10	30%	3	5	8	38%	2	8	10	20%
5	5	10	50%	5	4	9	56%	4	6	10	40%
0	7	7	0%	5	5	10	50%	3	7	7	43%
2	5	7	29%	2	4	6	33%	3	7	10	30%
0	5	5	0%	5	4	9	56%	2	8	10	20%
2	1	3	67%	5	4	9	56%	3	3	6	50%
4	6	10	40%	3	4	7	43%	2	1	3	67%
0	5	5	0%	3	4	7	43%	2	5	7	29%
3	4	7	43%	0	4	4	0%	5	5	10	50%
3	7	10	30%	3	7	10	30%	0	2	2	0%
5	4	9	56%	5	5	10	50%	0	2	2	0%
2	4	6	33%	3	6	9	33%	4	5	9	44%
2	8	10	20%	2	4	6	33%	3	5	8	38%
4	6	10	40%	5	4	9	56%				
5	5	10	50%	1	5	6	17%				
3	6	9	33%	4	6	10	40%				
0	6	6	0%	2	5	7	29%				
MÉDIAS APURADAS NAS TURMAS											
AVA	P3	M3B	P_AVA	AVA	P3	M3B	P_AVA	AVA	P3	M3B	P_AVA
2	5	8	30%	3	5	8	39%	2	5	7	32%

Da leitura da Tabela 3, verifica-se a grande participação das atividades realizadas no AVA Moodle na composição da nota bimestral de cada aluno (coluna **P_AVA**), em média:

- 1ª Série A – 30 %
- 1ª Série B – 39 %
- 1ª Série C – 32 %

7.1.3 Comparação dos resultados:

Para realizar-se a comparação dos resultados, foram selecionados os dados das colunas referentes às provas de múltipla escolha (P2 e P3), às notas bimestrais (MB2 e MB3) e gerada a Tabela 3, abaixo:

Tabela 4: Evolução das médias de prova e bimestrais, referentes ao 2º e 3º bimestres de 2012.

1a. Série A		1a. Série B		1a. Série C	
P2 → P3	MB2 → MB3	P2 → P3	MB2 → MB3	P2 → P3	MB2 → MB3
400%	0%	33%	0%	-25%	-33%
100%	17%	133%	11%	-33%	0%
25%	0%	-25%	0%	133%	600%
50%	0%	100%	0%	167%	13%
200%	0%	100%	13%	75%	17%
100%	43%	0%	-38%	25%	-9%
25%	0%	150%	-38%	200%	-14%
0%	-80%	150%	-17%	50%	-50%
700%	167%	67%	25%	50%	-9%
200%	0%	67%	25%	-50%	-30%
100%	-14%	0%	-63%	-25%	-29%
25%	25%	167%	-10%	25%	14%
300%	60%	0%	-20%	-33%	-57%
25%	0%	133%	0%	33%	-14%
600%	67%	150%	60%	167%	43%
150%	25%	0%	-10%	100%	43%
600%	40%	150%	25%	133%	0%
150%	75%	100%	20%	75%	0%
25%	-17%	100%	50%	167%	0%
-75%	-57%	100%	-10%	0%	-40%
200%	25%	100%	0%	-67%	-57%
400%	-17%	100%	40%	150%	0%
300%	40%	33%	300%	25%	25%
75%	43%	133%	67%	-50%	-71%
300%	800%	150%	43%	-33%	-71%
300%	20%	100%	125%	25%	50%
700%	100%	33%	-14%	25%	167%
50%	25%	33%	-10%	48%	18%
400%	400%	400%	50%		
500%	200%	100%	25%		
100%	100%	150%	133%		
EVOLUÇÃO OBSERVADA NAS TURMAS					
227%	67%	97%	25%	48%	18%

Da análise das Tabelas 2, 3 e 4²⁷ ilustra a diferença nas médias obtidas pelos alunos, frente às metodologias aplicadas. Comparando-se os percentuais das Tabelas 2 e 3, observamos:

- decréscimo do percentual relativo às atividades diárias na composição da média bimestral:
 - **1ª Série A:** de 78 % para 30 %
 - **1ª Série B:** de 79 % para 39 %
 - **1ª Série C:** de 73 % para 32 %

É importante ressaltar-se que, **no segundo bimestre**, estas atividades, registradas na coluna CDP, referem-se às atividades mecânicas desenvolvidas pelo aluno em sala de aula, como registro de conteúdo, disciplina e participação na resolução de problemas baseados em modelos resolvidos previamente pelo professor.

Já os percentuais relativos ao **terceiro bimestre** referem-se às atividades desenvolvidas pelo aluno no AVA Moodle através da internet, tanto na sala do ACESSA Escola, como em suas residências, em atividades coletivas e/ou individuais.

A Tabela 4 mostra as evoluções apresentadas nas médias dos alunos no 3º bimestre em relação ao 2º bimestre.

- **Evolução P2→ P3:** mostra a evolução da média obtida pelos alunos em provas tradicionais de múltipla escolha. Fórmula:

$$P2 \rightarrow P3 = \frac{(P3 - P2)}{P2} . 100;$$

- **Evolução MB2→ MB3:** mostra a evolução da média bimestral do aluno, considerando-se as atividades em sala de aula, em

²⁷ Nas tabelas 2, 3 e 4 foram considerados apenas os alunos frequentes durante todo o 2º e 3º bimestres e ignorados os registros dos alunos desistentes, remanejados ou transferidos, pois ou não completaram todo o processo ou o fizeram parcialmente.

casa e, no caso do 3º Bimestre, no AVA Moodle. Fórmula:

$$MB2 \rightarrow MB3 = \frac{(MB3 - MB2)}{MB2} \cdot 100 ;$$

Da leitura dos dados da Tabela 4, constata-se que:

- em todas as séries houve um significativo aumento nas notas de prova tradicional do 3º Bimestre, em relação ao 2º Bimestre (P2→P3): em média 124% nas três turmas;
- foi detectada, também, uma expressiva evolução da nota bimestral de todas as turmas (MB2→MB3): em média 36,7% nas três turmas.

Os dados da Tabela 4 sinalizam que a migração de uma metodologia baseada em aprendizado mecânico tradicional para o baseado em UEPS aliada à utilização de AVA foi eficaz, uma vez que todas as turmas demonstraram evolução na média das notas de provas individuais e bimestrais.

7.1.4 Análise do questionário:

Em novembro de 2013, um questionário utilizando o recurso Atividade – Escolha, presente no AVA Moodle, foi enviado aos alunos, a fim de saber qual seu o sentimento em relação ao projeto, após 12 meses de sua implantação. Pelo fato de ter sido feito no ano letivo seguinte, apenas 25 alunos o responderam.

O questionário utilizado foi fundamentado na escala de Likert²⁸ e apresentava 09 afirmações sobre o projeto e sugeria que os alunos assinalassem quando concordavam plenamente, apenas concordavam, discordavam ou discordavam plenamente e houve ainda aqueles que não opinaram. Os dados são apresentados na Tabela 5 a seguir:

²⁸ É um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Fonte: <http://goo.gl/QAKS5T>. Acesso em 01/12/2013.

Tabela 5 Enquete sobre o projeto, respondida pelos alunos.

Pergunta	Número de respostas	Discordo completamente	Discordo em parte	Não concordo, nem discordo	Concordo em parte	Concordo plenamente
1. Os simuladores do PhET ajudaram-me a compreender os conceitos de Física envolvidos no voo de aviões.	24	0%	0%	0%	33%	67%
2. As instalações do ACESSA Escola foram suficientes para o bom aproveitamento do curso.	24	0%	4%	4%	46%	46%
3. O acesso ao AVA - Moodle, no endereço http://www.ensinoesolucoes.com.br , é de fácil acesso.	24	0%	0%	0	13%	88%
4. Minha aprendizagem nesse curso foi focalizada em assuntos que me interessam.	23	0%	4%	0	48%	48%
5. O que aprendi é importante para minha compreensão do voo dos aviões.	22	0%	0%	5%	18%	77%
6. O que eu aprendi nesse curso tem boas conexões com os fenômenos que observo no dia-a-dia.	24	0%	0%	4%	33%	63%
7. Os vídeos apresentados durante o curso me ajudaram a entender o conteúdo do curso.	23	0%	0%	4%	22%	74%
8. A divisão da turma em grupos de estudo, na sala de aula e no ACESSA Escola, atrapalhou minha compreensão do conteúdo.	24	67%	17%	8%	4%	4%
9. A abordagem de assuntos relacionados ao aeromodelismo e a aula final, com apresentação da montagem de aeromodelos, contribuíram para minha aprendizagem.	24	0%	0%	0%	25%	79%

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que os alunos concordam que:

- o uso de objetos de aprendizagem, perguntas 1, 3, 7 e 9, contribuiu foi importante para se aprendizado;
- as instalações do ACESSA Escola, embora não ideais, foram suficientes para o bom aproveitamento do curso, pergunta 2 e que a divisão da turma em grupos para sua utilização não prejudicou o projeto, pergunta 8.
- o conteúdo de física visto durante o estudo do voo dos aviões é importante e está presente no seu dia-a-dia, perguntas 4, 5 e 6.

CAPÍTULO 8

8.1 Conclusões

As ferramentas do AVA relacionadas nesta dissertação, visaram à construção da Aprendizagem Significativa, atuando como organizadores prévios que provêm os conceitos subsunçores²⁹ nos quais a nova informação se ancorará, implicando no crescimento e modificação destes conceitos:

- os vídeos e simuladores partiram de conceitos gerais presentes na estrutura cognitiva do aluno em busca de modificá-los face ao novo conceito apresentado;
- os fóruns e wikis buscaram o aprofundamento dos conteúdos através do princípio da liberdade de expressão, fazendo com que o aluno tenha vontade em participar em um espaço para a construção do conhecimento.

Como estas ferramentas envolveram o trabalho colaborativo tanto presencial como à distância, houve necessidade da atuação do professor como mediador da aprendizagem, numa atuação como um facilitador, incentivador ou motivador da aprendizagem, colaborando ativamente para que os alunos atingissem os objetivos propostos.

Ao finalizar esta dissertação, é importante ressaltar e enfatizar que o indivíduo, para atingir de forma evolutiva o seu desenvolvimento cognitivo, não deve se restringir à sabedoria de forma puramente individual, mas, sobretudo, ser um ator atuante da sabedoria coletiva.

O aprendiz e, principalmente, o docente devem estar atentos às mudanças naturais da evolução da humanidade, engajando-se eticamente no sistema de educação. Conforme tratado nesse trabalho, com o surgimento de novos espaços de aprendizagem, a modernidade aplicada aos mesmos é marcada pela didática do aprender a aprender, do saber, do saber pensar, do construir ideias, da (re)construção dos novos conhecimentos de forma crítica e criativa. Assim, será possível que esse novo modelo de aprender propicie a emancipação das pessoas.

²⁹ . Conceito geral já incorporado pelo aluno o conhecimento pode ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido.

Dessa forma, a modernidade leva-nos a pensar que tudo está relacionado, interconectado, em interação constante e em processo de transformação. Portanto, o processo de ensino-aprendizagem diante dos expressivos avanços tecnológicos precisa considerar as necessidades de uma educação permanente, a produção compartilhada de conhecimentos, a autonomia, a interação e interatividade. Nesse sentido, ao entendermos que a educação precisa problematizar o saber, contextualizar os conhecimentos, colocá-los em perspectiva, para que os alunos possam apropriar-se deles e aplicá-los em outras situações, percebe-se que as UEPS aliadas aos AVA fazem com que seus usuários construam e (re)construam conceitos a partir do contato com o outro e com recursos reflexivos como objetos de aprendizagem, mapas conceituais, fóruns, *wikis*, com a capacidade de suscitar ao aluno a construção do texto próprio.

O aluno, ao realizar a sequência didática de uma UEPS, utilizando as atividades programadas no AVA Moodle, por exemplo, um fórum de discussão de determinado tema, passa por todos os estágios da consolidação do conhecimento, que são o sentir, o perceber, o compreender, o definir, o argumentar, o discutir e o transformar, pois, só assim, esses estágios terão a possibilidade de interferir na realidade do sujeito em formação.

É importante ressaltar que o nosso conhecimento é também produzido por meio da resposta que se dá a perguntas. Nas UEPS e AVA, professores e alunos acabam por viabilizar essa relação com a ocorrência da aprendizagem significativa ao adquirirem uma postura dialógica, aberta, indagadora.

Para tanto, um ensino baseado na transmissão-recepção, em que os AVA podem se converter em meros repositórios de conteúdos, necessita ser superado por uma educação dialógico-problematizadora mediada pelas tecnologias que permitam a participação ativa do educando mediante a interação em processos dinâmicos e flexíveis. Então, a partir do que foi abordado nesse trabalho de conclusão de curso, podemos afirmar que a UEPS estruturada no AVA Moodle apresenta-se como propícia para o processo escolar, porque esse ambiente tem grande potencial para desenvolver ações consideradas por nós fundamentais para a educação na perspectiva dialógico-problematizadora e colaborativa.

A qualidade do processo educativo vai além de permitir a interação. Depende também de outros fatores, como o envolvimento do aprendiz, da proposta pedagógica, dos materiais disponibilizados, da preparação dos professores, tutores, assim como os recursos disponibilizados no ambiente.

As UEPS e o AVA Moodle despertam para a possibilidade de que os alunos sejam sujeitos ativos na construção dos seus próprios conhecimentos, permitindo a interação do aprendiz com os conteúdos a serem estudados, estimulando, desafiando e ajudando no desenvolvimento intelectual.

Para que isso possa ocorrer, entendemos ser de responsabilidade docente promover atividades de estudo na sequência didática indicada nas UEPS, que instiguem o envolvimento discente nas interações dialógico-problematizadoras e na aprendizagem colaborativa. Tais atividades viabilizam a coautoria e a articulação entre informações, visando adquirir novos conhecimentos e proporcionar a aplicação dos mesmos em diferentes situações; ou seja, possibilitam, aos professores e estudantes, a procura por solucionar cooperativamente as situações-problemas a partir das problematizações reais e significativas para ambos (organizadas previamente pelo docente) a fim de tornar a aprendizagem colaborativa, crítica e transformadora.

É importante ficar atento também que ao programar UEPS e AVA capazes de permitir a aprendizagem significativa, devem ser considerados inicialmente o perfil do usuário e as habilidades que já possuem – e quais precisam desenvolver, para que não se caia no erro de padronizar ambientes para públicos diferenciados e com características cognitivas também singulares.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, T. F.; DE BASTOS, F. A Teoria da Atividade como orientação psicopedagógica na implementação de atividades de estudo em ambientes virtuais. **Revista Ciências & Cognição**, v. 13, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://goo.gl/CqqpYh>>. Acesso em: 04/08/2013.
- ALVES, L.; BARROS, D.; OKADA, A. (Org.). **Moodle: estratégias pedagógicas e estudos de caso**. Salvador, Bahia: Eduneb, 2009.
- ANTONENKO, P.; TOY, S.; NIEDERHAUSER, D. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment: What Open Source Has To Offer. In: **Association for Educational Communications and Technology, 27th**, Chicago, IL, October 19-23, 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/DJescT>>. Acesso em: 30/09/2013.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. **Revista Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/NCQ4PL>>. Acesso em: 04/08/2013.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Tradução de Eva Nick et. al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BEHAR, P. **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- BRASIL. Redação Oficial do Projeto de Lei n. 1.258-C de 13/05/1988, que fixa as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário do Congresso Nacional** de 14/05/1988.
- DOUGIAMAS, M. Improving the effectiveness of tools for Internet based education. In: HERRMANN, A.; KULSKI, M.M. (Ed.). Flexible futures in tertiary teaching. Proceedings of the 9th Annual Teaching Learning Forum, 2-4 February 2000. **Perth: Curtin University of Technology**. Disponível em: <<http://goo.gl/ZktSxa>>. Acesso em: 13/01/2013.
- DOUGIAMAS, M; TAYLOR, P. C. **Interpretive analysis of an internet-based course constructed using a new courseware tool called Moodle**. 2002. Disponível em: <<http://goo.gl/IV44hd>>. Acesso em: 04/08/2013.
- FEUERSTEIN, R. **Instrumental enrichment**. Illinois, USA: Scott, Foresman and Company, 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LUCKESI, C. C. Considerações gerais sobre avaliação no cotidiano escolar. (Entrevista). **Revista Aprender a Fazer**, Curitiba, n. 36, 2004, p. 4-6. Disponível em: <<http://goo.gl/IWML7>>. Acesso em: 07/07/2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz de Referência para o Enem 2009**. Disponível em:< <http://goo.gl/tOC9W>>. Acesso em: 13/04/2013.

MOREIRA, M. A.; MANSINI, E. **Aprendizagem significativa** - a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.1, n. 1, p. 1-15, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/gPTkdE>>. Acesso em: 01/10/2013.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: em conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.1, n. 3, p. 25-46, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/Wtj8cB>>. Acesso em: 14/10/2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje Significativo Crítico. Indivisa, **Boletín de Estudios e Investigación**, n. 6, p. 83-101, 2005.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: mapas conceituais, diagrama V e organizadores prévios**. 6. ed. Porto Alegre, 2009. Disponível em:< <http://goo.gl/GRkpyh>>. Acesso em: 04/08/2013.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/7VRKB>>. Acesso em: 01/05/2013.

NARDIN, A. D. D.; FRUET, F. S. O.; BASTOS, F. P. Potencialidades tecnológicas e educacionais em ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre. **Revista Renote**, v. 7, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/L2KBZ>>. Acesso em: 11/01/2013.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Como funciona a aerodinâmica**. Disponível em:<<http://goo.gl/joU9S>>. Acesso em: 04/05/2013.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co., 1969.

ROSENGRANT, D.; ETKINA, E.; VAN HEUVELEN, A. "Case Study: Students' Use of Multiple Representations in Problem Solving". In: PROCEEDINGS OF THE 2005 PERC. 2005. **AIP Conference Proceedings**. Disponível em: <<http://goo.gl/rHHVaJ>>. Acesso em: 12/03/2014.

STUDART, N.; DAHMEN, S. R. A física do voo na sala de aula. **A Física na Escola**, v. 7, p. 33-34, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/QQu0D>>. Acesso em: 14/01/2013.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
Disponível em: <<http://goo.gl/c51C6>>. Acesso em: 13/01/2013.