

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**

**Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física**

**Berenice Helena Wiener Stensmann**

**A Utilização de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação  
como Instrumento Potencializador visando proporcionar uma  
Aprendizagem mais Significativa em Física de Fluidos.▼**

Dissertação realizada sob a orientação do Professor Dr. Marco Antônio Moreira, PhD, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Porto Alegre  
2005

---

▼ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador professor Marco Antonio Moreira, pela dedicação e apoio.

Agradeço a todos os professores que tive a oportunidade de conhecer no Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física da UFRGS.

Agradeço aos meus pais, meu esposo e aos meus filhos pela paciência, ajuda, carinho e compreensão, ao meu irmão Alexandre Wiener pela colaboração e execução do protótipo do aerofólio, às minhas colegas de mestrado, aos meus alunos que contribuíram muito na minha caminhada pedagógica e à Direção do Colégio Rosário, por permitir e acreditar na aplicação do meu projeto.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de aprendizagem desenvolvido no Colégio Marista Rosário de Porto Alegre durante o segundo semestre de 2004. O corpo de conhecimento trabalhado foi Mecânica dos Fluidos (Hidrostática e Hidrodinâmica), o qual faz parte do programa da segunda série do Ensino Médio, cujos resultados e objetivos são apresentados nesta dissertação.

O trabalho de aprendizagem desenvolvido apresenta dois objetivos bem claros: um, o de proporcionar um espaço virtual fora do horário escolar para que o aluno possa estender a discussão sobre o assunto tratado em sala de aula, aumentando potencialmente o contato com a disciplina de Física; o segundo, oferecer uma atividade que potencializa a participação do aluno nas aulas de Física, tornando-o mais ativo no seu processo de crescimento intelectual.

Para aplicar o trabalho escolhi um ambiente de ensino a distância, o Teleduc desenvolvido pela UNICAMP. Desenvolvi animações com o programa Flash MX, selecionei algumas experiências práticas simples, desenvolvi o procedimento de uma experiência prática de um aerofólio para simular a asa de um avião em vôo e gravei um vídeo reproduzindo a experiência do aerofólio. Produzi, também, uma página em html (hipertexto) com seis módulos que trabalham os conceitos desenvolvidos no corpo de conhecimento Mecânica dos Fluidos, apresentando cada um, quatro etapas.

- 1ª Etapa: **Trocando Idéias**, onde o aluno lê um texto pertinente ao assunto e depois é solicitado a postar suas conclusões, colocações ou dúvidas nos fóruns de discussão criados no TelEduc.
- 2ª Etapa: **Mãos à Obra**, etapa que corresponde à realização de algumas experiências práticas apresentando no final um relatório com suas conclusões.
- 3ª Etapa: **Pesquisando Sobre**, onde o aluno é solicitado a fazer uma pesquisa respondendo algumas questões levantadas durante a realização das etapas anteriores.

- 4ª Etapa: **O Que Você Aprendeu?** Esta etapa se refere ao momento em que o aluno retoma e aplica todos os conceitos trabalhados no Módulo identificando se houve aprendizagem ou não.

À medida que o trabalho foi sendo desenvolvido, foram realizadas as avaliações necessárias. Constatou-se, no decorrer da aplicação do produto evidências de aprendizagem do conteúdo abordado e, sobretudo, uma mudança significativa no comportamento e comprometimento dos alunos nas aulas de Física.

O material teórico que dá suporte a este trabalho se baseia no construtivismo, com destaque à aprendizagem significativa, segundo Ausubel, e à interação social para troca de significados, segundo Vygotsky.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem significativa, Internet, Novas Tecnologias de Informação e Comunicação, Mecânica dos Fluidos.

## ABSTRACT

This paper presents a learning project carried out at the Colégio Marista Rosário de Porto Alegre during the second semester of 2004. The field of knowledge studied was Fluid Mechanics (Hydrostatics and Hydrodynamics), which is part of the second year of the high school curriculum.

The learning project developed and presented in this dissertation has two clear goals:

Firstly, to provide to the students a virtual space outside the class hours with the aim of extending their involvement with the material treated in class and possibly increasing his contact with the subject of physics.

Secondly, to offer the students an activity which enables them to actually participate in physics classes, making them more active in their intellectual growth.

In order to put the project into practice, I chose a distance learning management system environment, the TelEduc, developed by UNICAMP. I created animations with the program Flash MX and chose some simple practical experiments. I also devised the steps of an experiment involving a spoiler in order to simulate the wing of an airplane in flight and recorded a video documenting the spoiler experiment. In addition, I produced an HTML (hypertext) page with six modules that deal with the concepts developed in the field of Fluid Mechanics, each of them consisting of four steps.

1<sup>st</sup> step: “*Exchanging ideas*”, where the students read a text related to the topic and are then asked to post their conclusions, observations or questions in the discussion forums created in the TelEduc.

2<sup>nd</sup> step: “*Get to work!*”, which refers to performing some practical experiments and giving a presentation of findings at the end.

3<sup>rd</sup> step: “*Exploring ...*”, where the students are asked to do a formal research project and answer some questions raised during the previous steps.

4<sup>th</sup> step: “*What did you learn?*” This step refers to the moment when the students look back and apply all the concepts studied in the module, identifying their learning progress.

While the project was being put into practice, the necessary evaluations were carried out. The results provided evidence that students learned some physics and clearly showed that, over the course of the project, a significant change in the behaviour and commitment of the students in physics lessons took place.

The theoretical framework supporting this work is based on constructivism, with special attention to “meaningful learning” according to Ausubel and “knowledge exchange through social interaction” according to Vygotsky.

**Keywords:** Constructivism, Meaningful learning, Fluid Mechanics, Internet, New Technologies of Information and Communication.

## SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....	1
2	CAPÍTULO II – UM APANHADO DA LITERATURA .....	7
2.1	Aspectos históricos .....	7
2.2	Novas Tecnologias.....	10
2.3	A utilização de Novas Tecnologias de Comunicação e Informação para elaborar um projeto de aprendizagem no ensino.....	10
2.4	Como ilustração selecionamos três trabalhos utilizando Novas Tecnologias, desenvolvidos por algumas Instituições de Ensino.....	16
3	CAPÍTULO III – ASPECTOS TEÓRICOS .....	18
3.1	A Aprendizagem Segundo a Teoria de Ausubel .....	18
3.1.1	Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica. ....	18
3.1.2	Aprendizagem por Recepção e Aprendizagem por Descoberta .....	27
3.1.3	Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa .....	28
3.1.4	Organizador Prévio .....	29
3.1.5	O Princípio da Assimilação .....	31
3.2	A Aprendizagem segundo Vygotsky .....	32
4	CAPÍTULO IV – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE APRENDIZAGEM: MATERIAIS UTILIZADOS e METODOLOGIA .....	36
4.1	Materiais Utilizados .....	36
4.1.1	TelEduc (ambiente que proporciona o ensino a distância) .....	36
4.1.2	Página em html (projeto de aprendizagem) .....	42
4.1.3	Experiências Práticas .....	48
4.1.4	Pré-Teste .....	49
4.1.5	Animações .....	49
4.2	Metodologia .....	50
4.2.1	Público Alvo .....	50
4.2.2	Etapas do Trabalho de Ensino e Aprendizagem.....	51
4.2.2.1	A inscrição.....	51
4.2.2.2	Primeira Etapa: .....	53
4.2.2.3	Segunda Etapa .....	54
4.2.2.4	Terceira Etapa .....	55
4.2.2.5	Quarta Etapa .....	56
4.2.3	Como foi Aplicado.....	56
4.2.3.1	Introdução .....	56
4.2.3.2	Cronograma das aulas.....	57
4.2.4	Condições para aplicabilidade do Projeto.....	59
4.3	Produto Desenvolvido .....	59
4.3.1	Conteúdo da Página em html.....	59
4.3.1.1	Módulo A-Conceitos Básicos .....	60
4.3.1.1.1	Trocando idéias Traz as seguintes recomendações:.....	60
4.3.1.1.2	– Mãos à Obra: .....	61
4.3.1.1.3	Pesquisando Sobre.....	64
4.3.1.1.4	O Que Você Aprendeu?.....	64
4.3.1.2	Módulo B – Pressão atmosférica:.....	66
4.3.1.2.1	Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:.....	66
4.3.1.2.2	Mãos à Obra, as orientações são as que seguem abaixo: .....	66
4.3.1.2.3	Pesquisando sobre .....	69

4.3.1.2.4	O Que Você Aprendeu?.....	70
4.3.1.2.5	Um Pouco de História .....	71
4.3.1.3	Módulo C - Pressão hidrostática: .....	72
4.3.1.3.1	Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:.....	72
4.3.1.3.2	Mãos à Obra, as orientações são as que seguem abaixo: .....	74
4.3.1.3.3	Pesquisando Sobre.....	75
4.3.1.3.4	O Que Você Aprendeu?.....	76
4.3.1.4	Módulo D – Princípio de Pascal .....	77
4.3.1.4.1	Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:.....	77
4.3.1.4.2	Pesquisando sobre .....	79
4.3.1.4.3	O Que Você Aprendeu?.....	80
4.3.1.4.4	Um Pouco de história.....	82
4.3.1.5	Módulo E – Princípio de Arquimedes.....	83
4.3.1.5.1	Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:.....	83
4.3.1.5.2	Mãos à Obra .....	83
4.3.1.5.3	Pesquisando sobre .....	86
4.3.1.5.4	O que Você Aprendeu?.....	88
4.3.1.5.5	Um Pouco de História .....	90
4.3.1.6	Módulo F- Conceitos Básicos- Hidrodinâmica .....	93
4.3.1.6.1	Trocando Idéias, Traz as seguintes recomendações:.....	93
4.3.1.6.2	Mãos à Obra: as orientações são as que seguem abaixo. ....	94
4.3.1.6.3	Pesquisando Sobre.....	96
4.3.1.6.4	O Que Você aprendeu? .....	97
4.3.1.6.5	Um Pouco de História .....	98
5	CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS .....	100
5.1	Análise das Questões e Percentuais de Erros.....	101
5.2	Análise dos Resultados.....	110
6	CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO .....	121
	REFERÊNCIAS.....	126
	APÊNDICE 1 .....	129
	APÊNDICE 2.....	137

# 1 CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

A busca por metodologias que tornem a aprendizagem mais significativa é o que tem norteado minha atividade no ensino da Física no nível médio e é o tema desta dissertação.

Acredito que os conteúdos de Física no nível médio exigem um grau de conhecimento prévio complexo tal que o período de uma aula normal de cinquenta minutos, muitas vezes, não é suficiente para se discutir conceitos pertinentes ao conhecimento físico, sendo necessário mais tempo. Ao se utilizar a Internet e um ambiente de ensino a distância é possível proporcionar esse tempo extra-classe onde o aprendiz participa de fóruns, troca informações via correio eletrônico e posta seus trabalhos junto ao seu *portfólio* pessoal, podendo ter acesso ao trabalho de colegas quando isso for conveniente. Os alunos são instigados a pesquisar, buscar informações que ampliem as discussões realizadas com os colegas e professores.

O professor interfere de forma construtiva à medida que vai recebendo os trabalhos, dando um retorno ao aluno através de um comentário feito no ambiente que proporciona essa comunicação a distância e também em sala de aula discutindo pontos confusos e conclusões errôneas apresentadas nas discussões.

Tendo como um dos objetivos estimular a curiosidade dos alunos, a minha proposta de trabalho inicia discutindo pontos importantes e abrangentes, aspectos previamente organizados, do assunto a ser trabalhado, para chamar a atenção do porque estudar tal tema e de como a informática pode ser utilizada como ferramenta facilitadora para se desenvolver um trabalho onde o conhecimento adquirido possa ajudar a desenvolver habilidades e competências mínimas que lhes permitam a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais.

No Brasil, nos últimos anos, a reforma do Ensino Médio e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) deixam claro que o desenvolvimento científico não pode ser considerado de forma desvinculada do projeto a que serve, isto é, as ciências precisam servir às pessoas e a escola deve visar principalmente ao desenvolvimento das competências pessoais. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Ministério da Educação, 1999, p.47-61) do Ensino Médio é necessário elaborar

aulas que desenvolvam nos alunos competências tais como representação e comunicação de forma a enfrentar e resolver situações-problemas, seguindo uma visão crítica, com vistas à tomada de decisão, investigação e compreensão de modo a organizar informações e conhecimentos disponíveis em situações concretas para constituição de argumentação consistente e também desenvolver habilidades, tais como selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representadas de diferentes formas, saber utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para expressão do saber físico, ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e descritiva entre si, desenvolver a capacidade de investigação física, classificar, organizar, sistematizar e identificar regularidades, a capacidade de colaborar, de trabalhar em equipe, compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e sua correta utilização articulando o conhecimento físico com outras áreas do conhecimento.

O material que aqui apresento foi desenvolvido para trabalhar com alunos da segunda série do Ensino Médio o tema Mecânica dos Fluidos (Hidrostática e Hidrodinâmica) por ser tratar de um tema onde o grau de dificuldade de entendimento é maior quando comparado com outros assuntos desenvolvidos nessa série, questão esta constatada ao longo dos meus quinze anos de experiência. Devido a tal dificuldade foi desenvolvido um trabalho que visa a um desenvolver cognitivo do aluno exigindo dele responsabilidade, participação, comprometimento, autonomia e resolução de problemas de forma a proporcionar um ambiente de facilitação da aprendizagem utilizando os recursos proporcionados pela Internet com a intenção de proporcionar uma aula mais dinâmica que incentive o aluno a aprender, permitindo também a possibilidade de o aprendiz discutir, perguntar e realizar suas tarefas em um tempo além das aulas presenciais normais em sala de aula, percebendo que podem lidar com o espaço e o tempo de outra forma modificando a estrutura fechada da sala de aula.

*É papel da escola formar indivíduos-crianças e professores-que saibam usar crítica e criativamente o computador-tecnologia social e histórica como o cinema, a fotografia, a pena, a impressão e a escrita. É papel da escola democratizar o acesso a mais um instrumento de criação (humana). (Nogueira, 1998, p.124)*

O presente trabalho apresenta dois objetivos claros e consistentes. **O primeiro é o de proporcionar ao aluno um contato maior do que os contados 150 minutos semanais com a disciplina de Física, criando o hábito de poder**

**discutir e lançar dúvidas em qualquer momento, seja na aula tradicional presencial ou por via da Internet através de um ambiente que proporcione tal situação com uma atividade organizada e devidamente programada.** A possibilidade de enviar atividades fora do período normal de aula, particularmente por alunos tímidos, que normalmente não participam verbalmente das aulas não expondo suas dúvidas ou seus conhecimentos prévios do tema, permite aos alunos participarem efetivamente através da escrita nos fóruns ou mensagens eletrônicas pode prepará-los para o mercado de trabalho.

**O segundo objetivo é fazer com que o aluno participe mais das aulas aumentando a potencialidade de uma aprendizagem mais significativa.** Nosso aluno está acostumado a sentar na classe e ouvir passivamente a fala do professor e pouco participa das trocas de idéias que eventualmente podem ocorrer em uma sala de aula. Pensar em uma aula onde o aluno deve ler, discutir o que foi lido usando seu conhecimento prévio, escrever algo sobre o que é discutido, realizar atividades práticas apresentando oralmente e também por escrito suas conclusões, faz com que o aprendiz seja o personagem central do sistema ensino-aprendizagem e o professor um mediador ou organizador desse processo.

*“Entende-se assim que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, pois é mediada por meios, que se constituem nas “ferramentas auxiliares” da atividade humana. A capacidade de criar essas “ferramentas” é exclusividade da espécie humana. O pressuposto da mediação é fundamental na perspectiva sócio-histórica porque é através dos instrumentos e signos que os processos de funcionamento psicológico são fornecidos pela cultura. É por isso que Vygotsky confere à linguagem um papel de destaque no processo de pensamento.” (Rego, 2003, p. 43)*

Na proposta de trabalho não foi utilizado o ambiente para ensinar o conteúdo a distância sem nenhuma intervenção presencial. A aquisição do conhecimento, segundo Vygotsky, não ocorre sem interação social. Essa interação social é feita através da linguagem escrita ou falada que se baseia em signos criados pela sociedade.

*“Como instrumentos e signos são construções sócio-históricas, históricas e culturais, a apropriação destas construções pelo aprendiz se dá primordialmente via interação social.” (Moreira, 1999, p. 91)*

Basicamente todo o tema Mecânica dos Fluidos foi desenvolvido em sala de aula presencial com aulas expositivas, experimentais e demonstrativas seguindo as atividades do trabalho proposto, apresentado através de um hipertexto e

disponibilizado na Internet. O ambiente TelEduc<sup>1</sup> foi utilizado para viabilizar a comunicação entre os participantes e a aprendizagem em tempo e local diferentes do professor, de forma que todo o material realizado pelos alunos ficasse à disposição de todos quando isso era necessário .

O surgimento da Internet e da *World Wide Web* tem facilitado o ensino e o aprendizado cooperativo tanto nas escolas como em universidades e empresas com cursos de atualização e aprimoramento. Temos que nos adaptar às mudanças e procurar da melhor maneira elaborar e projetar aulas que despertem o interesse e a participação do aluno. Aproveitando um momento cognitivo dos jovens, o aprendizado de Física através do uso de novas tecnologias pode favorecer uma construção rica em habilidades necessárias tanto no mercado de trabalho quanto na continuação dos estudos no ensino superior já que existem vários cursos a distância por meio da Internet atualmente oferecidos pelas instituições de ensino superior. No mercado de trabalho existem alguns cursos disponibilizados via Internet para aperfeiçoamento e atualização e algumas escolas já disponibilizam esse serviço. Isto é, trabalham com um ambiente desenvolvido para que os alunos, tanto do ensino fundamental como os do ensino médio, coloquem suas dúvidas e participem de fóruns.

### **Por que usar a tecnologia da informação?**

Entender Física para muitos é difícil e complicado, com inúmeros conceitos, princípios, leis e equações, que muitas vezes o aprendiz decora em vez de entendê-los. Acredita-se que a Física nasceu na Grécia há 2500 anos, mas a Humanidade sempre foi e sempre será fascinada pelos mistérios da Natureza. As diferentes maneiras com que, ao longo do tempo, o ser humano procurou explicar os fenômenos do mundo em que vive fazem parte da sua própria evolução; então, pode-se dizer que a preocupação em entender os fenômenos naturais nasceu com o próprio homem.

Embora freqüentemente nos passem despercebidos, os fenômenos físicos estão sempre presentes no nosso dia-a-dia. Poderíamos mesmo dizer que a Física aparece, de uma forma ou de outra, em todas as atividades do homem, da mais

---

<sup>1</sup> TelEduc é um ambiente de ensino a distância desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

simples à mais complexa. A invenção da roda, a invenção das máquinas térmicas, do foguete, dos aceleradores de partículas, dos equipamentos de mergulho, do equipamento espacial, do equipamento de rádio imagem, tudo leva o homem a avançar e criar novas tecnologias.

A intenção é entender cada vez mais como funciona o universo e as coisas a nossa volta, utilizando sempre que possível esses instrumentos como facilitadores ou até mesmo como incentivadores do querer aprender, pois permitem a interatividade entre as partes. No mundo atual as novas tecnologias estão em toda parte e nossos alunos fazem uso freqüente delas apresentando grande intimidade com esse recurso, às vezes, maior do que o próprio professor.

Em especial no ensino da Física, a tecnologia da informação permite que fenômenos físicos, nitidamente dinâmicos, sejam apresentados de forma dinâmica para os alunos através de animações e vídeos gravados das experiências realizadas. A visualização da experiência, quantas vezes for necessário, facilita o entendimento e permite que alunos menos atentos possam captar os detalhes perdidos em uma primeira observação.

### **Por que usar um ambiente de ensino a distância?**

A rede de computadores Internet viabiliza este projeto, permitindo a interação e rapidez no *feedback* entre professor e aluno, respeitando ainda a individualidade cognitiva de construção do conhecimento. O ambiente foi utilizado para possibilitar a troca de informações entre os alunos e entre os alunos e o professor em períodos fora das tradicionais aulas, isto é, o aluno que apresentasse uma dúvida sobre o tema discutido durante aquela semana de aulas poderia perfeitamente expor no fórum ou enviar pelo correio eletrônico do próprio ambiente. Além de lançar perguntas e participar das respostas a outras perguntas realizadas pelos colegas, o aluno recebe e entrega atividades que devem ser realizadas em tempo pré-determinado. O ambiente de ensino a distância permite uma flexibilidade grande na troca de informações que poderão auxiliar na aprendizagem do aluno, isto é, há uma comunicação maior entre professor e aluno, potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa.

No **capítulo II** será apresentada uma breve revisão da literatura sobre o uso de novas tecnologias no ensino visando a uma aprendizagem significativa e também, de alguns exemplos da utilização dessas tecnologias em estabelecimentos de ensino.

No **capítulo III** são apresentados os aspectos teóricos segundo as teorias de Ausubel e Vygotsky na perspectiva de uma aprendizagem significativa.

No **capítulo IV** é apresentado o desenvolvimento do trabalho de aprendizagem: materiais utilizados, materiais produzidos e a metodologia.

No **capítulo V** é apresentada a discussão de resultados. A avaliação que foi feita do projeto de aprendizagem apresentado nessa dissertação procurou responder as seguintes perguntas:

- A) Como foi o aproveitamento do pré-teste aplicado aos alunos de todas as turmas?
- B) Os alunos dos grupos experimentais apresentaram uma participação maior do que as apresentadas pelos alunos dos grupos de controle nas aulas tradicionais, isto é, se observou um aluno mais ativo no seu processo de aprendizagem?
- C) O envolvimento com a disciplina e com as atividades pelos alunos experimentais foi significativo?
- D) Como foi o aproveitamento final dos alunos das turmas que participaram da proposta?
- E) Como foi o aproveitamento final dos alunos de controle?
- F) Quais foram as dificuldades encontradas durante a aplicação do projeto?

No **capítulo VI** é apresentada uma reflexão sobre o projeto.

## 2 CAPÍTULO II – UM APANHADO DA LITERATURA

Nesse capítulo apresentamos um breve apanhado da literatura sobre a utilização de novas tecnologias de comunicação que proporcionam a troca de informação fora do ambiente escolar e também a utilização de recursos de multimídia como animações e vídeo objetivando favorecer a aprendizagem de alunos no Ensino Fundamental, Médio e Superior.

### 2.1 Aspectos históricos

Conforme o decreto 2494, de 1998 define-se educação a distância como segue:

*"Educação a Distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação".* (Diário Oficial da União decreto nº 2 494, de 10 de fevereiro de 1998)

Segundo o professor Elias Celso Galvêas, do SENAC da ARRJ<sup>2</sup>, 2003, a existência de modalidades não-presenciais de ensino não é uma estratégia de aprendizagem tão nova quanto imaginamos. Na versão moderna, a Suécia registra a primeira experiência nesse campo de ensino em 1883. Em 1840 tem-se notícias da EAD na Inglaterra; na Alemanha foi implementada em 1856 e nos Estados Unidos, notou-se o ensino por correspondência em 1874. No início do século XX surgem os primeiros indícios da EAD no Brasil.

Em 1923, com a fundação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, por um grupo liderado por Henrique Morize e Roquete Pinto, iniciou-se a educação pelo rádio. A emissora foi doada ao Ministério da Educação e Saúde em 1936, e no ano seguinte foi criado o Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação.

*"No Brasil, desde a fundação do Instituto RádioMonitor, em 1939, e, depois, do Instituto Universal Brasileiro, em 1941, várias experiências foram iniciadas e levadas a termo com relativo sucesso"* (Guaranys; Castro, 1979 apud Elias Galvêas)

---

<sup>2</sup> ARRJ; Administração Regional do Rio de Janeiro

Objetivando o ensino fundamental e médio surge em 1941 o Instituto Universal Brasileiro.

O SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - iniciou em 1946 suas atividades e desenvolveu, no Rio de Janeiro e São Paulo, a Universidade do Ar.

O IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal - iniciou suas atividades de EAD em 1967, utilizando a metodologia de ensino por correspondência.

Na década de 70 surgiu o Projeto Minerva<sup>3</sup> e mais tarde, ainda na mesma década, o Projeto Telecurso veiculado pela televisão que permanece até hoje como Telecurso 2000<sup>4</sup>.

Na década de 80 ocorre o desenvolvimento da Internet, surgindo, mais no final da década, o *World Wide Web* que só se popularizou nos anos 90, período caracterizado pelo aparecimento de processadores mais potentes e de capacidades gráficas maiores. Nesse período os computadores se tornaram mais acessíveis financeiramente popularizando-se nos lares, escolas e empresas.

Já pensando na utilização das Novas Tecnologias associadas ao computador, em meados de 1999 um grupo de professores acadêmicos de algumas universidades públicas do país começou a se reunir na perspectiva de pensar um sistema de cooperação institucional, que viria a se constituir numa rede de universidades, a UniRede<sup>5</sup>. No estado do Rio de Janeiro há o consórcio CEDERJ, Centro Universitário de Ensino Distância.

Em 1997, o MEC através da Secretaria de Educação a Distância (SEED) instituiu o programa educacional ProInfo<sup>6</sup> que visa à introdução das Novas

---

<sup>3</sup> Projeto Minerva: criado pelo Governo Nacional na década de 70, era constituído por diversos cursos transmitidos em cadeia nacional por emissoras de rádio.

<sup>4</sup> Telecurso 2000 é um método de ensino supletivo de 1º e 2º graus desenvolvido pela Fundação Roberto Marinho e pela FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo).

<sup>5</sup> UniRede: a Universidade Virtual Pública, é um consórcio de 70 instituições públicas de ensino superior que tem por objetivo democratizar o acesso à educação de qualidade por meio da oferta de cursos a distância. A proposta abrange os níveis de graduação, pós-graduação, extensão e educação continuada. Informações em: [http://www.unirede.br/site\\_html/quemsomos/index.htm](http://www.unirede.br/site_html/quemsomos/index.htm)

<sup>6</sup> ProInfo : Projeto Nacional de Informática na Educação.

Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

O grupo "Novas Tecnologias no Ensino de Física" desenvolve uma linha de trabalho de produção de material didático interativo para cursos de Física no CEFET-Ba<sup>7</sup>, envolvendo produção de *software* e hipertexto, em andamento desde o ano de 1997. O grupo é formado atualmente por três professores e dois alunos de iniciação científica, e está inscrito no diretório de grupos de pesquisa do CNPq<sup>8</sup>

As universidades privadas foram as primeiras a oferecerem cursos de graduação a distância utilizando as novas tecnologias de informação e comunicação. O maior volume de cursos pertence hoje à UVB (Universidade Virtual Brasileira). Ela é composta por dez instituições de ensino superior, que atuam em oito Estados e se uniram com o objetivo de promover o ensino a distância pela Internet. A instituição possui abrangência nacional por meio do apoio e do suporte das universidades presenciais que compõem a sua rede. Integram a UVB as seguintes instituições: Universidade Anhembi-Morumbi (SP), Unama (PA), Uniderp (MS), Unisul (SC), Unp (RN), Universidade Veiga de Almeida (RJ) e os centros universitários do Triângulo Mineiro (MG), Monte Serrat (Santos - SP), Newton Paiva (BH - MG) e Vila Velha (ES).

São colocados aqui apenas alguns exemplos de iniciativas visando o uso das tecnologias no processo ensino-aprendizagem como mais um recurso disponível para se desenvolver e projetar aulas. No início do século XX, foi o rádio, mais tarde a televisão, e agora o computador pessoal que associado com a Internet permite a comunicação em tempo real, proporciona, também, a interatividade entre professor e aluno fora do ambiente escolar.

---

<sup>7</sup> O Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia-CEFET-Ba, criado pela Lei 8 711, de 28 de setembro de 1993, tem característica marcante e singular por ser uma entidade que oferece, numa única organização institucional, educação tecnológica profissional em todos os níveis, além de possuir uma estrutura multicampi, com unidades de ensino em diversas regiões estratégicas do Estado da Bahia: a sede em Salvador, uma unidade avançada na cidade de Simões Filho e as Unidades de Ensino descentralizadas (UNESDs) nas cidades de Barreiras, Eunápolis, Valença e Vitória da Conquista. Informações em: <http://www.cefetba.br/>

<sup>8</sup> Cnpq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico é uma Fundação, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), para o apoio à pesquisa brasileira. Informações em: <http://www.cnpq.br>

## 2.2 Novas Tecnologias

Nesse trabalho entende-se Novas Tecnologias *softwares* e *hardwares* relacionados à rede de comunicação através da *World Wide Web* (www) .

## 2.3 A utilização de Novas Tecnologias de Comunicação e Informação para elaborar um projeto de aprendizagem no ensino

Novas formas de projetar uma aula para o desenvolvimento de um corpo de conhecimento dependem da criatividade e capacidade do professor, do público-alvo e dos recursos necessários disponíveis na escola. Acredita-se que o professor passa do papel de simples transmissor de conhecimento para um papel mais elaborado e complexo, de orientador ou mediador do processo ensino-aprendizagem.

Para que ambientes de aprendizagem baseados em computadores venham a possibilitar ganhos pedagógicos é necessário que sejam realizadas atividades pensando no processo de desenvolvimento efetivo do conhecimento.

A proposta desse trabalho, como já foi comentado antes, não é propor um curso a distância e sim fazer uso adequado de ferramentas que possibilitem a troca de informações e o contato entre os participantes fora do tempo rígido estipulado na instituição de ensino e também de recursos que sejam capazes de representar através de animações, situações dinâmicas trabalhadas através de experiências práticas ou até mesmo abstratas. Para isso pensa-se no avanço da informação, tanto impressa como a eletrônica, na habilidade dos jovens no uso dos computadores pessoais e na troca de significados através da linguagem que, segundo Ausubel, é importante facilitador da aprendizagem significativa. (Ausubel apud Moreira, 1999)

*“Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria”.(Pierre Lévy, 1993)*

O artigo “Novas Tecnologias de Comunicação na Formação Criativa de Educadores Brasileiros”, de Eliana Ozores e Silvia Fichmann (1998), aborda a

experiência obtida em ambiente de aprendizagem vivencial, utilizando tecnologias de comunicação aliadas a técnicas de criatividade desenvolvidas no Núcleo de Pesquisa das Novas Tecnologias de Comunicação aplicadas à Educação, subordinado à Pró-Reitoria da Universidade de São Paulo, no período correspondido entre janeiro de 1996 a março de 1998.

A ênfase foi no domínio e na utilização da tecnologia como mais uma ferramenta pedagógica e, na capacitação para uso de uma metodologia específica, visando à atuação dos profissionais enquanto facilitadores e agentes de mudanças, na área educacional a que pertenciam.

*“Ao utilizarmos o computador integrado a outras mídias, tais como, televisão, rádio, CDs de música, livros, revistas, vídeos, animações, e até mesmo, jogos, material de sucata, colagem, maquetes e experiências práticas, percebemos que o papel do professor nesses ambientes de aprendizagem se transforma, ele passa a ser orientador, um guia de seus alunos e não somente, um transmissor de informações”.*(ibid).

Com o objetivo de orientar, o professor deve criar estratégias que possibilitem aos aprendizes comunicar-se, fora do período normal, entre si e também com os orientadores com o intuito de dar continuidade ao trabalho desenvolvido em sala de aula. É sabido que muitos alunos ficam horas conectados à Internet trocando informações muitas vezes não aproveitadas, através de *softwares* apropriados. Por que não utilizar parte desse tempo orientando um trabalho mais produtivo e direcionado ao corpo de conhecimento trabalhado na escola?

Durante o ano letivo de 2004 a escola Municipal Edílson Duarte, de Cabo Frio (RJ), utilizou os recursos das novas tecnologias de comunicação para desenvolver projetos através da troca de mensagens pelo *blog*<sup>9</sup> entre os alunos do ensino fundamental, em especial 5ª, 7ª e 8ª séries. Os alunos da 5ª série documentaram tudo o que aprenderam sobre os ambientes naturais da sua cidade, os da 7ª série após estudarem tropicalismo e a literatura de protesto dos anos 1960, fizeram poesias e as publicaram em uma página *web*; a 8ª série trabalhou com informações sobre poluição das águas.

---

<sup>9</sup> *Blog*: vem da abreviação de *weblog* (tecido, teia, também usada para designar ambiente de Internet) e *log* (diário de bordo). É uma ferramenta do mundo virtual que permite aos usuários colocar conteúdos na rede e interagir com outras pessoas através da Internet.

O exemplo da escola municipal Edílson Duarte citado acima pode ser aplicado a outras áreas do conhecimento. Além da comunicação ser facilitada pela Internet, os recursos de *softwares* adequados podem possibilitar um maior entendimento no que se refere à aprendizagem da Física.

O artigo “Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física” publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Física*, em 2002, dos autores Alexandre Medeiros e Cleide Farias Medeiros, aborda a importância das animações e das simulações no ensino de Física.

Segundo os autores, o ensino de Física nas escolas e universidades não tem sido tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões apontadas no artigo é que a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por grande abstração, fazendo com que a Matemática seja ferramenta essencial no desenvolvimento do conhecimento abordado pelo professor. Além disso, a Física, lida com materiais que muitas vezes estão fora do alcance dos sentidos do ser humano e com fenômenos essencialmente dinâmicos.

A utilização crítica de animações e simulações na aprendizagem da Física pode servir de facilitador para aqueles que apresentam dificuldades de abstração e memória. Muitas das experiências práticas realizadas em sala de aula podem, posteriormente, ficar à disposição do aluno através de uma animação ou de um vídeo; desta forma o aluno tem a possibilidade de retomar e visualizar quantas vezes quiser. É uma maneira de estimular a memória reportando o aluno à aula em que foi feita a experiência.

No artigo “Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física” (2001), os autores, Issao Yamamoto e Vagner Bernal Barbeta, abordam o uso do computador como ferramenta pedagógica dando ênfase à utilização de simulações de experiências de Física.

A respeito das simulações os autores comentam:

*“Os alunos podem, a princípio, utilizar estas demonstrações como um complemento dos assuntos tratados em aula, podendo o material ser acessado no instante em que eles estiverem reestudando o tópico abordado pela demonstração simulada”* (ibid)

No trabalho “Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa”(2000), dos autores José Nogueira, Carlos Rinaldi, Josimar Ferreira e Sérgio Paulo é discutida a possibilidade de uso do computador como instrumento de ensino, dentro de uma abordagem de aprendizagem significativa.

O computador por si só não ensina, mas estratégias de aulas utilizando os recursos disponíveis podem ser um fator potencialmente facilitador de uma aprendizagem bastante significativa.

A utilização do computador como ferramenta que pode potencializar aprendizagem da Física se intensificou a partir da segunda metade da década de 90 sendo que alguns trabalhos já haviam sido feitos na década anterior. No artigo “O Uso de Computadores no Ensino de Física” (1995) publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Física* o autor, Paulo Ricardo da Silva Rosa, fez uma revisão da literatura do início da década de 80 até 1993 para averiguar as potencialidades do uso de computadores no ensino de Física e as formas em que eram realmente utilizados.

Com ênfase nos pressupostos teóricos e vantagens do uso desse recurso em relação a outros meios e materiais instrucionais o autor cita cinco potencialidades do uso do computador:

1. Coleta e análise de dados em tempo real, isso pode ser feito acoplando-se circuitos analógicos às portas de entrada do computador.
2. Simulação de fenômenos físicos. Essa pode ser estática, onde o modelo do fenômeno já se encontra pronto, cabendo ao aluno a manipulação de parâmetros e a observação do que acontece e a simulação dinâmica, onde cabe ao aluno a elaboração de um modelo explicativo do fenômeno e sua implementação via programação.
3. Instrução assistida por computador através de tutoriais, mais ou menos rígidos, dirigindo o estudo do aluno.

4. Administração escolar em geral incluindo também a administração de testes de avaliação tanto na fase de elaboração como na fase de aplicações e correção.
5. Estudo de processos cognitivos dos alunos através da análise de sua interação com o computador. Exemplo: os projetos que trabalham com a linguagem LOGO.

Para saber onde os computadores estavam sendo realmente utilizados o autor fez um levantamento de trabalhos, que tratassem direta ou indiretamente com o ensino de Física, publicados nas revistas Tecnologia Educacional, Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Catarinense de Ensino de Física, American Journal of Physics, Physics Education, European Journal of Science Education/International Journal of Science Education, Physics Teacher, Science Education (no período 1979-1987), Journal of Research in Science Teaching e Physics Today, no período compreendido entre 1979 e 1992.

A visão do autor desse artigo é que, até o ano de 1993, existia uma utilização do computador sem que houvesse uma preocupação na avaliação dos resultados obtidos, isto é, não havia um projeto educacional embasado em alguma teoria de aprendizagem que justificasse a introdução desse equipamento nas escolas.

De 1993 até hoje muitos outros trabalhos já foram e estão sendo realizados com a preocupação de melhorar o ensino de Física para alunos no ensino Fundamental, Médio e Superior. Além das potencialidades citadas pelo autor, acrescento na lista a possibilidade da troca de informações e comunicação viabilizada pela Internet possibilitando a educação continuada e também os recursos de multimídia disponibilizados.

O trabalho “Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Exatas” (2003), desenvolvido pelos autores Carlos Fiolhais e Jorge Trindade ambos da Universidade de Coimbra, apresenta uma breve resenha histórica da utilização do computador no ensino relacionando a aplicação do computador com avanços nas teorias de aprendizagem.

*“Os modos de utilização que disponibilizam formas de aprendizagem interativas são particularmente promissoras para aprender ciências”.* (ibid)

No artigo “O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio” (2001), publicado *na Revista Brasileira de Ensino de Física*, os autores Marisa A. Cavalcanti, Anderson Piffer e Patrícia Nakamora apresentam uma metodologia onde entram recursos computacionais disponíveis na Internet e também a utilização experimental do equipamento prático desenvolvido e apresentado no artigo “Espalhamento: Observando o Desconhecido” de A.A. Ferreira, M. F. Lourenço, L. G. Marcassa e U. S. Bagnato, apresentado no V. 21, nº 1, março de 1999 da mesma revista.

Cito esse artigo, pois acho importante o uso concomitante dos recursos de hardware e software oferecidos na Internet com experimentos práticos desenvolvidos pelo professor ou encontrados no mercado.

Além das animações e da comunicação entre os participantes, alunos e professor, possibilitar um envolvimento por parte dos alunos fora do horário normal de aula tradicional é um recurso oferecido pelo computador associado à Internet através de ambientes de ensino a distância.

No trabalho apresentado no IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física em 2004, os autores Marcelo Pires e Eliane Veit analisam de forma preliminar o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física utilizando a plataforma de ensino a distância TelEduc.

*A proposta de inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Física visa ampliar a interação entre aluno-conhecimento-professor, utilizando recursos de tecnologias de informação (hipertextos e animações interativas tipo applet-java) e comunicação (plataforma de educação a distância com fórum de debates, diário de bordo e correio eletrônico) como estímulo em atividades presenciais e, especialmente, à distância. Com isso, aumenta-se virtualmente a carga horária de Física, causando uma extensão da sala de aula. (ibid).*

Naturalmente, a tecnologia de informação e comunicação por si só não é suficiente, cabendo aos educadores a responsabilidade de desenvolverem projetos que contemplem o desenvolvimento cognitivo do aluno e, aos alunos, um esforço efetivo de aprendizagem.

Além da utilização das novas tecnologias fazem parte da proposta do trabalho aqui dissertado as experiências práticas, pois são fundamentais para se observar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto tratado, possibilitando o desenvolver de habilidades tais como observação, análise e síntese. Ao se trabalhar

Mecânica dos Fluidos, normalmente as escolas abordam somente a parte Hidrostática sem se referir à Hidrodinâmica. Nesse trabalho são abordados conceitos e definições tais como escoamento, equação da continuidade e Princípio de Bernoulli, suas aplicações e interpretações, assim como toda a parte que se refere ao estudo dos fluidos (Hidrostática) . Para tanto a demonstração prática facilita o trabalho e os alunos passam a entender e interpretar a equação de Bernoulli e outros princípios mais facilmente. Deve-se tomar cuidado, no entanto, com interpretações errôneas referente ao estudo de alguns Princípios estudados na Mecânica dos Fluidos.

No artigo “A Dinâmica dos Fluidos Complementada e a Sustentação da Asa” publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física (2001), os autores Klaus Weltner, Martin Ingelman-Sundberg, Antônio Sérgio Esperidião e Paulo Miranda, abordam interpretações equivocadas da interpretação da equação de Bernoulli e também apresentam algumas experiências relativamente convincentes e facilmente realizáveis em sala de aula para serem trabalhadas no ensino médio e superior.

#### **2.4 Como ilustração selecionamos três trabalhos utilizando Novas Tecnologias, desenvolvidos por algumas Instituições de Ensino**

O LECT-Laboratório de Ensino de Ciências e Tecnologia da USP é um grupo que atua desde 1994 em pesquisa na área de ensino de ciências e tecnologia e que procura aliar metodologias inovadoras de ensino às novas tecnologias de comunicação e processamento de dados. As atividades desenvolvidas pelo LECT<sup>10</sup> estão diretamente ligadas à educação através de cursos de capacitação de professores, produção e avaliação de material didático e implementação de projetos multidisciplinares de ensino de ciência e tecnologia trabalhados com alunos de 7 a 17 anos de idade em escolas públicas e particulares.

O trabalho publicado na Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE) do Centro Indisciplinar de Novas Tecnologias (CINTED), desenvolvido por Adriana Justin Kampff, José Carlos Machado e Patrícia Cavedini (2004), descreve o relato de

---

<sup>10</sup> LECT- Laboratório de Ensino de Ciências e Tecnologias (USP) : mais informações no site: <http://darwin.futuro.usp.br/>

experiências realizadas na escola de ensino particular, Colégio Marista Rosário de Porto Alegre no Rio Grande do Sul. As experiências se referem à aplicação de um projeto de estudo da geometria utilizando um ambiente LOGO com crianças de 5º série do Ensino Fundamental ao longo de um ano letivo e a utilização do *software* Cabri-Géomètre II, aplicado com turmas de 6º, 7º e 8º séries do Ensino Fundamental.

Os professores Ítalo Modesto Dutra e Rosália Procasko Lacerda ambos do Colégio Aplicação em Porto Alegre no Rio Grande Sul, apresentaram, em fevereiro de 2003, no 1º Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação no CINTED (Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) um artigo que reflete sobre alguns recursos da Internet utilizados com alunos e professores a partir da experiência dos autores com escolas públicas brasileiras.

Através do portal da Universia<sup>11</sup> podemos verificar cursos *on-line* oferecidos por oitocentos e quarenta e duas universidades, para nível médio e superior, utilizando recursos de informação e comunicação em todas as áreas do conhecimento. Entre as instituições de ensino superior brasileiras, públicas e privadas parceiras do Universia estão a Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) e de Minas Gerais (PUC-MG), Universidade de São Paulo (USP), Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), UNICAMP, e outras.

Há uma grande oferta de cursos e aulas através da utilização de recursos promovidos pelas novas tecnologias oferecidas, principalmente, por instituições de ensino superior. Algumas escolas de ensino fundamental e médio trabalham com esse recurso através de projetos de aprendizagem abordando uma determinada área de conhecimento.

No próximo capítulo são apresentados os aspectos teóricos deste trabalho segundo as teorias de Ausubel e Vygotsky na perspectiva de uma aprendizagem significativa.

---

<sup>11</sup> Universia: O Portal que pode ser acessado em: [www.universiabrasil.net](http://www.universiabrasil.net)

### 3 CAPÍTULO III – ASPECTOS TEÓRICOS

Nesse capítulo são apresentados os aspectos teóricos, segundo as teorias de Ausubel e Vygotsky na perspectiva de uma aprendizagem significativa, que orientam o projeto aqui descrito.

#### 3.1 A Aprendizagem Segundo a Teoria de Ausubel

##### 3.1.1 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica.

Aprender Física não se resume em conhecer conceitos e aplicar fórmulas. A aprendizagem se efetiva quando se percebe o aluno competente, revelando a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e atitudes. Implica a realização de atividades variadas que incluem a participação ativa do aluno em discussões, leituras, observações e experimentações, razão pela qual se pode afirmar que deve ser algo que não se realiza pela absorção passiva de conhecimentos e sim pela aprendizagem significativa que é, segundo Ausubel, um processo no qual uma nova informação interage, se relaciona, com conceitos prévios do aprendiz adquirindo significados e fazendo com que agregue um novo conhecimento à estrutura cognitiva do aprendiz. A nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico a qual Ausubel chama de “*conceito subsunção*”. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se faz significativa, isto é, o aprendiz busca nos seus conhecimentos prévios subsídios para incorporar, com significado, o que lhe é apresentado fazendo uma relação de ida e vinda desses conhecimentos de forma a capacitá-lo a avançar no saber. Poderia me arriscar a comparar o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo a uma escadaria, não-linear, mas ramificada levando a diferentes “locais”, locais aqui me refiro a áreas do conhecimento e não a lugares físicos. Para que o conhecimento se processe na mente do indivíduo é necessário fazer uso de conceitos-base já adquiridos, isto é, para avançar um ou dois degraus é necessário se apoiar no degrau anterior e assim por diante. É necessário que o aprendiz busque no seu intelecto o conhecimento prévio para que a nova informação faça sentido para ele.

Para exemplificar coloco aqui uma situação: os alunos com que trabalho, da segunda série do ensino médio, percebem que quando dois líquidos não miscíveis

são colocados em um mesmo recipiente o mais denso se deposita em baixo e o menos denso em cima da mistura não-homogênea. Eles já trazem consigo esse conhecimento conseguindo identificar corpos ou substâncias mais ou menos densas, mas ao questioná-los sobre o significado físico dessa grandeza a maioria não sabe definir ou explicar. Saber o que significa densidade absoluta é um conceito básico para a introdução do tema mais geral que é Mecânica dos Fluidos. É necessário deixar claro e fazer com que o aluno construa esse conceito da maneira mais produtiva possível. Ao discutir primeiramente o que eles trazem e colocam para definir densidade, procuro encaminhar a discussão para a análise das grandezas envolvidas, massa e volume. O objetivo é fazer com que o conhecimento inicial do aluno que define que o mais denso é o mais pesado, possa ganhar um patamar mais elaborado ao definir e entender que a densidade está relacionada com a concentração de matéria em um dado volume. Posso ter corpos de densidades diferentes com o mesmo peso, mas certamente com volumes diferentes. Essa idéia é importantíssima para entender o Princípio de Arquimedes (Empuxo) e também em outras áreas do conhecimento como a Biologia e a Geografia. Ao apresentar essa discussão, por exemplo, foi solicitado aos alunos postarem no fórum de discussão no ambiente Teleduc suas colocações. Abaixo temos alguns exemplos:

8. <b>Relação</b>	Quinta, 10/06/2004, 17:03:08
<p>Relação entre a massa de um corpo e seu volume; a densidade nos informa se a substância de que é feito um corpo é mais, ou menos compacta: os corpos que possuem muita massa em pequeno volume, como os de ouro e de platina, apresentam grande densidade. Corpos que possuem pequena massa em grande volume, como os de isopor, cortiça e os gasosos em geral, apresentam pequena densidade.</p>	<p>Júlia</p> <p><a href="#">Voltar ao topo</a></p>
40. <b>Densidade</b>	Terça, 15/06/2004, 17:22:28 Mauricio
<p>É a quantidade de massa em um determinado volume. Mostra quanto um corpo é resistente ao impacto.</p>	<p><a href="#">Voltar ao topo</a></p>
48. <b>Densidade</b>	Quinta, 17/06/2004, 21:53:40

	Matheus
Densidade é o quociente entre a massa e o volume de um determinado corpo, ou seja, a concentração de moléculas em um volume. Quanto maior a massa e menor o volume, maior a densidade, ou seja, mais compacto é o corpo, já quanto menor a massa e maior o volume, menor a densidade ou menor a compactação do mesmo corpo.	<a href="#">Voltar ao topo</a>
<b>54. densidade</b>	Segunda, 21/06/2004, 18:11:58
	Vinicius i
Densidade é a grandeza que mede a concentração de massa de uma substância num certo volume.	<a href="#">Voltar ao topo</a>
<b>59. densidade</b>	Domingo, 04/07/2004, 14:42:21
	Alessandra
densidade é a medida da concentração da massa num determinado volume.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

Observa-se que as colocações iniciaram no dia oito de junho tendo alunos participando até quatro semanas depois. Ressalto aqui que durante esse período outros conceitos básicos como viscosidade, capilaridade, tensão superficial e pressão foram discutidos paralelamente em sala de aula e no ambiente TelEduc à medida que o conteúdo avançava. Um ambiente de ensino a distância oferece essa flexibilidade no tempo, permitindo que alunos atrasados com suas atividades possam buscar e ter acesso às informações. É importante observar as datas, dias e horários de participação no ambiente realizado pelos alunos. Temos aqui apenas cinco exemplos dos 87 alunos que participaram do projeto. As participações foram realizadas nos diferentes dias da semana inclusive nos sábados e domingos.

A figura 3.1 mostra a *interface* do ambiente TelEduc quando se acessa a ferramenta Fóruns de Discussão e a figura 3.2 mostra, em detalhe ampliado, a lista de fóruns desenvolvidos pelos alunos. À medida que os fóruns são criados pelo professor, o TelEduc os organiza de forma que o mais recente fica no topo da lista, portanto, ao analisar a figura entende-se que os primeiros a serem criados foram os sete últimos da figura. A maioria dos alunos participou dos fóruns num total de quatrocentos e cinqüenta e quatro participações nesses sete fóruns iniciais.

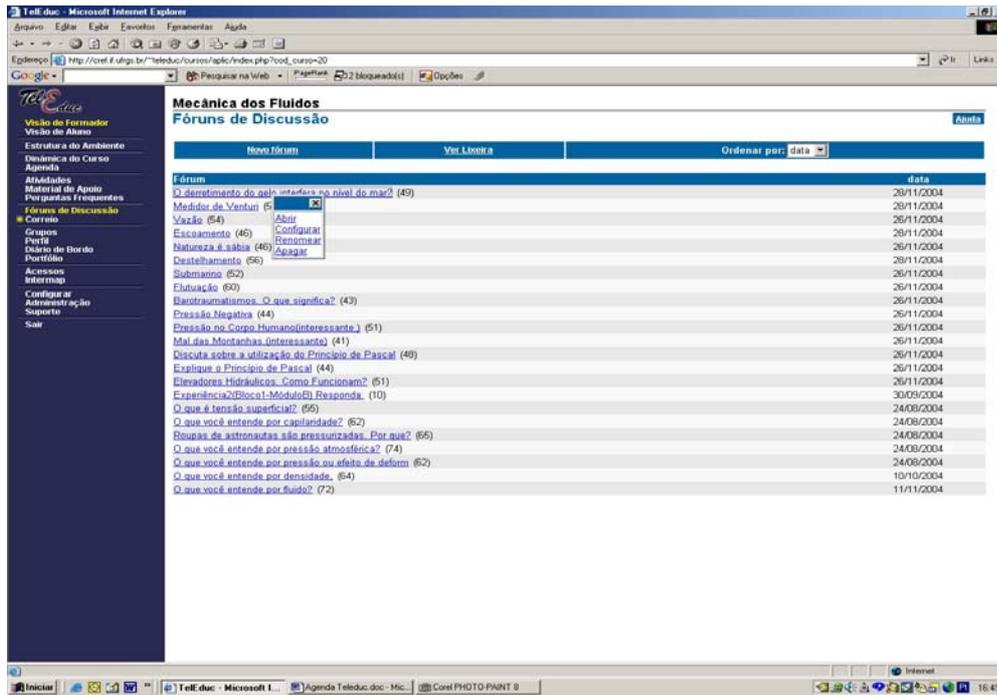


Figura 3.1 -Mostra a interface do ambiente TelEduc ao acessar a ferramenta Fóruns de Discussão.

Fórum	data
<a href="#">O derretimento do gelo interfere no nível do mar?</a> (49)	28/11/2004
<a href="#">Medidor de Venturi</a> (56)	28/11/2004
<a href="#">Vazão</a> (54)	26/11/2004
<a href="#">Escoamento</a> (46)	28/11/2004
<a href="#">Natureza é sábia</a> (46)	26/11/2004
<a href="#">Destelhamento</a> (56)	28/11/2004
<a href="#">Submarino</a> (52)	26/11/2004
<a href="#">Flutuação</a> (60)	26/11/2004
<a href="#">Barotraumatismos. O que significa?</a> (43)	26/11/2004
<a href="#">Pressão Negativa</a> (44)	26/11/2004
<a href="#">Pressão no Corpo Humano(interessante)</a> (51)	26/11/2004
<a href="#">Mal das Montanhas (interessante)</a> (41)	26/11/2004
<a href="#">Discuta sobre a utilização do Princípio de Pascal</a> (48)	26/11/2004
<a href="#">Explique o Princípio de Pascal</a> (44)	26/11/2004
<a href="#">Elevadores Hidráulicos. Como Funcionam?</a> (51)	26/11/2004
<a href="#">Experiência2(Bloco1-MóduloB) Responda:</a> (10)	30/09/2004
<a href="#">O que é tensão superficial?</a> (55)	24/08/2004
<a href="#">O que você entende por capilaridade?</a> (62)	24/08/2004
<a href="#">Roupas de astronautas são pressurizadas. Por que?</a> (65)	24/08/2004
<a href="#">O que você entende por pressão atmosférica?</a> (74)	24/08/2004
<a href="#">O que você entende por pressão ou efeito de deform</a> (62)	24/08/2004
<a href="#">O que você entende por densidade.</a> (64)	10/10/2004
<a href="#">O que você entende por fluido?</a> (72)	11/11/2004

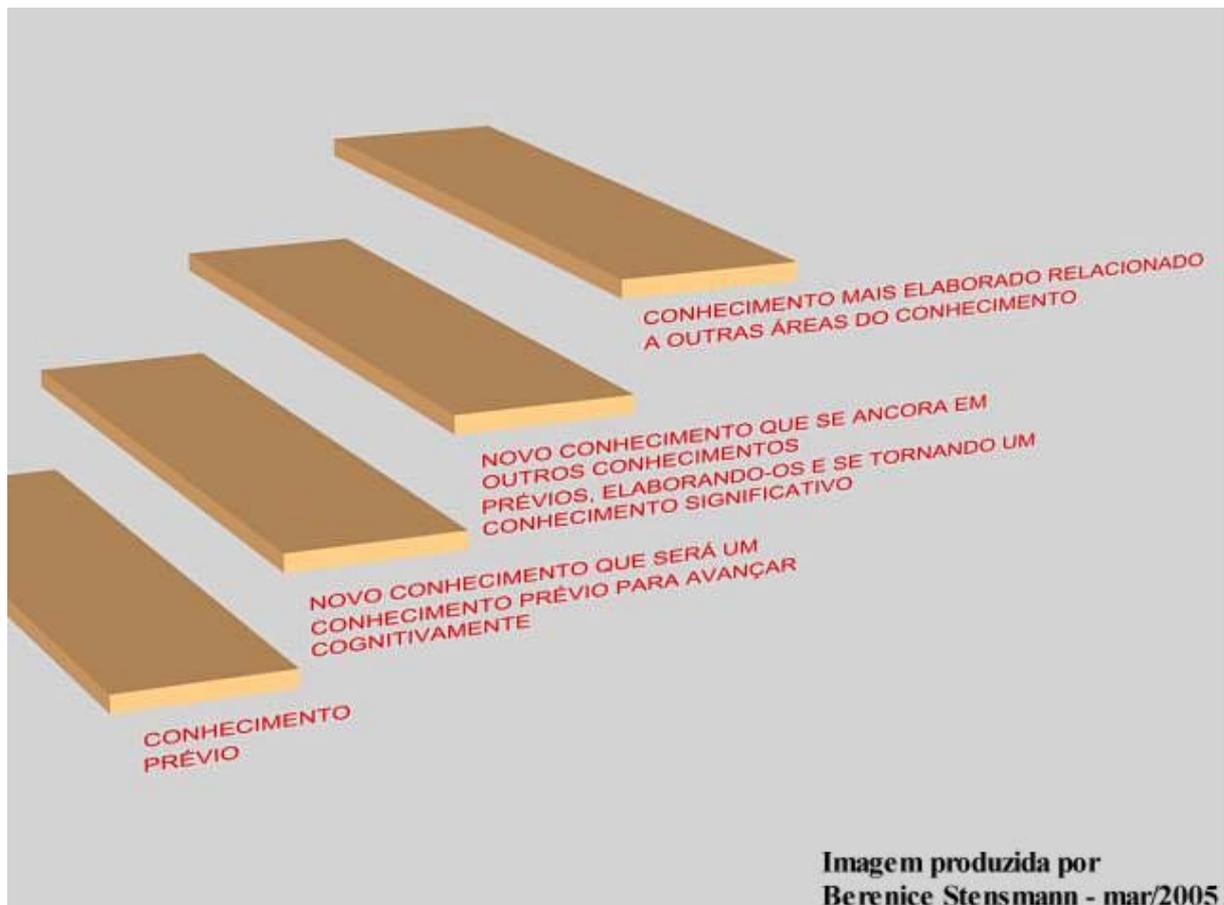
Figura 3.2.-Mostra em detalhe ampliado a lista de fóruns desenvolvidos pelos alunos

*Para entender a aprendizagem significativa é necessário saber que experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos significativamente sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também*

*modificações significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material. Há, pois, um processo de interação no qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, servindo de ancoradouro, incorporando-o, assimilando-o; porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem. (Moreira, 1999)*

Segundo Ausubel, o armazenamento de conhecimentos na mente humana é altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados e assimilados por conceitos e idéias mais gerais.

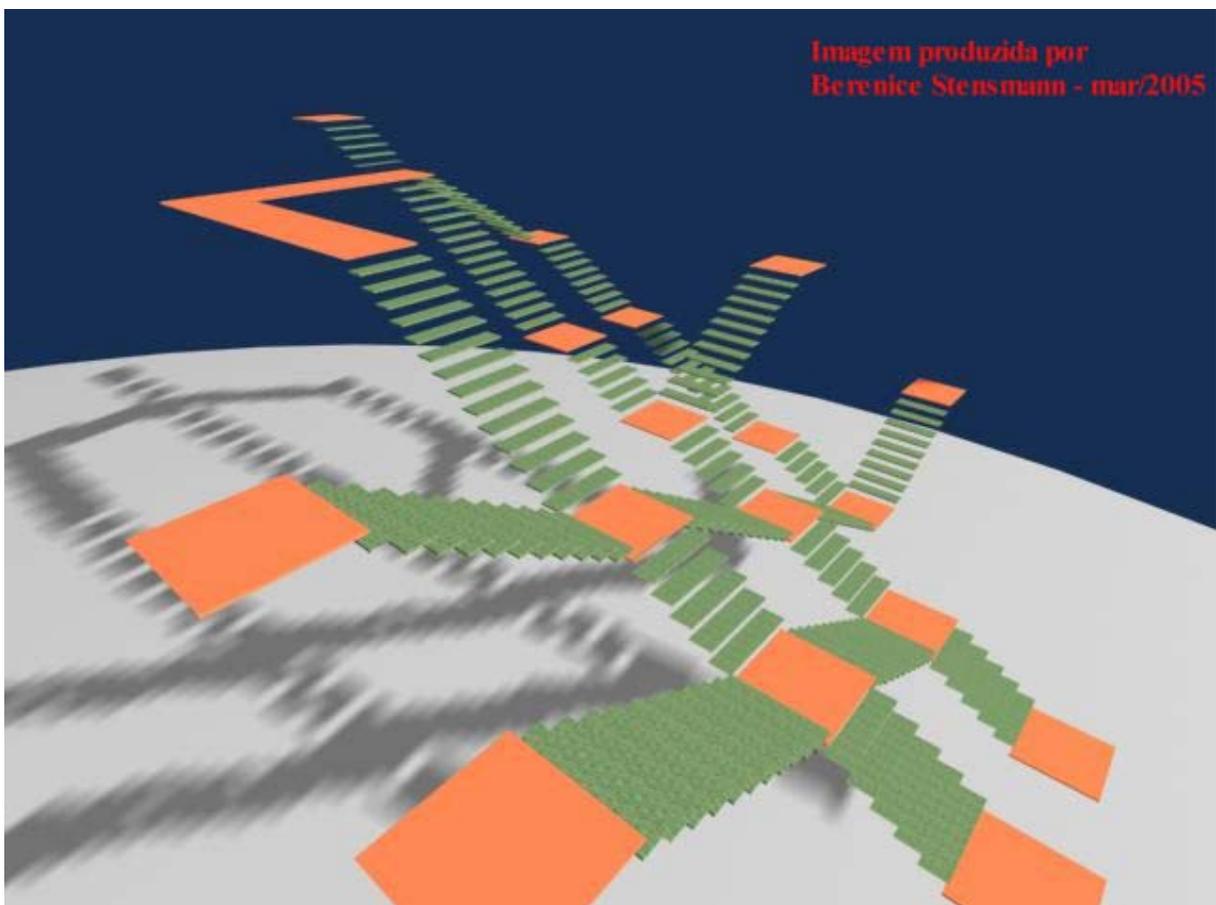
Na figura 3.3. procuro exemplificar de forma simples o que seria, na minha percepção, essa organização intelectual a qual Ausubel se refere.



**Figura 3.3.** Modelo da organização do conhecimento na mente humana.

O esquema permite avançar cognitivamente sem a necessidade de passar por todos os degraus. O novo conhecimento serve de *subsunçor* para o seguinte e assim por diante. À medida que o estado cognitivo do aprendiz vai se

desenvolvendo, forma-se uma rede interligando todos os caminhos. Ainda no modelo da escada que parece muito simples, teríamos que imaginar um sistema interligado e ramificado de degraus e escadas levando a patamares cada vez mais altos conforme ilustra a figura 3.4. Não há um caminho linear e sim, um caminho ramificado, mas altamente organizado na mente do aprendiz, onde se utiliza um, dois ou mais *subsunções* para consolidar um conhecimento mais elaborado.



**Figura 3.4** - Ilustra minha interpretação de como ocorre a organização dos conhecimentos na mente humana.

A aprendizagem significativa difere da aprendizagem mecânica, pois essa, segundo Ausubel, é definida como sendo a aprendizagem em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes

existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, sem se ligar a conceitos *subsunções* específicos. Isto é, a nova informação é armazenada de forma arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação.(Moreira,1999).

Esse tipo de aprendizagem se verifica quando o aluno deixa para estudar apenas na véspera das provas memorizando fórmulas e conceitos. O que se verifica muitas vezes é o aluno reescrevendo a equação memorizada de forma correta e jogando nela números e variáveis que aparecem no texto do problema a ser resolvido, tentando achar uma resposta adequada ou até mesmo “simpática” sem ter o mínimo de critério de análise e compreensão, aparecendo absurdos do tipo: a temperatura da criança febril é de 120 °Celsius, ou é necessário mergulhar um corpo de 1000 litros totalmente imerso em um copo de água. Devemos agir de forma que esse tipo de atitude por parte dos alunos diminua, elaborando material e planejando aulas que propiciem uma aprendizagem realmente significativa, onde o aluno possa discutir, analisar, comparar e concluir para poder futuramente argumentar sobre um problema ou situação. O material tem que despertar o interesse do aluno proporcionando um ambiente agradável e de expectativa.

É colocado a seguir um exemplo de questão que foi respondida por todos os alunos da segunda série do ensino médio no decorrer no segundo trimestre do ano letivo de 2004. Foi observado que surgiram algumas respostas distintas tais como as selecionadas a seguir.

Questão proposta: Um cubo homogêneo cuja aresta mede 10 cm é colocado na água cuja densidade é igual  $1\text{g/cm}^3$  e observa-se que ele flutua livremente com 30% do seu volume imerso. Sabendo que a massa do cubo é igual a 300g determine o empuxo que o corpo está recebendo da água.

- Resposta apresentada por um grupo de alunos que simplesmente memorizou a equação que permite calcular empuxo sem se preocupar em analisar e entender o problema:

$$E = d_L \cdot V_L \cdot g \quad (\text{a equação está escrita de forma correta})$$

$$E = 1 \times 1000 \times 10 \quad (\text{desenvolvimento errado})$$

$$E = 10^4 N \quad (\text{resposta errada})$$

para  $d_L$  = densidade do líquido, os alunos usaram  $1\text{g/cm}^3$  pois está escrito assim no texto.

$V_L$  = volume de líquido deslocado igual ao volume do cubo =  $a^3 = 10^3 = 1000 \text{ cm}^3$  pois o volume de um cubo se calcula elevando a aresta ao cubo. Nota-se que há um erro de análise matemática aqui, pois o cubo não está totalmente imerso.

$g$  = aceleração da gravidade local. Eles consideraram  $10\text{m/s}^2$  (é utilizado esse valor normalmente no ensino médio)

Para esse grupo de alunos a resposta estava correta e até mesmo “simpática”. Foram comentados em aula as diferentes soluções para responder a questão levantando-se as dificuldades e erros cometidos.

- A resposta apresentada por outro grupo foi a seguinte:

Se o corpo está flutuando em equilíbrio a força resultante na direção vertical é nula, portanto a intensidade do empuxo é igual a intensidade da força peso do cubo. Resolução correta. Aqui os alunos utilizaram conhecimento prévio como força resultante, condição de equilíbrio para formular suas respostas.

- Resposta apresentada por um terceiro grupo:

O corpo flutua livremente na água com 30% de seu volume imerso, então esse corpo desloca 30% de  $1000\text{cm}^3$  de água que corresponde a 300 g de água. O peso dessa massa de água é de 3N, portanto o empuxo que o corpo recebe tem intensidade igual a 3N. Essa resposta, mais elaborada, mostra que os alunos usaram o princípio de Arquimedes para responder de forma correta o problema.

- Resposta apresentada por um grupo pequeno de alunos:

Se o corpo flutua livre na água ele apresenta uma densidade menor do que a da água, portanto se esse corpo fosse totalmente mergulhado na água e solto em seguida ele iria adquirir movimento para cima indicando que o valor do empuxo recebido é maior que o peso do corpo. Ao sair da água o valor do empuxo diminui até se igualar a força peso do bloco deixando o bloco em equilíbrio. A resposta está correta, onde os alunos utilizaram conhecimento prévio como força resultante, condição de equilíbrio estático e movimento. Utilizando os conhecimentos prévios, observa-se que os alunos “passearam” na matéria, imaginando o que aconteceria se o corpo fosse totalmente imerso na água e abandonado logo em seguida.

Nota-se que não há um caminho linear e sim ramificado de interações dos conhecimentos adquiridos, sendo que diferentes alunos utilizam diferentes conhecimentos prévios para resolver um mesmo problema.

É necessário em determinados momentos mostrar para os estudantes essas relações e salientar a necessidade de responsabilidade e comprometimento com os estudos. Segundo Ausubel e Novak (Moreira 1999 p. 170), o aluno deve querer e estar pré-disposto para uma efetiva aprendizagem significativa, pois é ele o próprio agente do seu saber. Se a pré-disposição não existir resulta normalmente em alunos que “estudam” somente para prestar exames e provas, e nesse caso a aprendizagem mecânica ou a memorização são muito utilizadas. Comparo essa memorização a um trabalhador de linha de montagem que passa um bom tempo fazendo uma única peça sem saber e ter o conhecimento de como o produto que ajuda a fazer é elaborado e construído. Não quero dizer aqui que a aprendizagem mecânica é dispensável, pelo contrário, em determinadas situações pode se fazer necessária e ser muito importante, principalmente quando se inicia a aprendizagem de um novo corpo de conhecimento, de forma que esse conhecimento possa ser utilizado para embasar um novo conhecimento servindo de *subsunçor*, ainda que pouco elaborado. O problema com esta alternativa é o de que o aluno não saia da aprendizagem mecânica, como normalmente ocorre em Física. Ou seja, a

aprendizagem mecânica inicial pode servir de apoio a novas aprendizagens mecânicas e assim até a memorização, sem significados, de fórmulas e de definições, tão típica, infelizmente, da aprendizagem da Física.

### **3.1.2 Aprendizagem por Recepção e Aprendizagem por Descoberta**

A aprendizagem pode se dar de forma significativa ou mecânica através da aprendizagem por recepção ou por descoberta. Quer dizer, não é o fato de ser receptiva ou por descoberta que vai determinar se a aprendizagem é significativa, mecânica, ou parcialmente de um ou outro tipo.

Normalmente o professor tem uma série de conteúdos mínimos necessários para vencer com os alunos em um dado tempo definido pela escola. Controlando o tempo e o andamento de suas aulas, o professor faz uso, em sua maioria, de aulas expositivas proporcionando a aprendizagem por recepção e não por descoberta. Segundo Ausubel, na aprendizagem receptiva o que o aluno deve aprender é apresentado em sua forma final, diferentemente da aprendizagem por descoberta, onde o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Independentemente de como a aprendizagem está sendo trabalhada, por recepção ou por descoberta, só será efetivamente significativa se o novo conhecimento interagir com conhecimentos prévios do aluno, isto é, com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Seria impossível querer desenvolver atividades que levem o estudante a aprender por descoberta todos os conhecimentos mínimos necessários atribuídos no ensino médio. Estaríamos pretendendo que nossos alunos com idade média entre quinze e dezesseis anos realizassem em três anos (três séries do ensino médio) o que físicos de diversas nacionalidades levaram décadas e até mesmo séculos para desenvolver. Portanto, não há nada de errado em aulas que proporcionem a aprendizagem por recepção, é necessário, sim, proporcionar a aprendizagem realmente significativa, pois levará o aprendiz, em determinadas situações e desafios, a se utilizar das duas, ou seja, utilizando um conhecimento aprendido através da aprendizagem por recepção é capaz de agregar um novo conhecimento feito por ele através da descoberta.

Resumidamente pode-se dizer que a aprendizagem, segundo Ausubel, é

**SIGNIFICATIVA:** quando o novo conhecimento interage com o conhecimento prévio formando um novo bloco de conhecimento que servirá como verdadeiro *subsunçor* ancoradouro conceitual interativo de novos saberes.

**MECÂNICA:** novas informações são aprendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes prévios do aprendiz, podendo servir como *subsunçor* prévio, inicial, frágil, para novos saberes.

**POR RECEPÇÃO:** o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final (através de aulas, livros, filmes, computadores, etc.).

**POR DESCOBERTA:** o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz, para, somente então, ser internalizado (significativa ou mecanicamente).

### **3.1.3 Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa**

É necessário identificar os pré-requisitos mínimos necessários que o aluno deve ter para dar encaminhamento à construção de novos conceitos. O professor deve relacioná-los de forma a facilitar a interação desses conhecimentos para formar uma base de *subsunçores* para o desenvolvimento da aprendizagem. **No projeto proposto, cada módulo do trabalho foi elaborado seguindo uma seqüência para desenvolver conceitos-base necessários para a etapa seguinte.**

*“Quanto à organização seqüencial, Ausubel argumenta que a disponibilidade de idéias-âncora relevantes para o uso na aprendizagem significativa e para a retenção pode, obviamente, ser maximizada ao tirar-se partido das dependências seqüenciais naturais existentes na matéria de ensino e do fato de que a compreensão de um dado tópico, freqüentemente, pressupõe o entendimento prévio de algum tópico relacionado”.*(Moreira, 1985, p70).

Para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que o material facilite, estimule, a interação de conhecimentos prévios do aprendiz com o novo conhecimento a ser aprendido. O material elaborado deve ser claro, apresentar uma seqüência lógica no grau de dificuldade dos conhecimentos e uma coerência na proposta das atividades, levando o aluno a buscar constantemente conhecimento prévio para avançar no saber cognitivo, isto é, agregar no seu ser novos saberes. Além de um material bem elaborado o aluno deve também estar disposto para

aprender, pois é ele o sujeito do seu crescimento. Este tipo de material é considerado **potencialmente significativo**. É uma das condições para a aprendizagem significativa. A outra é a de que o aprendiz apresente uma pré-disposição para aprender, ou seja, para relacionar o novo material com seu conhecimento prévio de maneira não-literaI e não-arbitrária.

### 3.1.4 Organizador Prévio

Para Ausubel organizadores prévios são como materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido em um nível mais alto de abstração e generalidade. É a ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele vai aprender.

São textos curtos que procuram relacionar o conteúdo a ser estudado com outras áreas do conhecimento onde o aprendiz começa a se dar conta da necessidade desses conhecimentos proporcionando um ambiente favorável para aprender, isto é, favorecendo a discussão sobre conceitos previamente conhecidos com o novo conhecimento. Nos exemplos que seguem, os alunos fazem uso de conhecimentos de Química e do Comportamento do Gases trabalhado em Termologia para enriquecer seus comentários.

10. Roupas pressurizadas	Quinta, 10/06/2004, 22:21:47
	Lucas (2)
<p>Eles devem usar roupas pressurizadas porque quanto menor a pressão menor a solubilidade. Portanto, como a pressão diminui muito o O<sub>2</sub> do sangue se tornaria insolúvel e formariam bolhas no sangue, o que causaria a morte do astronauta. Usar roupas pressurizadas significa manter a pressão no interior da roupa. Mergulhador ou astronauta? Um mergulhador sofre mais pressão, porque ele quanto mais ele desce mais há uma pressão externa exercida pela água. Já um astronauta "foge" de forças que poderiam exercer pressão sobre ele.</p>	<p><a href="#">Voltar ao topo</a></p>

<b>Roupas pressurizadas</b>	Sexta, 11/06/2004, 22:37:38
Andrea	
No espaço é indispensável o uso de roupas pressurizadas, pois a pressão diminui. Sem a pressão normal, o corpo não resiste a uma diferença e acaba sofrendo alterações na circulação sanguínea causando a morte. Já um mergulhador sofre um aumento de pressão, quanto mais ele afunda, mais a água exerce pressão sobre ele.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Roupas de Pressurização</b>	Sexta, 11/06/2004, 19:09:55
Júlia (2)	
No nível do mar, a ebulição da água ocorre a 100°C. Mas podemos obtê-la em qualquer temperatura, desde que se baixe ou eleve a pressão sobre a água. À pressão zero, no vácuo, a água ferve imediatamente. Assim, um desprevenido astronauta teria morte certa ao tirar a roupa especial, pois a grande parcela de água que seu organismo comporta ( 70% ) entraria em ebulição imediata. Ele também explodiria, pois a diferença de pressão entre o interior do corpo e o vácuo ( pressão atmosférica nula ) empurraria para fora as moléculas do corpo, produzindo a explosão.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

Observo aqui que as discussões não ficaram apenas nesses comentários postados no ambiente TelEduc. Nas aulas presenciais surgiam perguntas e comentários, pois muitos alunos procuravam pesquisar e ler alguma coisa do assunto para postarem no ambiente de ensino a distância. Essa necessidade de procurar subsídio nas leituras para participar das trocas de informações não é verificada normalmente em aulas tradicionais.

<b>Baurotraumatismos</b>	Terça, 24/08/2004, 21:30:25
Berenice Stensmann	
Acidentes mecânicos provocados pela variação da pressão. Existem no corpo humano cavidades cheias de ar e que se encontram em comunicação com as vias respiratórias. Sofrendo por isso os efeitos da variação da pressão. Estas cavidades podem dar origem a uma serie de acidentes, alguns graves. Poderiam descrever tais acidentes?	<a href="#">Voltar ao topo</a>

	<b>Re: Baurotraumatismos (OUVIDO)</b>	Sábado, 28/08/2004, 16:44:39
		Júlia
No mergulho, por exemplo, sob o efeito da pressão, maior no exterior do que no interior (dirigindo-se ao fundo) o tímpano encurva-se para dentro e quando é maior no interior do que no exterior (dirigindo-se à superfície) o tímpano encurva-se para fora. Para evitar este efeito há a necessidade de compensar a pressão, porque se não for realizada, o tímpano distender-se-á, provocando	<a href="#">Voltar ao top</a>	

uma sensação dolorosa que é um aviso para o mergulhador. Insistindo poderá ocorrer uma

ruptura o que irá provocar um acidente grave. A dor causada pelo reventamento do tímpano pode dar origem a uma síncope pois a entrada de água para o ouvido médio e deste para o ouvido interno provoca a vertigem de Menière e a perda do sentido de orientação.

OBS: através da trompa de eustáquio (canal que liga o ouvido médio as fossas nasais), pode-se fazer passar ar das fossas nasais para o ouvido médio e vice-versa e assim compensar as variações da pressão exterior.

Segundo Ausubel (Moreira, 1999, p.155), quando não existem os *subsunçores*, deve-se construir primeiro os conceitos necessários usando organizadores prévios, que como foi dito, são materiais instrucionais e que proporcionam a introdução, em um nível mais abrangente de abstração do que o material que deve ser aprendido, que servem de ligação entre o que o aluno já sabe e o que precisa aprender e de alguma forma aumentam a expectativa do aluno com aquilo que ele vai aprender. Outra função dos organizadores é a de explicitar a relacionabilidade entre o novo material de aprendizagem e o conhecimento prévio do aluno que pode estar obliterado ou que o aluno não percebe que está relacionado com o novo conhecimento.

*Ausubel (Moreira 1999, p. 155) recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Contrariamente a sumários, que são ordinariamente apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados num nível mais alto. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa.*

### **3.1.5 O Princípio da Assimilação**

O Princípio da Assimilação a que Ausubel se refere consiste na absorção de um novo conhecimento, potencialmente significativo, baseado e ancorado sob um conhecimento prévio já estabelecido. Nesse caso, não só a nova informação, mas também o conceito-âncora (*subsunçor*) com o qual o novo conhecimento se

relaciona e interage, são modificados pela interação, tornando-se um conhecimento prévio para novas etapas.

Por exemplo, o aluno do segundo ano do ensino médio já estudou em séries anteriores que o corpo humano é formado por esqueleto, órgãos, tecidos e que há no organismo muitos fluidos (líquidos e gases) que desempenham muitas funções dentre elas, digestão, lubrificação, refrigeração, circulação, etc. Ao aprender o conceito pressão, e mais especificamente pressão atmosférica, e o que acontece com um fluido se for submetido a pressões variadas, o aluno deve se dar conta, então, que a pressão atmosférica age no corpo humano de modo significativo e que se for submetido a variações bruscas de pressão o nosso organismo pode apresentar o que se chama de doenças descompressivas. O conhecimento prévio dele sobre o corpo humano integra um novo conhecimento que são as doenças descompressivas provocadas por variações bruscas de pressão unindo duas áreas do conhecimento, Biologia e Física.

O princípio da assimilação é, provavelmente, o núcleo firme da teoria de Ausubel.

### **3.2 A Aprendizagem segundo Vygotsky**

A aquisição do conhecimento, segundo Vygotsky (Moreira, 1999, p. 112) não ocorre sem a interação social, pois os significados dos signos são construídos socialmente, ou seja, ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma-se a si mesmo. São os instrumentos e os sistemas de signos, construídos, social, cultural e historicamente, que fazem a mediação dos seres humanos entre si e deles com o mundo, isto é, a relação homem-ambiente deve ser mediada por sistemas simbólicos, através de instrumentos e signos, particularmente a linguagem.

Instrumento é algo que pode ser usado para se fazer alguma coisa: um roteiro de trabalho, uma página em html que oriente as atividades propostas, um ambiente *e-learning* que proporcione a comunicação entre pessoas via Internet.

Signo é algo que significa alguma coisa, isto é, (objeto, forma, fenômeno, gesto, figura, som) que representa algo diferente de si mesmo.

Existem três tipos de signos:

- Indicadores: são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam. Exemplo: céu escuro, ventos com relâmpagos significa tempestade.
- Simbólicos: os que têm uma relação abstrata e arbitrária com o que significam. Exemplos: palavras, números.
- Icônicos: os que são imagens ou desenhos daquilo que significam. Exemplos: placa de trânsito, uma bonequinha presa na porta de um banheiro, o desenho de uma cadeira de rodas próximo a uma entrada ou rampa.

Nessa óptica para que haja uma aprendizagem significativa é necessário a interação social entre os indivíduos participantes do processo, de forma que eles, com seus diferentes graus de conhecimento possam trocar e discutir informações de forma que se chegue a um conhecimento aceito daquilo que se quer ensinar.

*“A interação social é, portanto, na perspectiva vygotskyana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído”.*(Moreira, 1999, p. 112)

Na proposta do trabalho a maioria das atividades é realizada em duplas, com a participação ativa nos fóruns, trabalhos de pesquisa, realização de experiências, elaboração de relatórios e realização e solução de problemas. É observado a interação entre as partes o que promove a interação social.

Como exemplo, apresento uma discussão que surgiu durante uma aula na qual se discutia se o derretimento do gelo existente nos oceanos afetaria o nível do mar.

<b>Derretimento do gelo</b>	Sexta, 24/09/2004, 20:03:45
Júlia(2)	
<p>Se o bloco de gelo está flutuando no mar é porque seu peso é igual ao empuxo que recebe. <math>E = P</math></p> $d_1 \cdot v_1 \cdot g = m_c \cdot g$ $v_1 = m_c/d_1$ <p>A massa do bloco permanece a mesma (o que se modifica é o seu volume) e a densidade do líquido também permanece a mesma. Portanto, o nível de água não se altera, já que o volume de líquido deslocado não é modificado.</p>	<a href="#">Voltar ao topo</a>

**Derretimento do "gelo"**

Domingo, 26/09/2004,

	14:02:58
	Gustavo
Diferentemente do que todos falaram anteriormente, o derretimento das geleiras e icebergs influencia sim no nível do mar! Quem nunca ouviu dizer que, com o aquecimento global, as geleiras estão derretendo e, conseqüentemente, o nível dos oceanos está subindo? Um iceberg flutua na água, mas isso não quer dizer que ele está com todo o seu volume embaixo da água!	

<b>Derretimento de Gelo</b>	Domingo, 26/09/2004, 20:38:54
	Carolina (2)
Para o gelo flutuar é necessário que seu peso seja igual ao empuxo. Quando derrete a densidade e a massa do gelo continuarão a mesma, o que muda é o seu volume. O nível do mar não se altera, pois o volume de líquido deslocado será o mesmo.	
[ Carolina e Mariana] [Turma 202]	

19. Derretimento	Domingo, 26/09/2004, 21:23:42
	Lucas (2)
Sim, se as calotas polares derretessem, com certeza, influenciaria no nível do mar. (Turma 201)	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Curiosidade</b>	Quarta, 29/09/2004, 14:02:19
	Júlia
O derretimento das calotas polares não interfere o nível oceânico quando estamos nos referindo aos enormes pedaços de gelo flutuantes (icebergs), visto que essas já ocupam certo espaço dentro da água (logo $E = P$ e o volume de líquido deslocado não é alterado). Contudo se fizermos referência ao gelo que se encontra nos continentes (Círculo Polar Ártico e Antártico), seu derretimento, realmente, provoca um acréscimo no nível oceânico. Deve-se isso ao fato de o gelo estar acima de um pedaço de terra e não em contato direto com o mar. Conseqüentemente conclui-se que esse líquido ainda não ocupa um espaço no mar e, então, a água decorrente desse fenômeno aumenta o nível dos oceanos. Por isso é que os livros e reportagens, que abordam o assunto efeito estufa, mencionam que sua intensificação pode gerar um gravíssimo problema que é o alagamento de áreas terrestres menos elevadas em decorrência do derretimento do gelo.	<a href="#">Voltar ao topo</a>
	Quarta, 29/09/2004, 19:21:49
	Marcelo
Mesmo quando o gelo muda de estado sua massa não muda e sim o volume. A densidade da água num se altera por isso seu nível também não muda, pois o volume de água deslocada não se modifica.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

Como não houve tempo suficiente na sala de aula para explorar a discussão, o assunto foi levado para o fórum de discussão no TelEduc. Essa situação se repetiu diversas vezes. Ao desenvolver o trabalho, foi proposta uma série de atividades práticas que são realizadas em sala de aula com apresentação de conclusão e

relatório para o grande grupo. Esse tipo de atividade que proporciona a troca de informações entre os alunos com conclusões, muitas vezes inicialmente erradas, facilita a ida e a vinda, e a elaboração e correção, de conhecimento prévio do aprendiz.

Ao apresentar e descrever, no capítulo seguinte, o instrumento elaborado, que faz uso principalmente de signos simbólicos e icônicos, para o desenvolvimento do trabalho, serão mostradas e explicadas com detalhes as atividades.

## 4 CAPÍTULO IV – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE APRENDIZAGEM: MATERIAIS UTILIZADOS e METODOLOGIA

Nesse capítulo é feito um relato do trabalho de aprendizagem: materiais utilizados, materiais produzidos e metodologia.

### 4.1 Materiais Utilizados

#### 4.1.1 TelEduc (ambiente que proporciona o ensino a distância)

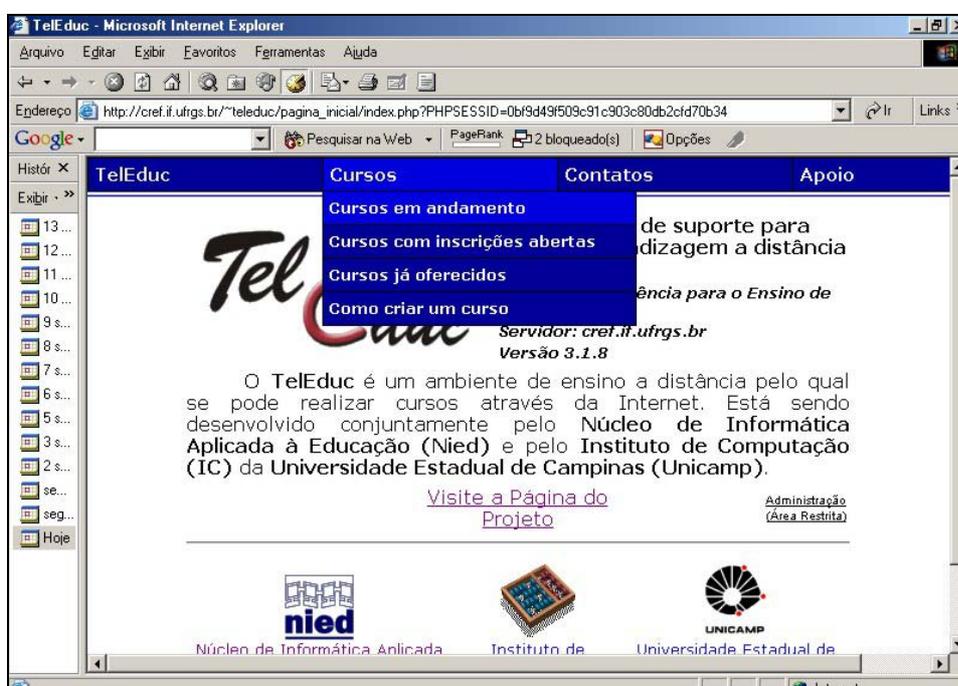
A maioria das universidades brasileiras conta hoje com alguma plataforma de ensino virtual para educação a distância ou educação presencial com suporte tecnológico. Tais plataformas integram em “salas de aula virtuais” funcionalidades tais como *chat*, listas de discussão, espaços para *upload* e *download* de arquivos, portfólio de estudantes, espaço para abrigar material pedagógico, entre outras. Algumas escolas do ensino fundamental e ensino médio também já estão utilizando esse recurso para desenvolver atividades de ensino a distância. Nosso trabalho faz uso do ambiente TelEduc que é um ambiente de ensino a distância pelo qual se pode realizar cursos através da Internet e que foi projetado e ainda está sendo aprimorado pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied) e o Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O TelEduc está sendo desenvolvido de forma participativa, ou seja, todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários, isto é, apresenta um conjunto de funções de fácil manejo, flexibilidade de como ou quando usá-lo e é livre onde se pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo, pois ele tem o código aberto, sob os termos da GNU General Public License versão 2, como publicada pela Free Software Foundation.

O **TelEduc** foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza **Atividades**. Segundo seus autores, possibilita a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimento é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de diferentes materiais didáticos como textos, *software*, referências na Internet, dentre outros, que podem ser colocadas

para o aluno usando ferramentas como: Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc. Todo o material disponibilizado no ambiente deve ser previamente elaborado e selecionado pelo professor externamente para depois ser inserido no ambiente.

A interface do ambiente é clara, organizada não apresentando poluição visual e de fácil navegação pelo usuário. Para exemplificar são colocadas as figuras 4.1 e 4.2.

Ao acessar o endereço que disponibilizará o curso projetado pelo professor aparece a seguinte tela:



**Figura 4.1** – Interface da tela inicial do *software* TelEduc para acessar o curso.

Para o aprendiz ter acesso ao curso é necessário que ele receba uma senha que lhe é enviada por *e-mail* logo após ele preencher a inscrição fornecendo alguns dados pessoais tais como: nome completo, idade, escolaridade (ou profissão), *e-mail*, *login*, etc. A página de entrada do curso com a programação do dia é a AGENDA. À esquerda estão as ferramentas que serão utilizadas durante o curso e, à direita, é apresentado o conteúdo correspondente àquela determinada ferramenta selecionada na parte esquerda, conforme a figura 4.2.

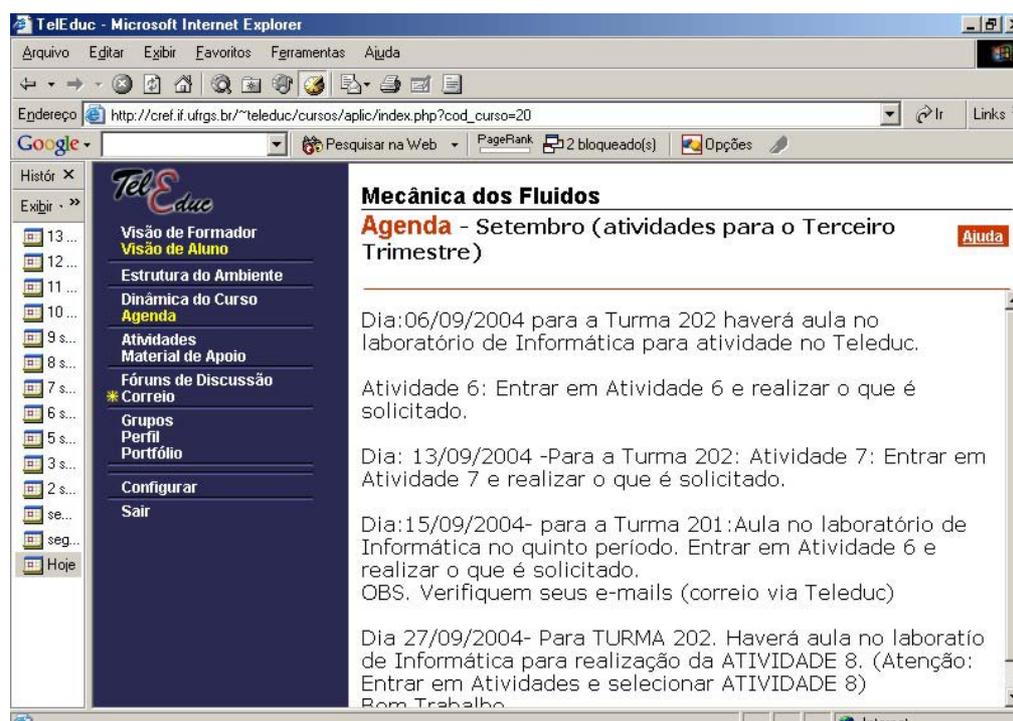


Figura 4.2 – Interface da página de entrada do curso com a programação.

Segundo os autores do TelEduc<sup>12</sup>, os recursos do ambiente estão distribuídos de acordo com o perfil de seus usuários: alunos e formadores (professores).

As ferramentas disponibilizadas no ambiente são:

- **Estrutura do ambiente:** esta página apresenta informações gerais sobre o ambiente TelEduc. Suas ferramentas são apresentadas e seus propósitos de utilização são explicitados. É uma ferramenta obrigatória e é visível por todos os participantes.
- **Dinâmica do curso:** contém informações sobre a metodologia e a organização do curso. É uma ferramenta obrigatória e é visível por todos os participantes.
- **Agenda:** é a página de entrada do ambiente e do curso em andamento. Pode conter a programação de um determinado período

<sup>12</sup> TelEduc: pode ser acessado no endereço: <http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>

do curso (diária, semanal, etc.). É uma ferramenta obrigatória e é visível por todos os participantes.

- **Atividades:** pode conter as atividades propostas e elaboradas pelo professor para a serem realizadas no curso.
- **Material de Apoio:** previsto para apresentar artigos pertinentes ao assunto ou tema trabalhado no curso indicando algumas sugestões de revistas, jornais, endereços na *web*, etc. Funciona como uma pequena biblioteca.
- **Perguntas Frequentes:** projetada para conter a relação das perguntas realizadas com maior frequência durante o curso e suas respectivas respostas.
- **Parada Obrigatória:** pode conter materiais que visam desencadear reflexões e discussões entre os participantes ao longo do curso.
- **Mural:** espaço reservado para todos os participantes disponibilizarem informações consideradas relevantes no contexto do curso.
- **Fóruns de discussão:** permite acesso a uma página que contém os tópicos em discussão naquele momento do andamento do curso, permitindo o acompanhamento da discussão através da visualização de forma estruturada das mensagens já enviadas e a participação na mesma por meio de envio de mensagens.
- **Bate-papo:** permite uma conversa em tempo-real entre os alunos do curso e os formadores. Os horários são pré-determinados pelo professor.
- **Correio:** os participantes do curso podem trocar *e-mails* dentro do próprio ambiente. Sempre que há uma mensagem nova ou mensagem não lida aparece um asterisco amarelo ao lado da palavra correio no quadro menu da esquerda, alertando o usuário que há mensagem nova.
- **Grupos:** permite a formação de grupos para distribuição de tarefas.
- **Perfil:** trata-se de um espaço reservado para que cada participante do curso possa se apresentar aos demais de maneira informal,

descrevendo suas principais características, além de permitir a edição de dados pessoais. O objetivo fundamental do Perfil é fornecer um mecanismo para que os participantes possam se “conhecer a distância” visando ações de comprometimento entre o grupo. Além disso, favorece a escolha de parceiros para o desenvolvimento de atividades do curso (formação de grupos de pessoas com interesses em comum).

- **Diário de Bordo:** são anotações pessoais que o indivíduo faz podendo compartilhar com os demais participantes do curso. É um espaço para se registrar experiências, dúvidas, idéias de como vai ser encaminhado o trabalho, etc.
- **Portfólio:** essa ferramenta funciona como se fosse uma pasta onde o aluno guarda todo o seu material desenvolvido durante o curso. Podem armazenar textos e arquivos utilizados e/ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da Internet. Esses dados podem ser particulares, compartilhados apenas com os formadores ou compartilhados com todos os participantes do curso. Cada participante pode ver os demais portfólios e comentá-los se assim o desejar.
- **Acessos:** permite acompanhar a frequência de acesso dos usuários ao curso e às suas ferramentas.
- **Intermap:** permite aos formadores visualizar a interação dos participantes do curso nas ferramentas Correio, Fóruns de Discussão e Bate-Papo, facilitando o acompanhamento do curso.
- **Configurar:** permite a mudança de senha pelo usuário. É uma ferramenta obrigatória e é visível por todos.
- **Administração:** essa ferramenta é de uso exclusivo aos formadores (professores). Os alunos não têm acesso. Permite gerenciar as ferramentas do curso, as pessoas que participam do curso e ainda alterar dados do curso. É uma ferramenta obrigatória e é visível somente pelo formador.

As funcionalidades disponibilizadas dentro de Administração são:

- Visualizar / Alterar Dados e Cronograma do Curso
  - Escolher e Destacar Ferramentas do Curso
  - Inscrever Alunos e Formadores
  - Gerenciamento de Inscrições, Alunos e Formadores
  - Alterar Nomenclatura do Coordenador
  - Enviar Senha
- 
- **Suporte:** Permite aos formadores entrar em contato com o suporte do Ambiente (administrador do TelEduc) através de *e-mail*. É uma ferramenta obrigatória e é visível somente pelo formador.
  - **Sair:** permite a saída do ambiente pelo usuário. É uma ferramenta obrigatória e é visível por todos os participantes.

As ferramentas Atividades, Material de Apoio, Leituras, Perguntas mais Frequentes, Mural, Parada Obrigatória, Fóruns, Bate-papo, Correio, Grupo, Perfil, Diário, Portfólio e Intermap são selecionadas pelo formador se serão visíveis para todos os participantes, ou somente para os formadores ou serão excluídas do curso de modo que ninguém terá acesso a elas. O formador tem a liberdade de excluí-las no início do curso e na medida que os alunos passam a se familiarizar com o ambiente o formador pode incluir gradativamente as ferramentas que julgar necessárias, para aquela etapa do trabalho. Um asterisco amarelo aparece ao lado de algumas ferramentas sempre que há uma leitura nova não lida, ou mensagem postada nos fóruns não vista, alertando o usuário para a novidade.

Para trabalhar com o TelEduc é necessário, no mínimo um PC-pentiumII-333MHz, 64MB de RAM, 4,5GB de disco rígido e o sistema operacional é LINUX. O servido WEB é APACHE (<http://httpd.apache.org/>) e Navegador Internet Explorer 6.0 ou superior (<http://www.microsoft.com/ie/>) ou Netscape 4.78 ou superior (<http://channels.netscape.com/ns/browsers/>) ou ainda Mozilla 1,0 ou superior (<http://www.mozilla.org/>)

#### 4.1.2 Página em html (projeto de aprendizagem)

Foi desenvolvida uma página em linguagem html que apresenta todas as atividades solicitadas no ambiente TelEduc. A proposta do trabalho apresenta seis módulos (que serão apresentados neste trabalho de dissertação) organizados de forma seqüencial em relação ao nível de dificuldade. Cada módulo procura trazer do anterior os conceitos já estudados retomando-os e integrando-os ao novo conhecimento. Reiterando:

*“Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não-litera. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo”. (Ausubel, apud Moreira, 1999, p.21)*

*“As idéias e os conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhes e de especificidade”. (Ausubel, apud Moreira, 1999; p.116)*

No início de cada módulo é apresentada uma tela que mostra ícones relacionados com a atividade proposta. Para iniciar o módulo é apresentado um pequeno texto onde conceitos necessários são apresentados e posteriormente discutidos para embasar o desenvolvimento do corpo de conhecimento Mecânica dos Fluidos. Esses textos funcionam como *organizadores prévios*. Segundo Ausubel (Ausubel apud Moreira, 1983), os *Organizadores Prévios* devem ser pensados e elaborados utilizando-se de uma linguagem e de conceitos já familiares ao aluno.

Além de textos relacionados com aspectos gerais do corpo do conhecimento a ser estudado, há também textos que relatam aspectos históricos, animações elaboradas utilizando-se o *programa Macromedia Flash MX*<sup>13</sup> e vídeos reproduzindo algumas das experiências realizadas pelos alunos em sala de aula.

As atividades estão separadas em seis módulos. Cada módulo apresenta os mesmos ícones que correspondem a atividades específicas. A figura 4.3 representa a interface de cada módulo. Junto com a página elaborada há um *link* que leva a uma página (hipertexto) de consulta feita em 2002 durante a realização da disciplina

---

<sup>13</sup> Macromedia Flash MX: programa de criação multimídia.

(Stensmann, 2002) Novas Tecnologias no Ensino da Física I, ministrada pela professora Eliane Veit.

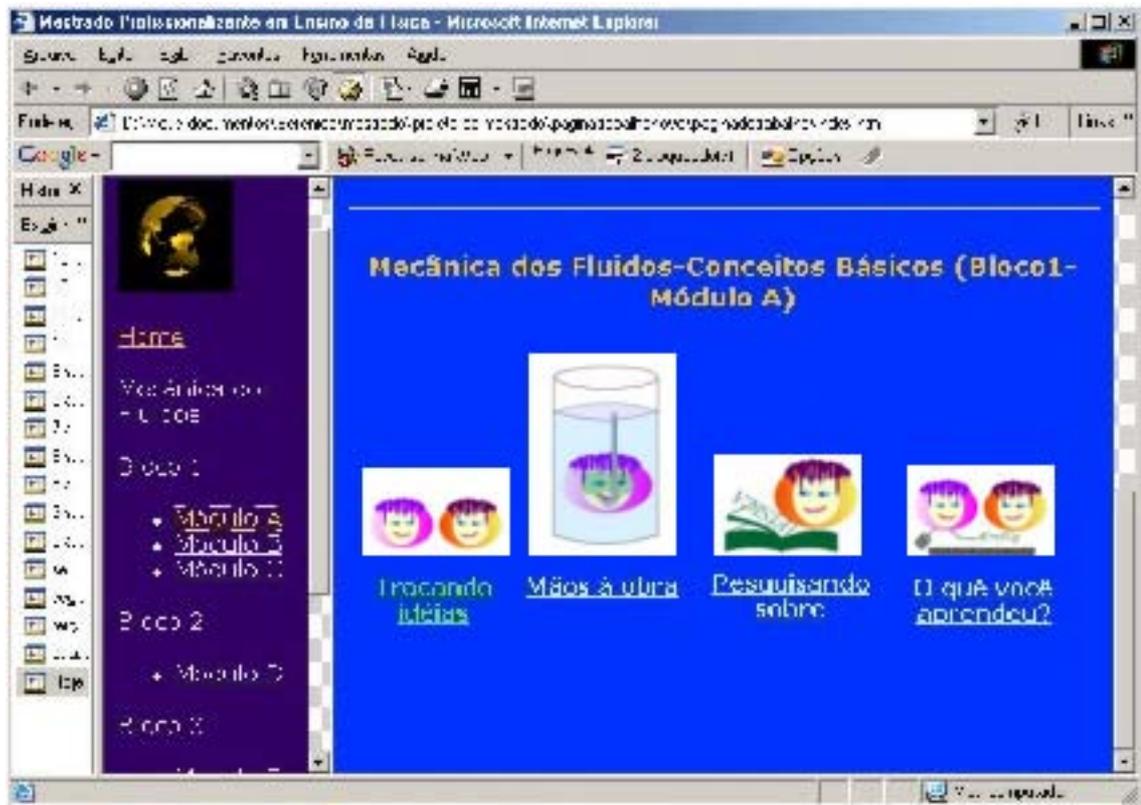


Figura 4.3 – Interface inicial de cada Módulo

## OS ÍCONES



Este ícone, TROCANDO IDÉIAS, leva o aluno à página que contém um texto que serve como *pseudo-organizador prévio* (Moreira, 1999) ao conhecimento a ser desenvolvido no Módulo corresponde, lançando algumas perguntas sobre conceitos básicos necessários para o andamento da matéria. Esses conceitos são discutidos no ambiente TelEduc através de fóruns previamente criados ou propostos pelo professor.

Ao clicar neste ícone aparece a tela, ilustrada nas figuras 4.4 e 4.5, com as recomendações da atividade proposta e o texto.

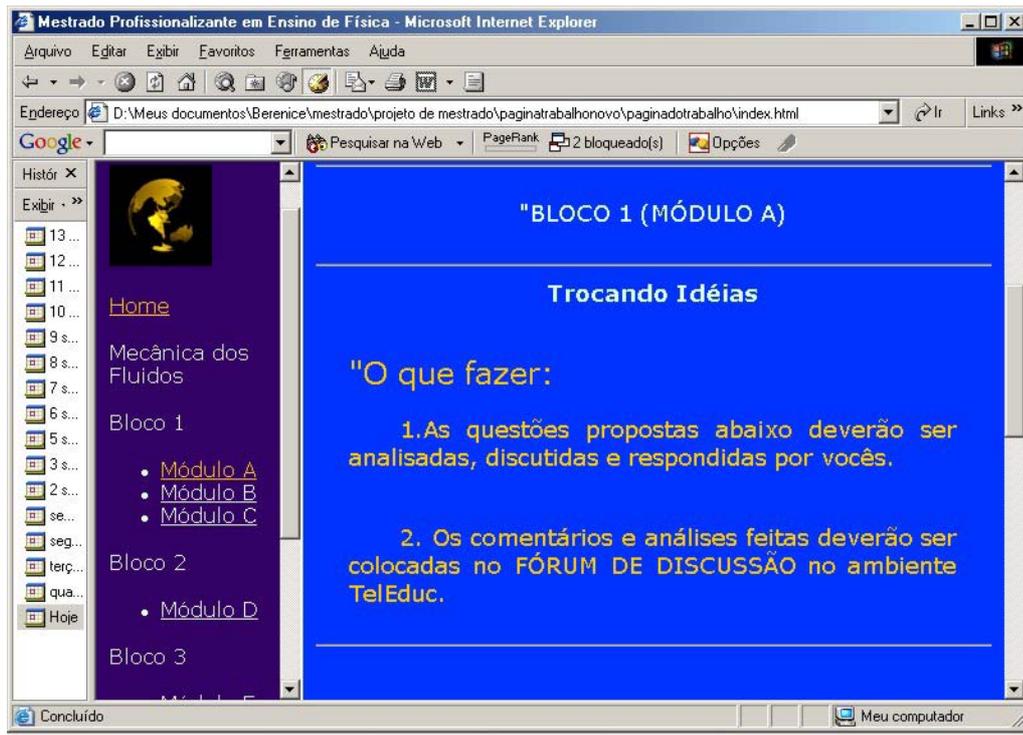


Figura 4.4 – Ilustra a atividade proposta no Ícone “Trocando Idéias”

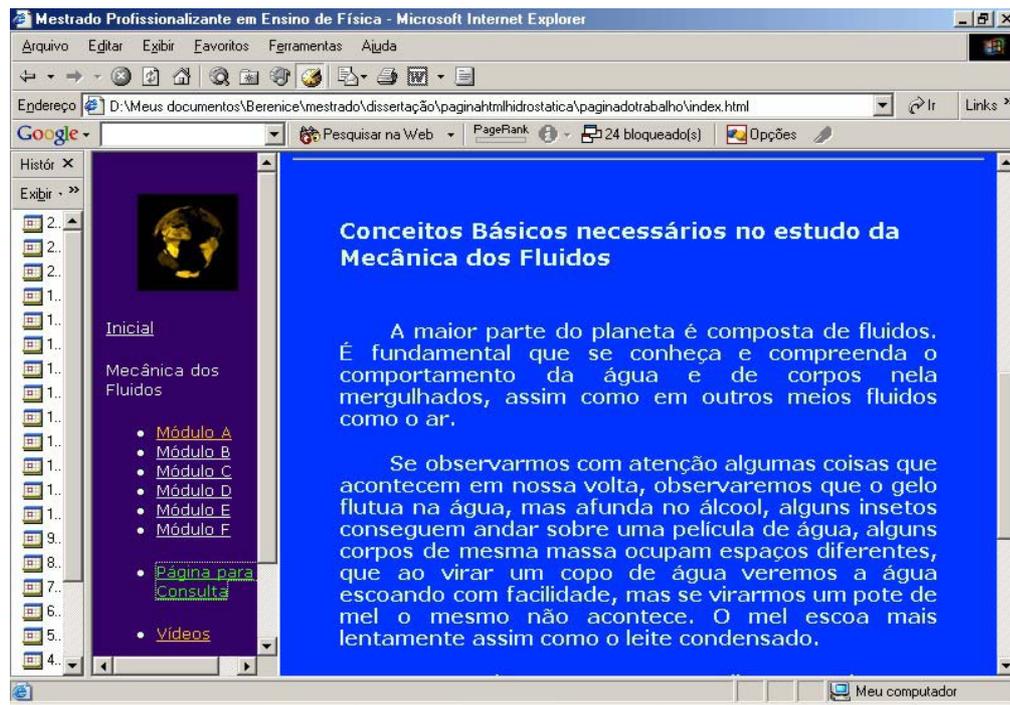
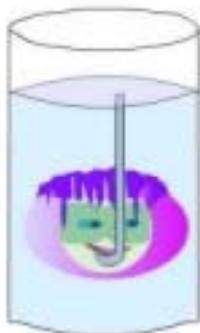


Figura 4.5 – Ilustra a página com o texto correspondente ao Módulo trabalhado



Este ícone, MÃOS À OBRA, leva o aluno à página que contém uma série de experiências simples que podem ser realizadas em casa ou em aula, que se referem aos conceitos discutidos em TROCANDO IDÉIAS do referido Módulo. Para exemplificar observemos a figura 4.6.

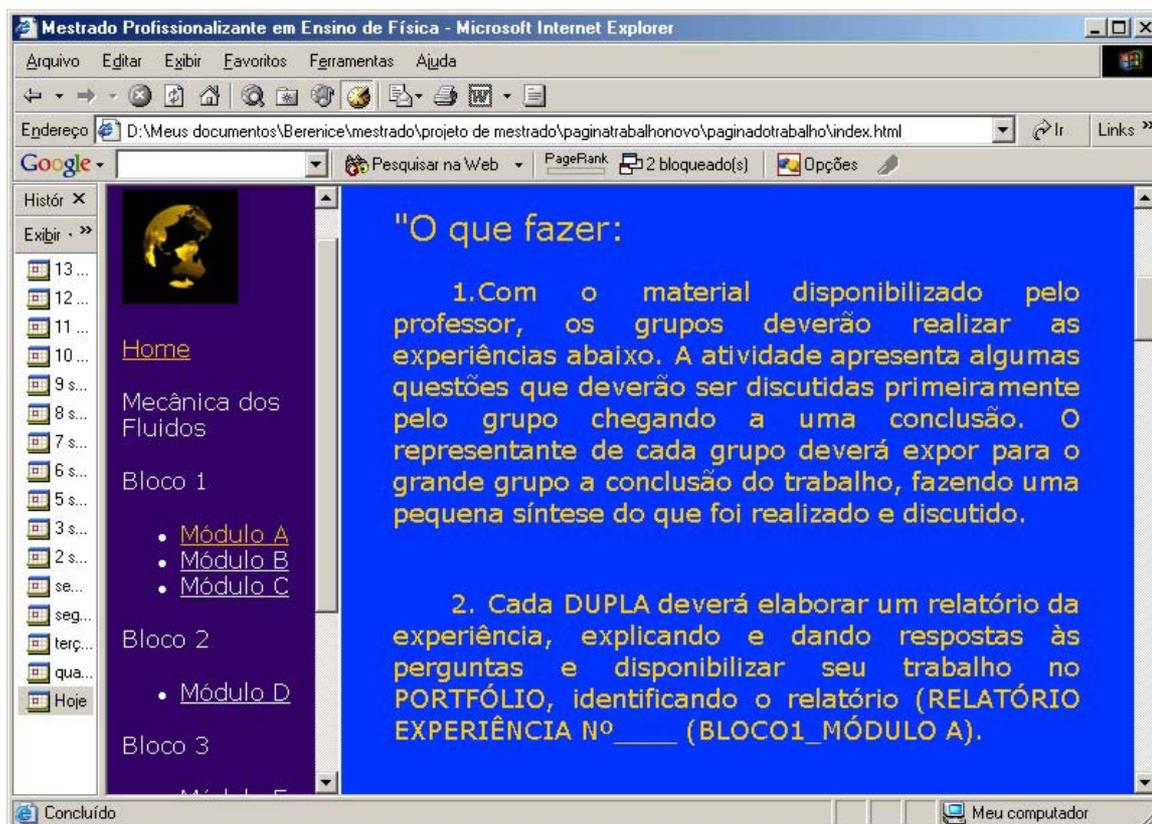


Figura 4.6 – Ilustra a página com as atividades propostas no ícone “Mãos à Obra”



Este ícone, PESQUISANDO SOBRE, conduz o aluno à atividade em que deverá realizar uma pesquisa sobre os conceitos desenvolvidos e discutidos relacionando-os com as experiências realizadas no Módulo correspondente. Para ilustrar observemos a figura 4.7.

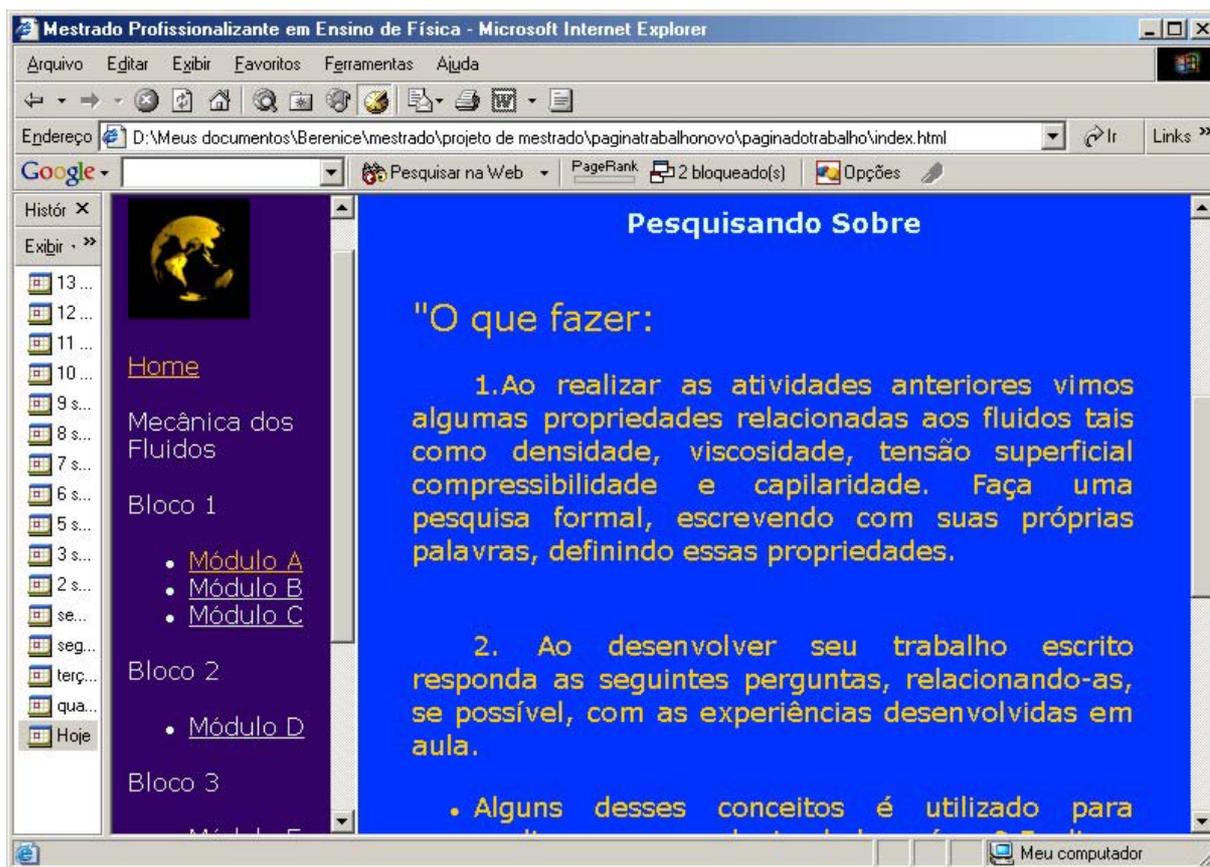
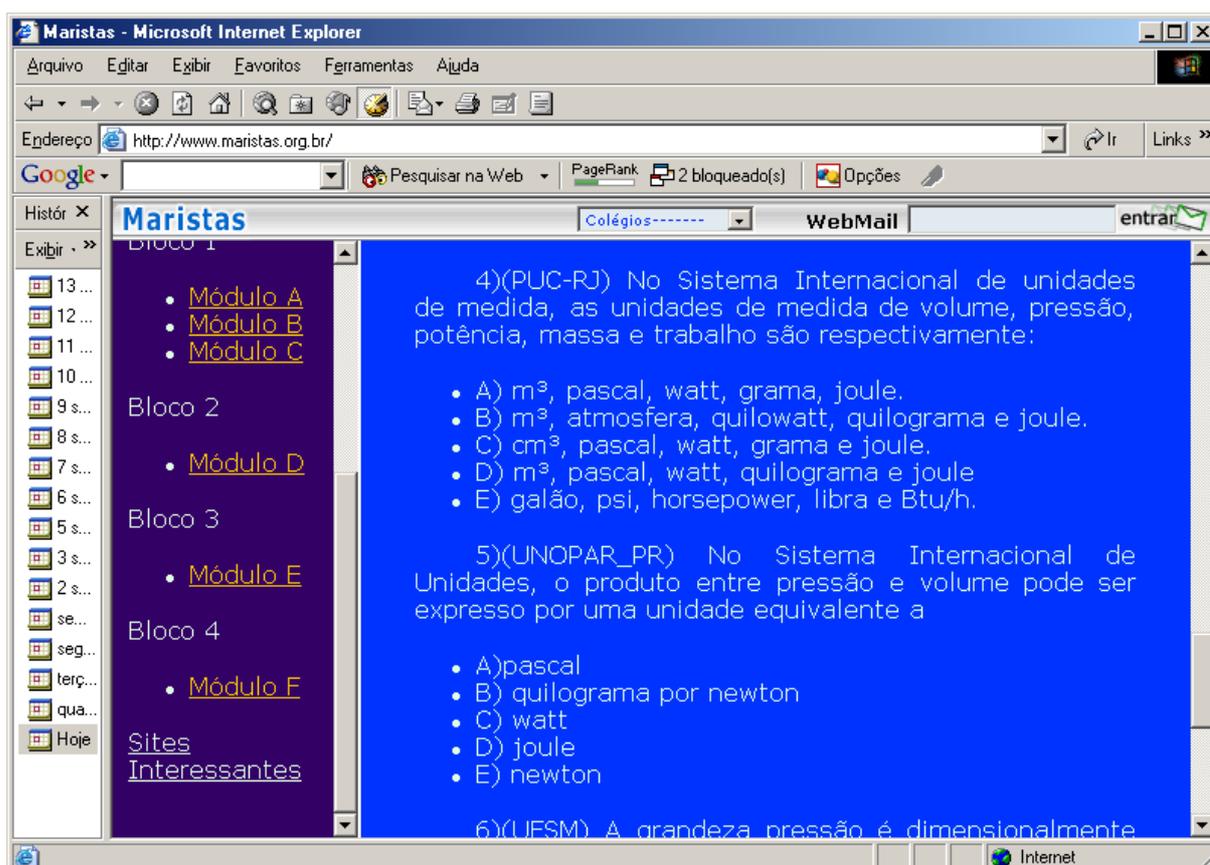


Figura 4.7 – Ilustra a página com as atividades propostas no ícone “Pesquisando Sobre”.



O ícone O QUE VOCÊ APRENDEU? encaminha os alunos a uma tela que mostra uma série de problemas e situações que deverão resolver postando suas respostas no ambiente TelEduc, em específico, na ferramenta Portfólio. Os trabalhos são corrigidos pelo professor e são discutidas as questões em que aparecem maior índice de erros, retomando-se conceitos ainda não incorporados pelos alunos. A figura 4.8 ilustra a interface desta tela.



**Figura 4.8** – Ilustra a página com problemas propostos no Ícone “O Que Você Aprendeu?”



O ícone UM POUCO DE HISTÓRIA não está em todos os módulos. Ele leva o aluno a uma página, ilustrada na figura 4.9, que traz um pouco sobre a história da Mecânica dos Fluidos, contextualizando a História na Física.

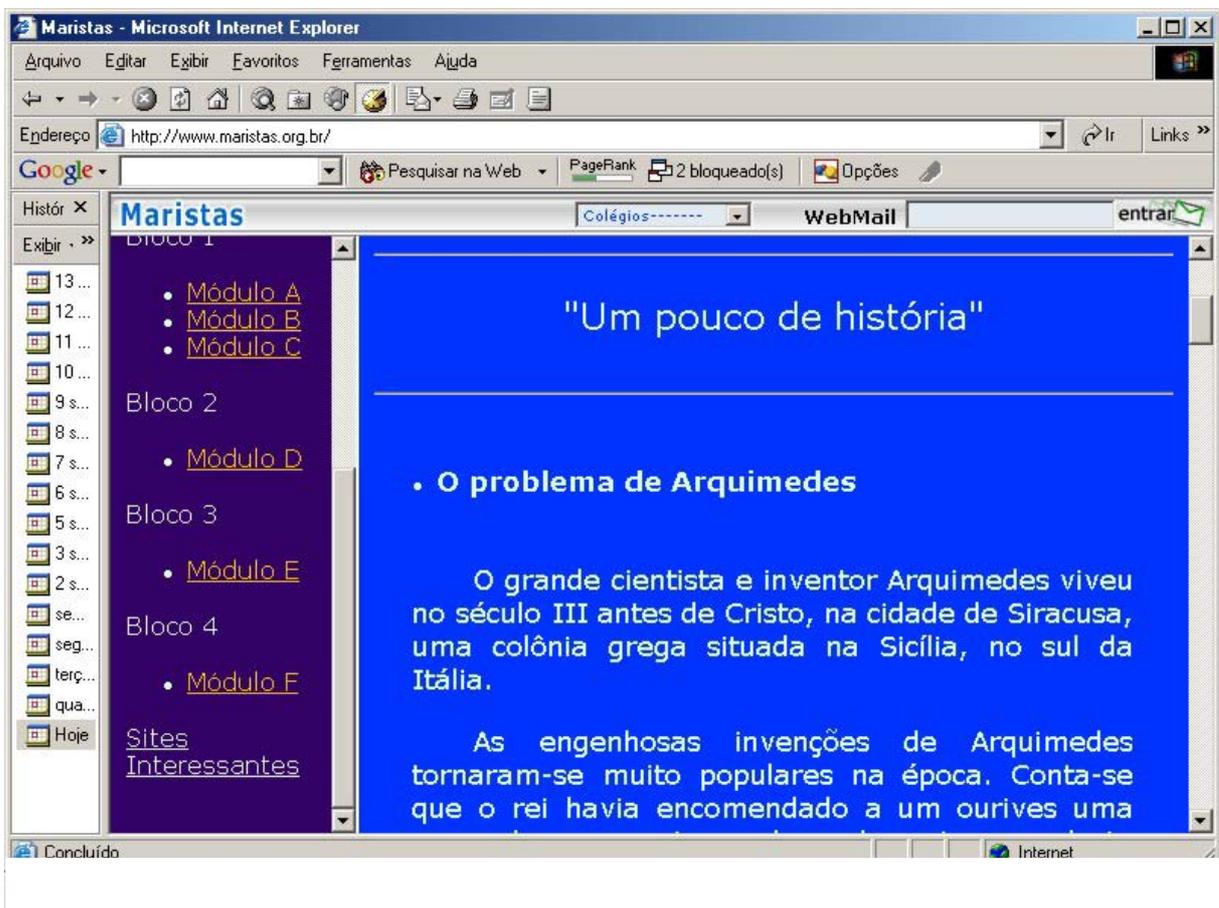


Figura 4.9 – Ilustra a página “Um pouco de história”.

### 4.1.3 Experiências Práticas

Foram realizadas ao longo da aplicação do projeto de aprendizagem algumas experiências práticas, descritas nesse trabalho, relacionadas com o assunto escolhido, Mecânica dos Fluidos. Essas experiências fazem parte da Etapa MÃOS à

OBRA da página *html* elaborada. A maioria das experiências é simples, com material alternativo, barato e de fácil aquisição. Como o Colégio Marista Rosário dispunha de um conjunto de dez Empuxômetros, equipamento desenvolvido pelo Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa, CIDEPE, esse material foi utilizado na proposta do trabalho. Na falta dele é possível substituir e fazer com que os alunos construam seus próprios empuxômetros.

Para demonstrar o *lift* e o arraste sofrido por um aerofólio, foi desenvolvido um protótipo de asa de avião. A escola dispõe de uma turbina antiga que produz o fluxo de ar necessário para simular um túnel de vento e que foi aproveitada para a demonstração. Essa atividade foi apresentada no “Mãos à Obra” do Módulo F e depois capturada para um arquivo de vídeo que pudesse ser disponibilizado na Internet de modo que os alunos a pudessem visualizar tantas vezes quanto necessário. O projeto do protótipo é apresentado, através de imagens, no Apêndice 1. Juntamente com o aerofólio, temos um tubo de Pitot que foi utilizado para medir a velocidade do fluxo de ar na saída do gerador de vento.

#### **4.1.4 Pré-Teste**

Antes de iniciar o desenvolvimento do conteúdo foi aplicado a todos os alunos da segunda série do ensino médio um pré-teste com treze questões, apresentadas no Capítulo V, para obter um levantamento do conhecimento prévio dos alunos.

#### **4.1.5 Animações**

As animações foram feitas utilizando-se o programa Flash MX.

Para a realização dessas animações foi necessário fazer, durante o mês de janeiro de 2004, o curso Projeto e Desenvolvimento de Materiais Educacionais com Flash MX, oferecido pelo Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob a coordenação da professora Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco.

A descrição dessas animações está no item 4.3 desse trabalho, onde descrevo o produto desenvolvido.

## 4.2 Metodologia

### 4.2.1 Público Alvo

O trabalho foi elaborado para ser desenvolvido o tema Mecânica dos Fluidos e aplicado a duas turmas (201 e 202), num total de oitenta e cinco alunos, da segunda série do ensino médio do Colégio Marista Rosário, de Porto Alegre, durante o segundo e terceiro trimestres de 2004.

Antes de aplicar o projeto de aprendizagem com os alunos das turmas 201 e 202 foi realizado um projeto piloto que foi trabalhado para averiguar como eles e os formadores iriam se habituar com o ambiente de ensino a distância TelEduc. Essa ambientação foi necessária para que os formadores conhecessem os procedimentos para criar um curso, inscrever os alunos, enviar senha, inserir material elaborado no TelEduc, escolher incluindo e excluindo as ferramentas e também analisar a receptividade dos alunos. Os alunos que participaram do projeto piloto não foram os mesmos que participaram do projeto final referente à Mecânica dos Fluidos, eles eram das turmas 208 e 209. O assunto desenvolvido nesse projeto piloto foi Energia, discutindo-se tipos, necessidades, diferenças, geração, fontes e conseqüências da sua utilização.

O Colégio Marista Rosário possui nove turmas de segunda série do ensino médio, aproximadamente trezentos e sessenta e cinco alunos. O número certo dos alunos oscila, pois temos alguns que saem em meses distintos para intercâmbio participando em parte do projeto e outros alunos que ingressam na escola no meio do período letivo também em meses distintos.

As turmas não foram escolhidas ao acaso e sim pela suas características, apresentadas durante o primeiro trimestre do ano letivo, a seguir descritas.

A turma 201 podia ser caracterizada como uma turma barulhenta, inquieta, desorganizada e heterogênea. Havia um grupo, mais que a metade da turma, cujo rendimento era bom em quase todas as disciplinas e um pequeno grupo cujos alunos apresentavam grandes dificuldades. No primeiro, apresentavam pré-requisitos e uma grande disposição para discutir, trazendo exemplos do dia-a-dia para a sala de aula, no segundo não, eram apáticos e inibidos pelos colegas. As colocações eram feitas, pelo primeiro grupo, na maioria das vezes, todos ao mesmo tempo, inclusive com a presença do professor. A turma se caracterizava pela

indisciplina e era muito complicado para se trabalhar aulas ditas normalmente tradicionais, isto é, apenas o professor explanando e os alunos ouvindo.

A turma 202 apresentava algumas características opostas, eram quietos, tímidos e muitas vezes passivos. Apresentavam uma organização e uma responsabilidade em relação às atividades para casa exemplares, com exceção de uma minoria de cinco alunos. Seu rendimento em relação a todas as disciplinas era regular apresentando algumas dificuldades graves, mesmo sendo uma turma disciplinada.

As duas turmas foram escolhidas por apresentarem essas características juntamente com a disponibilidade da distribuição dos períodos com pelo menos um encontro com dois períodos de 50 minutos consecutivos e outro com um período simples.

Enquanto as turmas de controle, com duzentos e oitenta alunos, desenvolveram o assunto num período normal tendo apenas três encontros semanais, as turmas experimentais abordaram o assunto nesse mesmo período, estendendo-se as discussões e realizações de tarefas via TelEduc praticamente o semestre inteiro sem atrasar os conteúdos programados para a série, pois esses foram abordados de forma paralela.

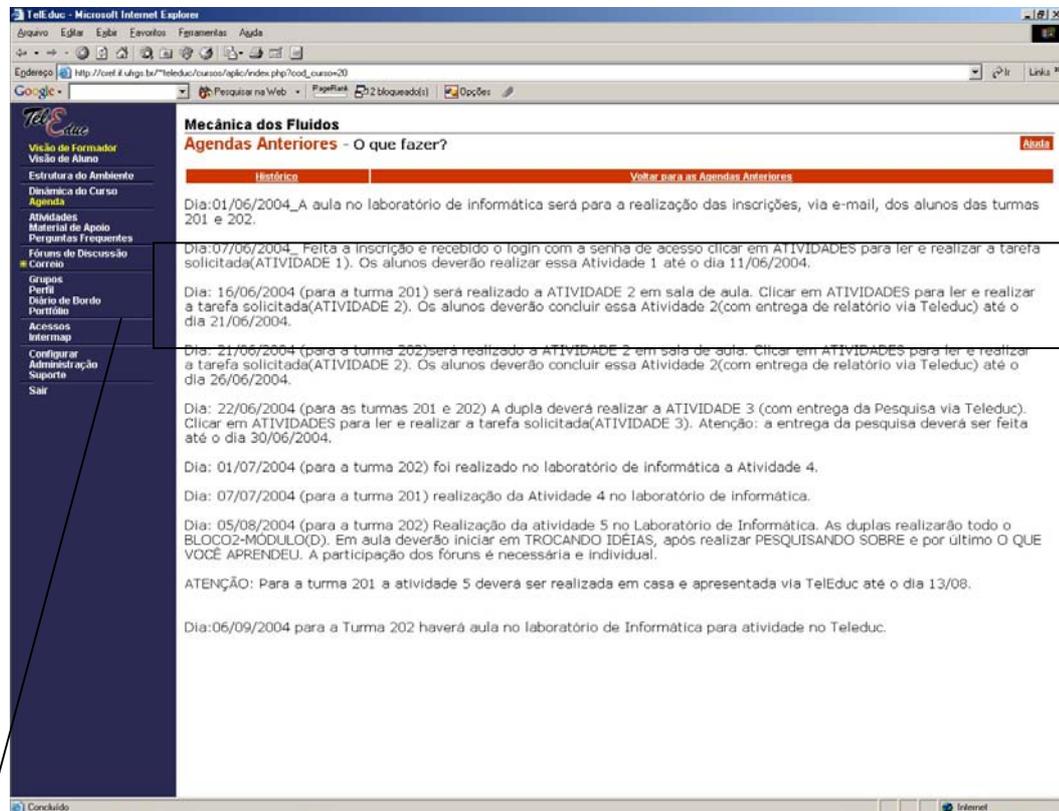
#### **4.2.2 Etapas do Trabalho de Ensino e Aprendizagem**

Foi necessário reservar aulas no laboratório de informática com bastante antecedência, pois a escola disponibiliza apenas três laboratórios com vinte e dois computadores cada, para todo o ensino médio. Nem todas as aulas reservadas no laboratório de informática foram utilizadas, pois muitas atividades os alunos realizaram em casa. Antes de dar início ao trabalho, foi aplicado um pré-teste com todas as nove turmas com o objetivo de fazer uma avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos.

##### **4.2.2.1 A inscrição**

A primeira aula foi no Laboratório de Informática, onde os alunos acessaram o endereço <http://cref.if.ufrgs.br/~teleduc/>, fazendo suas inscrições no curso proposto. Todas as orientações de como fazer a inscrição foram apresentadas no início do período de cinquenta minutos. Essa tarefa é bem rápida e não leva mais do que dez minutos para que cada aluno finalize sua inscrição. O restante do período foi

utilizado para mostrar através do data-show o ambiente TelEduc acessando-o com senha do professor previamente cadastrada. A figura 4.10 ilustra a página que mostra as tarefas solicitadas descritas na ferramenta Agenda.



**Figura 4.10** - Interface da página quando se acessa a ferramenta Agenda.

Em detalhe:

Dia 0/06/2004 – A aula no laboratório de Informática será para a realização das inscrições das turmas 201 e 202.

Dia 07/06/2004 \_ Feita a inscrição e recebido o login com a senha de acesso clicar em ATIVIDADES para ler e realizar a tarefa solicitada (ATIVIDADE 1). Os alunos deverão realizar esta Atividade 1 até o dia 11/06/2004.

A apresentação do ambiente TelEduc aumentou a expectativa dos alunos favorecendo a aplicação do trabalho.

Após a realização da primeira aula as demais foram reservadas para desenvolver o trabalho proposto no projeto de aprendizagem. As etapas descritas abaixo se repetem a cada Módulo:

#### 4.2.2.2 Primeira Etapa:

No Laboratório de Informática os alunos acessaram o ambiente Teleduc e como solicitado na Agenda, entraram em ATIVIDADES. A figura 4.11 ilustra a interface dessa ferramenta.

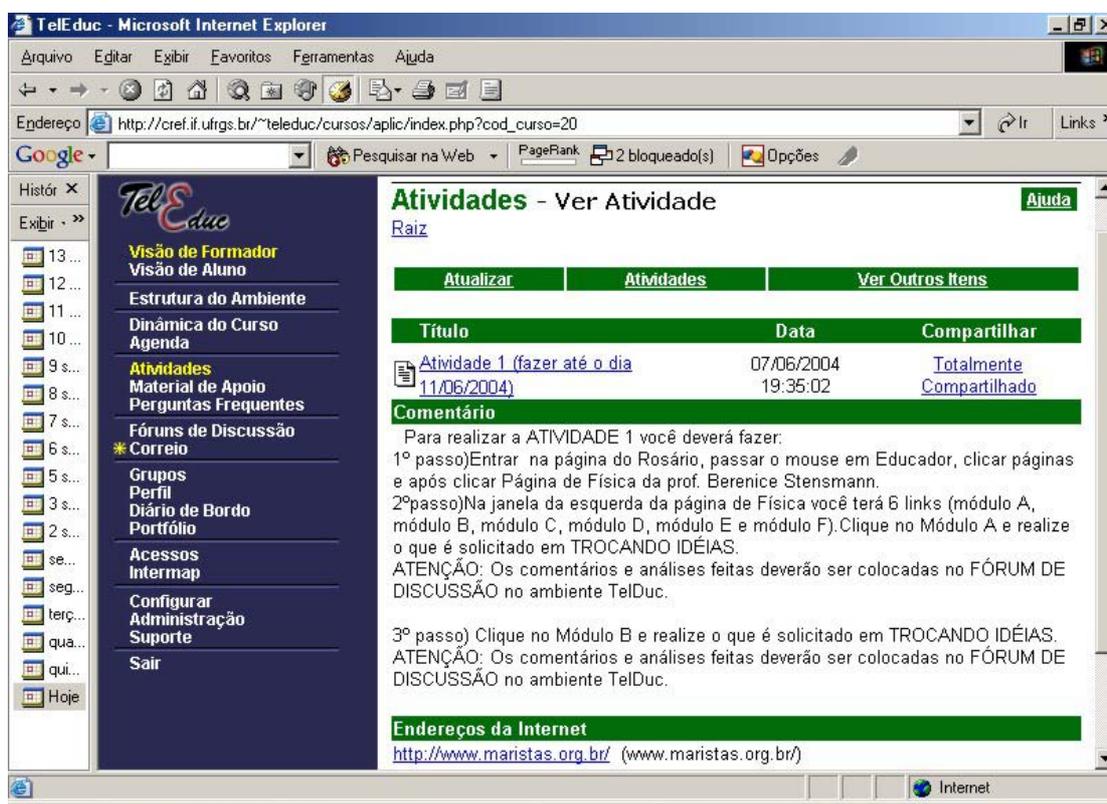


Figura 4.11 - Interface da página quando se acessa a ferramenta Atividade.

A atividade solicitada era acessar a página em html elaborada pelo professor selecionando primeiramente o Módulo A “clcando” em TROCANDO IDÉIAS. Após ler um pequeno texto (servindo de um pseudo-organizador prévio), o aluno foi solicitado a postar nos fóruns, previamente criados no ambiente Teleduc, o que ele sabia ou conhecia sobre alguns conceitos básicos para se desenvolver o assunto.

Nessa etapa, foi solicitado que o aluno utilizasse seu conhecimento prévio sobre algumas definições, onde surgiram conceitos e idéias erradas e certas. Cabe lembrar que

*“O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos” (Novak apud Moreira, 1999 p.42)*

Com essas colocações feitas pelos alunos foi possível discutir em sala de aula algumas idéias postadas nos fóruns de forma a instigar novas perguntas que os levassem a perceber seus erros e salientar seus acertos. Segundo Ausubel,

*“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional em um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo”.*(Ausubel apud Moreira, 1980, p.18).

Feito esse levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, é encaminhada a segunda etapa.

#### **4.2.2.3 Segunda Etapa**

Refere-se à realização de experiências simples selecionadas pelo professor e disponibilizadas em MÃOS à OBRA. As experiências foram realizadas em sala de aula por duplas de alunos. Todo o material necessário para a realização dessa atividade foi fornecido pelo professor para evitar alguns transtornos que poderiam surgir devido à falta de material. Em alguns Módulos a experiência era demonstrativa, isto é, realizada pelo professor e também através de animações produzidas no programa Flash MX.

Conforme o tempo disponibilizado pela escola para o professor é recomendado distribuir o material em kits para agilizar a atividade e também é conveniente distribuir de forma aleatória para as duplas.

Numa turma de quarenta e dois alunos havia vinte e um grupos de dois alunos, portanto foram providenciados vinte e um kits . Cada kit continha o material necessário para uma das experiências solicitadas, de forma que havia duplas realizando experimentos diferentes e outras duplas realizando o mesmo experimento.

Após a realização da experiência (*organizador prévio*) era solicitado que os alunos relacionassem o que estavam observando com os conceitos previamente discutidos nos fóruns e na sala de aula procurando responder algumas questões relacionadas com a atividade prática.

*“A principal função dos organizadores é, então, superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitem prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem”.*(Moreira e Masini, 1982).

Para que toda a turma tivesse o conhecimento das conclusões obtidas pelos colegas e pudessem participar contribuindo com idéias, foi solicitado que um dos componentes da dupla apresentasse oralmente de forma resumida sua experiência e suas colocações.

*“Para Vygotsky, é na interação entre as pessoas que em primeiro lugar se constrói o conhecimento que depois será partilhado pelo grupo junto ao qual tal conhecimento foi conquistado ou construído”.* (João Carlos Martins, 1997, p.117)

Essa etapa do trabalho proporciona o desenvolvimento de competências relacionadas na representação, comunicação, investigação e compreensão visando a construir habilidades tais como, elaboração de sínteses ou esquemas, observação e comparação, previstas nos PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio).

A elaboração de um pequeno relatório foi realizada em casa com as devidas anotações feitas em sala de aula e posteriormente postado no *portfólio* da dupla com data pré-determinada para que todos tivessem acesso.

#### **4.2.2.4 Terceira Etapa**

A terceira etapa é realizada no laboratório de informática para desenvolver a atividade “PESQUISANDO SOBRE” que pede uma pesquisa dos conceitos até então trabalhados no Módulo. Nesse momento o aluno é solicitado a procurar em referências bibliográficas esses conceitos trabalhados de forma a propiciar um momento de comparação do seu conhecimento prévio com o conceito cientificamente aceito, favorecendo assim, o desenvolvimento de habilidades previstas nos PCNEM, tais como conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas e expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica e também proporcionando, segundo Ausubel, a assimilação.

*“No processo da assimilação, mesmo após o aparecimento dos novos significados, a relação entre as idéias-âncora e as assimiladas permanece na estrutura cognitiva.”*(Ausubel apud Moreira, 1999, p.24).

#### **4.2.2.5 Quarta Etapa**

É solicitada aos alunos a realização da atividade relacionada ao ícone “O QUE VOCÊ APRENDEU” do módulo trabalhado. Nessa atividade o aluno deve resolver uma série de problemas relacionados com o tema e postar através do ambiente TelEduc em documento .doc para que a correção seja feita em casa pelo professor. Ressalto aqui que nenhuma atividade foi entregue em papel, todas foram postadas no ambiente de ensino a distância.

Essa etapa leva ao aluno a oportunidade de retomar os conhecimentos aprendidos e ao professor a de avaliar, diagnosticando as eventuais falhas, isto é, identificar quais conceitos que devem ser retomados antes de prosseguir.

Para Novak os constituintes básicos de um evento educativo são: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. (Novak apud Moreira, 1999, p.36).

A avaliação é um processo que deve ser realizado a todo instante sendo papel do professor intervir de forma que o aluno perceba seu erro.

No entanto não deixaram de existir momentos específicos onde se realizou a avaliação somativa, sendo necessário a aplicação de testes e provas (ver apêndice 2) que permitiram avaliar a consolidação dos conhecimentos ao longo do processo ensino-aprendizagem.

### **4.2.3 Como foi Aplicado**

#### **4.2.3.1 Introdução**

Além das ferramentas obrigatórias do ambiente TelEduc, de início, deixamos disponível para os alunos as ferramentas Atividades, Material de Apoio, Fóruns, Grupo, Perfil e Portfólio, excluindo Parada Obrigatória, Correio, Mural, Bate-papo, Diário de Bordo e Acessos. Restringindo o número de ferramentas há menos confusão ao trabalhar com o ambiente. À medida que os alunos começaram a se habituar e conhecer melhor o Teleduc, a ferramenta Correio foi inserida.

Todo o material que poderia ser colocado nas ferramentas Leituras e Parada Obrigatória foi concentrado em Material de Apoio. Algumas perguntas e dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho foram colocadas nos fóruns de discussão, não

havendo necessidade de se utilizar as ferramentas Mural e Perguntas mais freqüentes. A ferramenta, Diário de Bordo, foi considerada desnecessária, pois poderia dispersar as colocações de trabalhos e tornar o trabalho de avaliação mais difícil por se tratar de um número elevado de alunos.

O curso foi criado com o nome “Mecânica dos Fluidos” no Centro de Referência para o Ensino de Física, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a responsabilidade do professor Sílvio L. S. Cunha, pois o servidor da escola utiliza sistema operacional Windows e não LINUX que é o sistema operacional utilizado e testado pela equipe que desenvolveu o TelEduc . Mas, conforme informações técnicas, o Teleduc é escrito em linguagem PHP e utiliza o banco de dados MySQL, portanto teoricamente deverá funcionar em um provedor que utilize o sistema operacional Windows.

O curso no ambiente é enriquecido com a colocação de material por parte do professor e alunos. É necessário, de início, disponibilizar na ferramenta, Material de Apoio, alguns endereços e matérias que possam auxiliar os alunos nas suas pesquisas ou dúvidas e também criar os primeiros fóruns com temas referentes aos Módulos iniciais do projeto.

À medida que o trabalho se desenvolve, o professor cria os novos fóruns pertinentes aos conceitos a serem trabalhados nos demais Módulos do projeto. Não é algo rígido e depende muito da criatividade do professor e das colocações e perguntas dos alunos durante as aulas. Aqui o professor deve desempenhar, de acordo com a teoria de Vygotsky, o papel de mediador na aquisição dos significados aceitos no contexto da Física.

Ao longo do trabalho, foram criadas listas de problemas anexadas no TelEduc para serem resolvidos. Essas listas serviram como estudos de recuperação criando novos fóruns. Esses foram desenvolvidos ao longo do segundo e terceiro trimestres, pois nas avaliações finais o conteúdo é acumulativo.

#### **4.2.3.2 Cronograma das aulas**

É apresentado na tabela 4.1 o esquema de distribuição das aulas durante o desenvolvimento do projeto. Conforme o desempenho dos alunos no pré-teste, foi

definido que os Módulos A e B seriam trabalhados simultaneamente. Os demais foram trabalhados sucessivamente, na seqüência normal de dificuldades.

**Tabela. 4.1** – Distribuição das aulas para desenvolver o corpo de conhecimento escolhido.

	Assunto	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa	4ª Etapa
Módulo A Módulo B	Fluido, densidade, capilaridade, tensão superficial, viscosidade e pressão	1 aula Lab. Informática	2 aulas Sala de Aula	1 aula Lab. Informática	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula
Módulo C	Pressão hidrostática (Lei de Stevin)	Realizado em casa	1 aula Sala de Aula	1 aula Lab. Informática	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula
Módulo D	Princípio de Pascal	Realizado em casa	—	Realizado em casa	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula
Módulo E	Princípio de Arquimedes (Empuxo)	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula	1 aula Sala de Aula	Realizado em casa	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula
Módulo F	Escoamento e Princípio de Bernoulli (Interpretação da Equação de Bernoulli), Tubo de Pitot.	1 aula Lab. Informática	2 aulas Sala de Aula	1 aula Lab. Informática	2 aulas Lab. Informática e Sala de Aula

A disponibilidade de entregar as atividades e perguntar através de um ambiente a distância proporcionou a participação nos fóruns por um período maior de tempo. À medida que o professor discutia conceitos fisicamente aceitos em sala de aula, perguntas e ou comentários surgiam por parte do aluno. Essas colocações foram postadas nos fóruns praticamente o semestre inteiro, mesmo com todas as etapas do trabalho realizadas.

Além de se trabalhar os conceitos, foi desenvolvida a parte formal onde os alunos desenvolveram e resolveram problemas mais complexos apresentados no Apêndice 2, utilizando-se da linguagem matemática necessária .

#### **4.2.4 Condições para aplicabilidade do Projeto**

A escola deve ter um laboratório de informática com computadores suficientes para que a turma possa trabalhar em duplas, isto é, dois alunos por computador e que tenham acesso a Internet. O Colégio Rosário dispunha de tais condições.

### **4.3 Produto Desenvolvido**

#### **4.3.1 Conteúdo da Página em html**

Todo o corpo do trabalho apresentado na página em html elaborada será descrito a seguir. Há textos, experiências, perguntas, problemas e animações desenvolvidas em janeiro de 2004.

A página Inicial do trabalho apresenta o texto abaixo para instigar a curiosidade do aluno naquilo que será estudado e como esse saber é aplicado em outras áreas do conhecimento. Esse texto inicial está relacionado com os conceitos trabalhados no corpo do conhecimento escolhido.

**Algumas propriedades e princípios que estudaremos nesse capítulo Mecânica dos Fluidos são utilizados em diversas áreas do conhecimento. Por exemplo, as ciências médicas utilizam-se de muitas maneiras as medidas de densidade para testar o sangue e a urina de pacientes. A densidade do sangue humano normal encontra-se entre 1,04 e 1,06 grama por centímetro cúbico. Como a densidade cresce com a concentração de células vermelhas, uma concentração anormalmente baixa pode indicar anemia. Da mesma forma, a densidade normal da urina é de 1,02 grama por centímetro cúbico. Algumas doenças geram aumento na excreção de sais e aumento correspondente na densidade da urina.**

**O estudo de conceitos como pressão, densidade e compressibilidade são estudados por mergulhadores profissionais para que entendam os princípios físicos envolvidos evitando acidentes graves como por exemplo a chamada doença descompressiva. O profissional ou o amador que se aventuram em mergulhos profundos devem conhecer bem as principais diferenças entre o mergulho ao nível**

do mar e o mergulho a grandes altitudes. Essas diferenças surgem devido à redução da pressão atmosférica com o aumento da altitude.

Esse conhecimento é necessário para engenheiros especialistas na elaboração de uma roupa de astronauta que deve proteger o indivíduo de radiações solares e da falta de pressão atmosférica no espaço; pilotos de aeronaves e até mesmo treinadores que utilizam esse conhecimento para aumentar as condições físicas de seus atletas em câmaras com baixa pressão.

Para o nosso estudo bem como para o estudo das interações entre sólidos e líquidos, necessitamos dos conceitos de densidade e pressão. Esse é o ponto inicial do nosso trabalho.

#### 4.3.1.1 Módulo A- Conceitos Básicos

##### 4.3.1.1.1 Trocando idéias Traz as seguintes recomendações:

O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitos deverão ser colocadas no **FÓRUM DE DISCUSSÃO** no ambiente TelEduc

Na etapa “Trocando Idéias” de todos os módulos há sempre um texto organizando as idéias e conceitos a serem desenvolvidos no projeto de aprendizagem.

**A maior parte do planeta é composta de fluidos. É fundamental que se conheça e compreenda o comportamento da água e de corpos nela mergulhados, assim como em outros meios fluidos como o ar.**

Se observarmos com atenção algumas coisas que acontecem a nossa volta, observaremos que o gelo flutua na água, mas afunda no álcool, alguns insetos conseguem andar sobre uma película de água, alguns corpos de mesma massa ocupam espaços diferentes, que ao virar um copo de água veremos a água escoando com facilidade, mas se virarmos um pote de mel o mesmo não acontece. O mel escoar mais lentamente assim como o leite condensado.

Ao deixar uma toalha na beira da piscina com apenas uma pontinha dentro da água não demora muito para a toalha ficar toda úmida. Esses são alguns exemplos de pequenas coisas que as vezes nos passam despercebidos ou não nos chamam a atenção.

Você pode notar que nessa lição estudaremos algumas propriedades relacionadas aos fluidos em equilíbrio estático.

**O que você entende por fluido?**

Discuta com os seus colegas essas propriedades dos fluidos tais como densidade, capilaridade, compressibilidade e tensão superficial.

#### **4.3.1.1.2 – Mãos à Obra:**

As orientações abaixo referentes a Mãos à Obra aparecem em todos os Módulos do projeto.

#### **O que fazer?**

**1. Com o material disponibilizado pelo professor, os grupos deverão realizar as experiências abaixo. A atividade apresenta algumas questões que deverão ser discutidas primeiramente pelo grupo chegando a uma conclusão. O representante de cada grupo deverá expor para o grande grupo a conclusão do trabalho, fazendo uma pequena síntese do que foi realizado e discutido.**

**2. Cada DUPLA deverá elaborar um relatório da experiência, que deverá ser primeiramente apresentado oralmente ao grande grupo, explicando e dando respostas às perguntas disponibilizando seu trabalho no PORTFÓLIO, identificando o relatório (RELATÓRIO EXPERIÊNCIA Nº \_\_\_\_ (MÓDULO A)).**

**3. Colocar no FÓRUM DE DISCUSSÃO (compartilhado para todos) dúvidas ou comentários sobre as experiências-próprias ou de outro grupo. Elaborar perguntas pertinentes às experiências apresentadas que deverão ser respondidas e discutidas. É muito importante a participação de todos os alunos.**

#### **Experiência 1**

##### **Material necessário:**

1 ovo cru  
1 recipiente com água  
sal

##### **Procedimento:**

**Coloque o ovo dentro da água com cuidado para não quebrar. O que você acha que vai acontecer com o ovo? Por que? Anote no seu caderno. O que acontece? Por que você acha que aconteceu isto? Coincide com a sua previsão? Aos poucos acrescenta sal à água e observe.**

##### **Responda:**

**Por que o ovo afunda na água "doce" e flutua na água salgada?  
Ao colocar sal na água você modificou a densidade da água ou do ovo?  
O que você acha que empurra o ovo pra cima quando o sal é colocado na água?**

Essa experiência é simples e trabalha o conceito densidade levando o aluno a questionar sobre o “que” empurra o ovo para cima. Ao expor oralmente suas

observações e conclusões, muitos grupos afirmaram que foi o sal que empurrou o ovo para cima. Nesse momento o professor deve alertar e encaminhar a discussão para um conceito já estudado anteriormente, força, já preparando o caminho para o estudo de empuxo. É importante identificar e promover as devidas ligações entre o que o aluno já sabe com aquilo que será estudado.

## **Experiência 2**

### **Material necessário:**

1 lâmina de barbear  
1 recipiente com água

### **Procedimento:**

**Coloque, com cuidado e devagar, a lâmina deitada horizontalmente sobre a água. O que acha que vai acontecer? Por que? Anote no seu caderno. Observe o que ocorre. Depois a coloque verticalmente dentro da água. Observe.**

### **Responda:**

**Por que a lâmina flutua quando colocada deitada sobre a água e por que ela afunda se colocada em pé? A densidade da água modificou nesse caso? A densidade da lâmina modificou? Você acha que a densidade da lâmina é maior ou menor do que a água? Que conceito você acha que pode explicar o que você observou?**

A experiência foi proposta com a intenção do aluno se questionar sobre o que provoca a flutuação da lâmina quando colocada deitada com cuidado sobre a água de modo a trabalhar o conceito tensão superficial.

A participação de alguns alunos na hora da apresentação das conclusões foi importante nesse caso, pois poucos perceberam que a lâmina flutuava não por diferença de densidade e sim pela diferença de pressão que ela exercia sobre a lâmina de água, rompendo algo, quando colocada de pé.

## **Experiência 3**

### **Material necessário:**

1 seringa descartável sem agulha  
1 recipiente com água

### **Procedimento:**

**Tampe com o dedo a extremidade da seringa. Com a outra mão, puxe o êmbolo para trás e, depois, solte-o. Ainda com a extremidade da seringa tampada, empurre o êmbolo para a frente. Até quanto você consegue fazer isso? Solte o êmbolo e veja se ele retorna à sua posição original. Repita a experiência utilizando água dentro da seringa. Cuide para que não fique nenhuma bolha de ar dentro da seringa. Tente comprimir a água, do mesmo modo como você comprimiu o ar. É possível?**

**Responda:**

**Quando tampamos a extremidade da seringa com o ar e empurramos o êmbolo para frente, a massa de ar que se encontra dentro da seringa é alterada? Explique.**

**Quando tampamos a extremidade da seringa com o ar e empurramos o êmbolo para frente, o volume de ar que se encontra dentro da seringa é alterado? Explique.**

**Por que existe um limite para a compressão do ar dentro da seringa?**

A experiência explora o conceito massa, compressibilidade e expansibilidade dos fluidos. O aluno se dá conta de que o ar, cuja existência lhe é conhecida, mas que geralmente não é percebida a não ser em movimento, tem massa, portanto tem peso. Essa observação é importante para entender posteriormente pressão atmosférica.

#### **Experiência 4**

**Material necessário:**

1 recipiente com álcool  
 1 recipiente com água  
 2 pedaços de barbante  
 Pedacos de toalha de papel  
 Anilina

**Procedimento:**

**Coloque um pouco de anilina nos recipientes contendo água e álcool e logo em seguida coloque um barbante em cada recipiente de modo que uma parte do barbante fique para fora do recipiente e encostado em um pedaço de toalha de papel. O que você espera que aconteça? Você acha que a rapidez com que os líquidos molham os barbantes é igual?**

**Anote no seu caderno essas respostas para depois compará-las com os resultados obtidos na experiência.**

**Responda:**

**Por que o papel toalha molha?  
Por que a rapidez com que os barbantes molham o papel não é igual para os dois líquidos? Explique.**

A experiência explora o conceito capilaridade. A maioria dos alunos fez a previsão correta. Ao colocar para o grande grupo relacionaram com o conteúdo do texto inicial referente a toalha na beira da piscina, outros se referiram aos acendedores a álcool de laboratório de química e velas.

#### **4.3.1.1.3 Pesquisando Sobre**

**O que fazer?**

**1. Ao realizar as atividades anteriores vimos algumas propriedades relacionadas aos fluidos tais como densidade, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade e capilaridade. Faça uma pesquisa definindo essas propriedades com suas próprias palavras.**

**2. Ao desenvolver seu trabalho escrito responda as seguintes perguntas, relacionando-as, se possível, com as experiências desenvolvidas em aula.**

- **Algun desses conceitos é utilizado para explicar como as plantas bebem água? Explique como.**
- **O mercúrio é um líquido que não molha. Por que?**
- **Na natureza é possível observar alguns insetos que conseguem andar sobre a água. Que propriedade estudada nessas experiências se aplica aqui? Explique fisicamente como é possível esses insetos andarem sobre a água.**

**3. A pesquisa realizada pela DUPLA deverá ser apresentada (colocada) no PORTFÓLIO, identificando o trabalho como "PESQUISA (A) (MÓDULO A)".**

#### **4.3.1.1.4 O Que Você Aprendeu?**

Apresenta alguns exercícios relacionados aos conceitos trabalhados anteriormente. O professor corrige e faz os comentários e retomadas necessárias para avançar nas atividades propostas do trabalho.

**O que fazer?**

**A. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.**

**B. As respostas das questões deverão ser colocadas em um documento *word*, devidamente identificadas, por exemplo:**

- **Questão 1) Resposta: XXXXXXXX**
- **Questão 2) Resposta: YYYYYYYY**

**C. Colocar no início do documento:**

- **Exercícios do Módulo A**
- **Nomes dos componentes da dupla**
- **Números**
- **Turma**

**D. Anexar o documento com as respostas no PORTFÓLIO da dupla no ambiente TelEduc. Obs. Colocar o documento no Portfólio de apenas um dos componentes da dupla**

**1) Faça uma estimativa da densidade média do seu corpo. Explique uma forma como você poderia chegar a este valor com precisão, usando as idéias e conceitos estudados.**

**2) A densidade do alumínio é igual a  $2,7 \text{ g/cm}^3$ . Determine:**

**A) a massa de um cubo de alumínio de 10cm de aresta.**

**B) o volume de um bloco de alumínio de massa 540g.**

**3) A densidade do sangue é de  $1060 \text{ kg/m}^3$ . Qual a massa de sangue de uma pessoa que tem 5,5 litros de sangue?**

**4) Qual a massa de água que cabe em uma panela cilíndrica de 20cm de altura, com diâmetro de 30 cm?**

**5) Leia as afirmativas abaixo e assinale V(para as verdadeiras) e F (para as falsas).**

**I) É mais fácil derramar um fluido de baixa viscosidade do que um de alta viscosidade. (\_\_\_\_\_)**

**II) A viscosidade é uma propriedade macroscópica dos fluidos, relacionada a sua resistência para fluir. (\_\_\_\_\_)**

**III) Uma gota de água tem a forma esférica devido a propriedade macroscópica tensão superficial. (\_\_\_\_\_)**

**IV) Os gases são menos compressíveis que os líquidos. (\_\_\_\_\_)**

**V) A água salgada é menos densa que a água pura.(\_\_\_\_\_)**

**6) (Questão de vestibular da UFRGS)  $1\text{m}^3$  de ar, a certa pressão e a certa temperatura, tem uma massa de 1,3kg. Qual é a massa, em gramas, de um litro de ar, nessas condições?**

#### 4.3.1.2 Módulo B – Pressão atmosférica:

##### 4.3.1.2.1 Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:

O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitos deverão ser colocadas no **FÓRUM DE DISCUSSÃO** no ambiente TelEduc.

E o seguinte texto:

O conceito de pressão nos permite entender muitos dos fenômenos físicos que nos rodeiam. Por exemplo, para cortar um pedaço de carne ou pão utilizamos o lado afiado da faca, se utilizamos o outro lado aplicando a mesma força não conseguiremos cortar.

Sabemos também que para andar em uma superfície fofa como a neve é necessário sapatos especiais ou esquis caso, contrário afundamos na superfície fofa formada pelo acúmulo de neve. Se estamos esfregando uma superfície, por exemplo, ao lavar um automóvel, reduzimos a área de contato, isto é, deixamos de usar a mão espalmada (aberta) e utilizamos apenas a ponta dos dedos para remover uma sujeira grudada na lataria do automóvel.

Se você estiver caminhando na beira da praia e virar para trás verá as marcas deixadas na areia. Se resolvermos caminhar na ponta dos pés as marcas serão mais profundas. Por que isso acontece?

Você pode notar que nessa lição estudaremos o conceito de **PRESSÃO**.

O que você entende por pressão?

A Terra está envolvida por uma camada de ar, denominada atmosfera, constituída por uma mistura gasosa, cujos principais componentes são o oxigênio e o nitrogênio. A espessura dessa camada não pode ser perfeitamente determinada, porque, à medida que aumenta a altitude, o ar se torna muito rarefeito, isto é, com pouca densidade. O que você entende por pressão atmosférica?

As roupas dos astronautas devem ser pressurizadas. Por que?

Se a aceleração gravitacional na Terra fosse menor do que  $9,81\text{m/s}^2$ , a pressão atmosférica permaneceria a mesma, aumentaria ou diminuiria?

##### 4.3.1.2.2 Mãos à Obra, as orientações são as que seguem abaixo:

O que fazer?

1. Com o material disponibilizado pelo professor, os grupos deverão realizar as experiências abaixo. A atividade apresenta algumas questões que deverão ser discutidas primeiramente pelo grupo chegando a uma conclusão. O representante de cada grupo deverá expor para o grande grupo a conclusão do trabalho, fazendo uma pequena síntese do que foi realizado e discutido.

2. Cada DUPLA deverá elaborar um relatório da experiência, que deverá ser primeiramente apresentado oralmente ao grande grupo, explicando e dando respostas às perguntas disponibilizando seu trabalho no PORTFÓLIO, identificando o relatório (RELATÓRIO EXPERIÊNCIA N° \_\_\_\_ (MÓDULO B).

3. Colocar no FÓRUM DE DISCUSSÃO (compartilhado para todos) dúvidas ou comentários sobre as experiências-próprias ou de outro grupo. Elaborar perguntas pertinentes às experiências apresentadas que deverão ser respondidas e discutidas. É muito importante a participação de todos os alunos.

### **Experiência 5**

#### **Material necessário:**

2 garrafas de refrigerante vazias e transparentes  
2 balões de aniversário

#### **Procedimento:**

Pegar as duas garrafas vazias, uma delas com um furo no fundo e colocar um balão dentro de cada garrafa tomando o cuidado de prendê-los no gargalo de cada uma delas. Soprar os dois balões, dentro das garrafas. Antes de realizar a experiência escreva no seu caderno o que você acha que vai acontecer? Anote suas hipóteses. Realize a atividade e observe os resultados.

#### **Responda:**

**Por que apenas um balão enche?**

Essa experiência propicia que o aluno se dê conta da influência exercida pela pressão atmosférica. De início muitos não souberam responder a pergunta, mas ao explicar para o grande grupo, as sugestões foram surgindo e a explicação sobre o porquê apenas um balão enche foi tomando consistência.

### **Experiência 6**

#### **Material necessário:**

1 saco plástico

- 1 recipiente com água
- 1 seringa descartável grande sem agulha
- 1 pedaço de barbante
- 1 tesoura
- 1 balão de aniversário

**Procedimento:**

**Colocar a mão dentro do saco plástico e mergulhá-la, logo em seguida, dentro do recipiente com água. Ao fazer isso, você sentirá toda a superfície do plástico sendo pressionada contra a sua pele. Por que isso ocorre? Anote no seu caderno.**

**Encha o balão de aniversário e esvazie-o em seguida. Corte-o ao meio. Faça um pequeno balãozinho que caiba dentro da seringa. Amarre o balãozinho de borracha retorcido com o barbante cortando as sobras do cordão e coloque-o dentro da seringa. O que você acha que acontece com o formato do balãozinho caso você tampe a ponta da seringa com o dedo e comprima o êmbolo com a outra mão? Anote suas hipóteses no caderno.**

**Agora realize a experiência, isto é, empurre o êmbolo com a extremidade da seringa fechada e observe. O resultado da experiência confirma sua previsão?**

**Responda:**

**Se você substituir o ar da seringa por água você acha que o resultado se modifica? A água e o ar exercem pressão de modo semelhante sobre a superfície dos corpos? Explique.**

A experiência descrita acima foi pensada para que o aluno perceba que a pressão exercida pelos fluidos se dá em todas as direções. Ao realizar a segunda parte da experiência muitos alunos pensavam que o balãozinho dentro da seringa ficaria achatado como uma bolacha ao se empurrar o êmbolo, mas o que eles observaram foi que o balãozinho sofreu um decréscimo no seu volume igualmente em todos os sentidos, isto é, mantendo sua forma esférica inicial, porém com tamanho reduzido. Ao substituir o ar pela água observaram que o êmbolo da seringa mal se movia, percebendo que a água não possuía a mesma compressibilidade do que o ar, mas exercia igualmente pressão em todas as direções sobre o balão.

**Experiência 7****Material necessário:**

- 2 canudinhos de refrigerante
- 1 recipiente com água

**Procedimento:**

Sabemos que podemos tomar água ou refrigerante ou qualquer líquido chupando através de canudinhos. Você faz isso frequentemente com seu refresco. Agora tente chupar a água que está no copo puxando pelos canudinhos, sendo que um deles está dentro da água e o outro está fora. Antes de realizar a experiência anote no seu caderno suas hipóteses, isto é, procure prever o que irá acontecer.

**Responda:**

**Você conseguiu fazer com que a água subisse nos dois canudos? Explique a razão disso.**

A terceira experiência do módulo B trabalha com a influência da pressão atmosférica em pequenos costumes que desenvolvemos. Antes de realizar a experiência quase todos os alunos sabem a resposta da pergunta feita, porém ficam inseguros ao descrever fisicamente por que isso ocorre.

**4.3.1.2.3 Pesquisando sobre****O que fazer?**

**1. Ao realizar as atividades anteriores vimos alguns fenômenos físicos relacionados com pressão. Faça uma pesquisa escrevendo com suas próprias palavras, definindo fisicamente pressão e pressão atmosférica (como a pressão atmosférica foi medida por Torricelli).**

**2. Ao desenvolver seu trabalho escrito responda as seguintes perguntas, relacionando-as, se possível, com as experiências desenvolvidas em aula.**

- **Se você tentar tomar seu refrigerante ou suco através de um canudinho que esteja furado na parte lateral você consegue? E se você tampar o furo? Justifique suas respostas.**

**3. A pesquisa realizada pela DUPLA deverá ser apresentada (colocada) no PORTFÓLIO, identificando o trabalho como "PESQUISA(B) (MÓDULO B)"**

#### 4.3.1.2.4 O Que Você Aprendeu?

Apresenta alguns exercícios relacionados aos conceitos trabalhados anteriormente. O professor corrige e faz os comentários e retomadas necessárias para avançar nas atividades propostas do trabalho.

##### O que fazer?

**A. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.**

**B. As respostas das questões deverão ser colocadas em um documento *word*, devidamente identificadas, por exemplo:**

- **Questão 1) Resposta: XXXXXXXX**
- **Questão 2) Resposta: YYYYYYYY**

**C. Colocar no início do documento:**

- **Exercícios do Módulo B**
- **Nomes dos componentes da dupla**
- **Números**
- **Turma**

**D. Anexar o documento com as respostas no PORTFÓLIO da dupla no ambiente TelEduc. Obs. Colocar o documento no Portfólio de apenas um dos componentes da dupla.**

**1. (Questão de vestibular-Fuvest- SP) É freqüente , em restaurantes, encontrar latas de óleo com um único orifício. Nesses casos, ao virar a lata, o freguês verifica, desanimado, que após a queda de umas poucas gotas o processo estanca, obrigando a uma tediosa repetição da operação.**

**Por que isso ocorre? Justifique.**

**2. Cobre-se com papel a boca de um copo completamente cheio de água. Virando-se o copo cuidadosamente de boca para baixo, a água não cai. Explicar por que isso ocorre.**

**3. No supermercado é fácil de encontrar produtos condicionados em recipiente onde há na tampa um lacre fechando um pequeno orifício. Ao se retirar o lacre, a tampa se solta com facilidade. Procure explicar como a tampa é presa ao recipiente e por que ele se solta ao se retirar o lacre.**

**4. A pressão é um conceito que não se aplica somente a fluidos, mas também a sólidos. Procure explicar as seguintes situações:**

- **por que uma faca mal afiada não corta direito**

- por que deixamos marcas mais profundas na areia quando caminhamos nas pontas dos pés?
- por que é necessário o uso de sapatos especiais ou esquis para deslizar sobre a neve?
- procure relacionar as grandezas envolvidas no conceito de pressão.

#### **4.3.1.2.5 Um Pouco de História**

Texto referente à Evangelista Torricelli e de como esse cientista mediu a pressão atmosférica ao nível do mar. Nessa parte é apresentado uma animação ilustrativa da experiência realizada com o software Flash MX.

#### **Evangelista Torricelli**

**Evangelista Torricelli, físico matemático discípulo de Galileu, nasceu a 15 de Outubro de 1608 em Faenza, Itália e faleceu em Florença, Itália, 25 de outubro de 1647. Para que pudesse estudar, o seu pai confiou-o a um tio, superior de uma ordem eclesiástica. Este foi o seu mestre, até atingir a idade necessária para ser aceito numa escola de jesuítas. Em 1627, com dezenove anos, inscreveu-se na Universidade de Roma.**

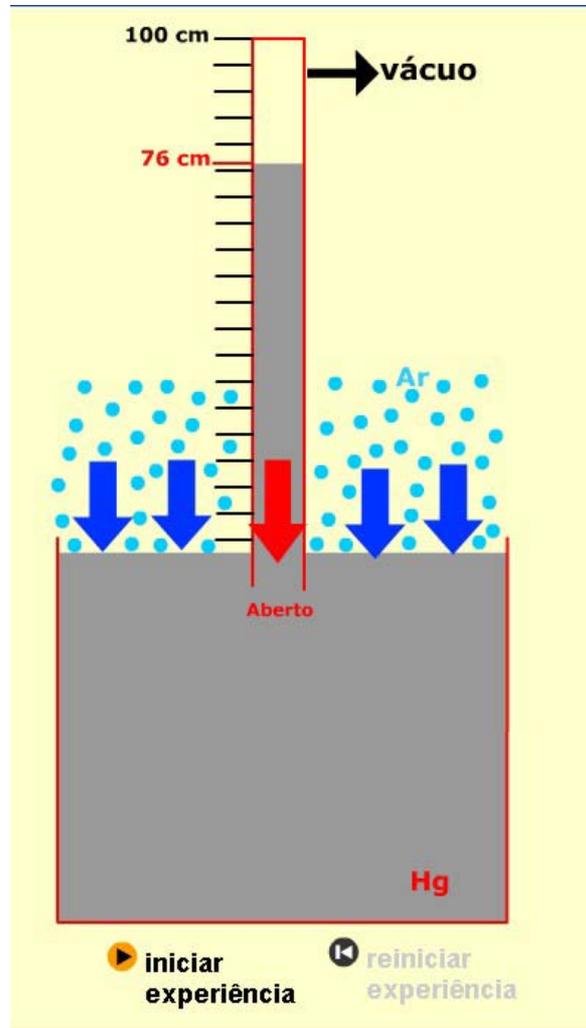
**Nos séculos XV e XVI os estudos geométricos dos gregos antigos e a ciência algébrica e trigonométrica dos árabes foram aperfeiçoados e a geometria de figuras elementares como o círculo, esfera, cone, superfícies e volumes gerados pela intersecção dessas figuras por meio de planos tinha sido cuidadosamente estudada e investigada a fundo.**

**As novas ciências experimentais tais como a física, astronomia e as suas aplicações, a hidráulica, a balística, traziam aos estudiosos novos problemas. Torricelli prosseguiu, então, o estudo do movimento dos projéteis, iniciado anos antes por Tartaglia, elevando notavelmente o nível de compreensão sobre o assunto.**

**Estudou ainda novos problemas de geometria, e em 1643 realizou um experimento para medir a pressão atmosférica ao nível do mar.**

**Para realizar a experiência, Torricelli usou um tubo de aproximadamente 1,0 m de comprimento, cheio de mercúrio (Hg) e com a extremidade tampada. Depois, colocou o tubo, em pé e com a boca tampada para baixo, dentro de um recipiente que também continha mercúrio. Torricelli observou que, após destampar o tubo, o nível do mercúrio desceu e estabilizou-se na posição correspondente a 76 cm, restando o vácuo na parte vazia do tubo. E por que o mercúrio parou de descer quando a altura da coluna era de 76 cm? Porque seu peso foi equilibrado pela força que a pressão do ar exerce sobre a superfície do mercúrio na bacia. (Carlos Eduardo Parizotto, 2004)**

Para exemplificar a experiência realizada por Evangelista Torricelli foi desenvolvida uma animação mostrada na figura 4.12.



**Figura 4.12** - Animação feita com o programa Flash MX para ilustrar a experiência de Torricelli para medir a pressão atmosférica ao nível do mar.

#### 4.3.1.3 Módulo C - Pressão hidrostática:

##### 4.3.1.3.1 Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:

#### O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitas deverão ser colocadas no FÓRUM DE DISCUSSÃO no ambiente TelEduc.

E o seguinte texto:

Vimos que a água é um fluido e exerce pressão em todas as direções. Lembre da experiência que fizeram ao colocar a mão dentro de um saco plástico e logo em seguida mergulhá-la dentro da água.

Se um mergulhador desce a 50m, por exemplo, permanecendo nessa profundidade por um certo tempo, ele deverá subir bem devagar para que ocorra o que chamamos de descompressão. Esse cuidado é realizado para evitar o que chamamos de ETA, Embolia Traumática pelo Ar .

O texto abaixo foi retirado do boletim informativo do Ministério do Trabalho.( <<http://www.prt21.gov.br/inform2/index.htm>>)

*"Atendendo à denúncia formulada pela DRT-RN, o Procurador do Trabalho, Eder Sivers, determinou a abertura de Procedimento Investigação Embolia Traumática tório Especial para investigar o grande número de acidentes de trabalho envolvendo mergulhadores da pesca da lagosta, com a utilização de compressores, no litoral potiguar. Segundo dados oficiais do Ministério da Agricultura no RN, existem mais de 650 embarcações cadastradas para a pesca da lagosta, estimando-se que, em verdade, mais de 900 barcos atuam nesta modalidade de pesca artesanal e, o que é pior, a maioria com compressores.*

*De fato, esta atividade gerava no início dos anos 90 um total aproximado de 900 toneladas por ano de lagosta, o que hoje não passa de 10% daquela produção, máximo diante da pesca ilegal praticada por mergulhadores e pelos processos ultrapassados de pesca, que tendem a levar à extinção da lagosta no litoral nordestino.*

*Ao lado das questões ecológicas, surgem os acidentes de mergulho provocados por DD - Doenças Descompressivas leves e graves e ETA - Embolia Traumática pelo Ar, ocasionando lesões físicas neurológicas e psicológicas aos pescadores e, nos casos mais graves, a morte. Frise-se, segundo dados obtidos junto ao Capitão de Corveta e médico da Marinha, especializado em tratamentos hiperbáricos em Natal, Dr. Souza Mendes, que mais de noventa por cento dos mergulhadores da pesca da lagosta já sofreram algum tipo de acidente, gerando uma legião de trabalhadores com seqüelas graves, tais como paralisias diversas, condenando-os a passarem o resto de suas vidas presos a uma cadeira de rodas e utilizando-se de sondas para as suas necessidades fisiológicas, isto quando não ocorrem os óbitos, em total afronta às normas contidas na NR 15 e na NORMAM -15/2000.*

*Para se ter uma idéia da gravidade deste quadro, basta dizer que os mergulhadores chegam a pescar por mais de cinco ou seis horas por dia, e a profundidades que alcançam até 80 metros, com diversos mergulhos repetitivos ao longo da jornada, sem respeitar nenhuma tabela de descompressão.*

*A título de exemplo, lembra o mergulhador francês Jean-Paul Soriano (Moniteur Instructor), representante da CBPDS/CMAS para o RN, que para um mergulho a 70 metros e por 30 minutos, o indivíduo necessita de mais 105 minutos para uma subida controlada (4 minutos a 15 m; 8 minutos a 12 m; 15 minutos a 9 m; 22 minutos a 6 m e 56 minutos a 3m), para que se realize a descompressão, sendo ainda necessário um repouso mínimo de 12 horas para um novo mergulho."*

Tente explicar fisicamente o que é embolia e por que a decompressão rápida provoca isso.

Quanto mais fundo mergulhar um mergulhador maior ou menor será a pressão que a água exercerá? Por que?

Quando mergulhamos a mais de 1m ou subimos a serra, aumentando nossa altitude em relação ao nível do mar, sentimos uma desconfortável sensação no ouvido. Por que sentimos isso?

Se mergulharmos a 10 metros de profundidade em uma piscina com água do mar e depois mergulharmos, à mesma profundidade em alto mar, a pressão que a água exercerá em nós é a mesma? Maior? Menor? Justifique sua resposta.

Um mergulhador e um astronauta, qual dos dois sofre maior variação de pressão? Justifique sua resposta.

#### 4.3.1.3.2 Mãos à Obra, as orientações são as que seguem abaixo:

O que fazer?

1. Com o material disponibilizado, o professor fará as experiências em caráter demonstrativo para o grande grupo. A atividade apresenta algumas questões que deverão ser discutidas em duplas. O professor solicitará a participação de alguns alunos para expor oralmente suas conclusões para o grande grupo.

2. Colocar no FÓRUM DE DISCUSSÃO (compartilhado para todos) dúvidas ou comentários sobre as experiências. Elaborar perguntas pertinentes às experiências apresentadas que deverão ser respondidas e discutidas. É muito importante a participação de todos os alunos.

#### Experiência 8

##### Material necessário:

1 garrafa de refrigerante vazia

água

um pouco de massinha de modelar ou chiclete mascado.

##### Procedimento:

Faça três furos na garrafa, um a 10 cm do gargalo e os outros dois 2 cm do fundo, um do lado do outro. Tape os dois furos com massinha de modelar. Encha a garrafa com água e tire as massinhas de um dos furos de baixo e do furo de cima. Repita a experiência tapando o furo de cima e destapando os dois furos de baixo. Descreva o que você observou.

##### Responda:

Por que o jato de água perto do fundo sai mais forte do que o jato de água perto do gargalo?

**De que grandezas físicas depende a pressão que um líquido exerce em um corpo?**

**Como podemos chamar essa pressão?**

Esta experiência chama a atenção para o fato de que a água exerce maior pressão no fundo da garrafa. Esse conhecimento a maioria dos alunos já tem. A experiência serve para reforçar esse conhecimento.

### **Experiência 9**

#### **Material necessário:**

1 garrafa de 5L  
1 garrafa de 2L  
1 prego  
água para encher as garrafas

#### **Procedimento:**

Faça uma marca com caneta na parte superior das garrafas. Faça um furo a 20 cm para baixo dessas marcas nas duas garrafas (tendo o cuidado de fazer orifícios do mesmo diâmetro). Tape com massinha de modelar. Encha as garrafas até o nível marcado e simultaneamente retire os tampões dos furos para que a água jorre. Observe os jatos de água e descreva o que é observado.

#### **Responda:**

**A pressão que a água exerce nos dois furos é a mesma, maior ou menor? Justifique sua resposta. De que grandezas físicas depende a pressão que um líquido exerce em um determinado ponto? Você acha que a pressão exercida por um líquido depende do formato do recipiente? Justifique suas respostas.**

Esta experiência chama a atenção para o fato de que a pressão exercida pela água depende da altura da coluna de líquido e não do volume de água.

### **4.3.1.3.3 Pesquisando Sobre**

#### **O que fazer:**

**1. Ao realizar as atividades anteriores vimos alguns fenômenos físicos relacionadas com pressão hidrostática (pressão exercida por um líquido). Faça uma pesquisa escrevendo com suas próprias palavras, a definição física de pressão hidrostática, de que grandezas físicas depende e unidades utilizadas.**

**2. Demonstre que líquidos não-miscíveis colocados num tubo em U se dispõem de modo que as alturas, medidas a partir da superfície de separação, sejam inversamente proporcionais às respectivas densidades.**

**3. Procure descrever a experiência que Evangelista Torricelli realizou para medir a pressão atmosférica. Determine a altura da coluna do tubo que Torricelli deveria ter utilizado se a experiência fosse realizada com água.**

**4. Procure determinar qual deve ser a profundidade que um mergulhador deve descer na água para que a pressão sobre ele aumente de 1 atm.**

**5. A pesquisa realizada pela DUPLA deverá ser apresentada (colocada) no PORTFÓLIO, identificando o trabalho como "PESQUISA(C) (MÓDULO C)"**

#### **4.3.1.3.4 O Que Você Aprendeu?**

Apresenta alguns exercícios relacionados aos conceitos trabalhados no Módulo C. O professor corrige e faz os comentários e retomadas necessárias para avançar nas atividades propostas do trabalho.

**1. Foram feitas várias medidas de pressão atmosférica através da realização da experiência de Torricelli. O maior valor para a leitura da coluna de mercúrio foi encontrado:**

- A) No 7º andar de um prédio em construção na cidade de São Paulo.**
- B) No alto de uma montanha a 2000 metros de altura.**
- C) Numa bonita casa de veraneio em Torres, no litoral do Rio Grande do Sul.**
- D) Em uma moradia na cidade de Gramado, situada na Serra Gaúcha.**
- E) No alto do Pico do Everest, o ponto culminante da Terra.**

**2. Procure explicar por que os grãos de feijão amolecem mais rapidamente quando cozidos numa panela de pressão? A pressão tem alguma influência na temperatura de ebulição da água?**

**3. Em muitos bebedouros de animais se utiliza um recipiente com abertura para o exterior, no qual é colocada uma garrafa cheia de água com a boca para baixo. À medida que o animal bebe, a água da garrafa desce para o recipiente. Explique por que a água da garrafa não escorre toda de uma vez?**

4. A sonda Galileu transmitiu dados sobre a atmosfera de Júpiter em 1995 até que a pressão chegou a 22 atm. A que profundidade de água na Terra isso corresponde?

5. Um tubo em U de seção uniforme de  $2\text{cm}^2$  contém água até a metade de sua altura. Sendo a densidade da água igual a  $1\text{g/cm}^3$ , determine que massa de óleo de densidade igual a  $0,8\text{g/cm}^3$  deve ser posta num dos ramos, para que no outro a água suba 8 cm.

6. Mesmo para alguém em boa forma física é impossível respirar (por expansão da caixa torácica) se a diferença de pressão entre o meio externo e o ar dentro dos pulmões for maior que um vigésimo de atmosfera. Assim sendo, qual é (aproximadamente) a profundidade máxima em que um mergulhador pode respirar por meio de um tubo de ar, cuja extremidade superior é mantida fora da água?

#### 4.3.1.4 Módulo D – Princípio de Pascal

##### 4.3.1.4.1 Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:

O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitas deverão ser colocadas no FÓRUM DE DISCUSSÃO no ambiente TelEduc.

Apresenta o seguinte texto ilustrado com a figura 4.13 e também duas animações, representadas nas figuras 4.14 e 4.15 que mostram, esquematicamente, o funcionamento de uma prensa hidráulica e um sistema de freio hidráulico.

**Em alguns postos de combustível existem o que chamamos de elevadores hidráulicos. São dispositivos que erguem os automóveis para a troca de óleo ou para o frentista olhar a parte de baixo do carro.**

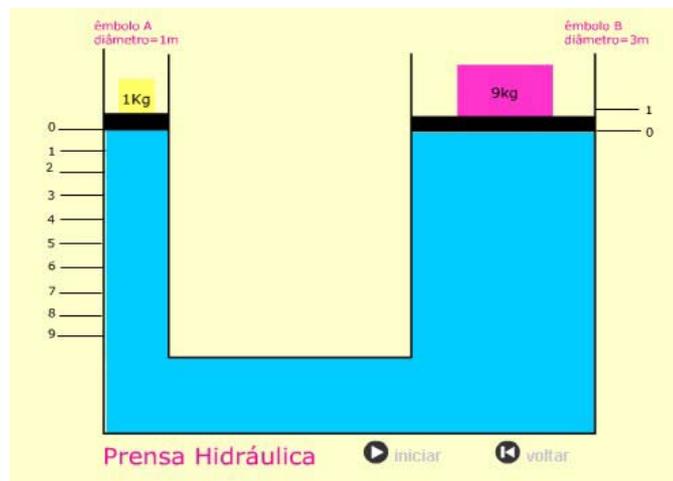
**Alguns desses elevadores hidráulicos são portáteis como está representado na figura 4.13.**



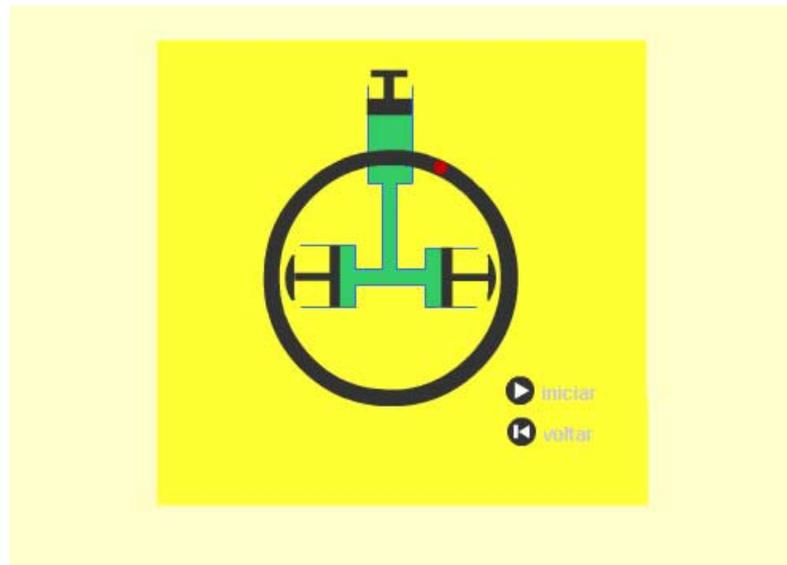
**Figura 4.13** – Representa um elevador hidráulico portátil utilizado para erguer automóveis.

**Procure descrever e explicar fisicamente como funciona esses elevadores. Justificar sua resposta.**

As simulações representadas através das figuras 4.14 e 4.15, feitas no software Flash MX, mostram o funcionamento básico de uma elevador hidráulico e de um freio hidráulico. Ambos os dispositivos são aplicações diretas do Princípio de Pascal.



**Figura 4.14** - Representa a simulação feita, em Flash MX, para mostrar o princípio de funcionamento de uma prensa hidráulica.



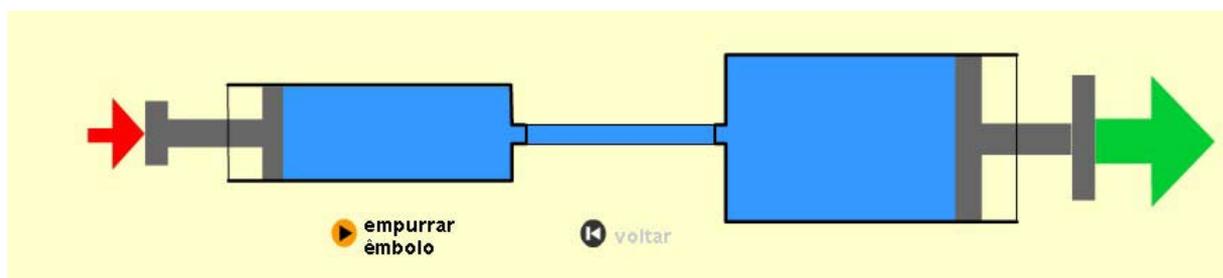
**Figura 4.15** - Representa a simulação feita, em Flash MX, para mostrar o princípio de funcionamento de um sistema de freio hidráulico.

As duas animações representadas nas figuras 4.14 e 4.15 foram elaboradas para facilitar a aprendizagem do Princípio de Pascal visualizando dispositivos multiplicadores de força. Normalmente estes dispositivos são demonstrados matematicamente ou através de figuras estáticas.

#### 4.3.1.4.2 Pesquisando sobre

O que fazer:

1. Observe a animação abaixo (figura 4.16), duas seringas de diâmetros diferente ligadas por um tubo. Se empurrarmos um dos êmbolos com uma determinada força, o outro êmbolo certamente se moverá. Se empurrarmos o êmbolo menor com uma força de 10 N, a força que empurrará o êmbolo maior será igual, maior ou menor do que 10N? Justifique sua resposta.



**Figura 4.16** – Representa um esquema multiplicador de forças que se baseia no Princípio de Pascal, feito em flash MX.

2. Ao empurrar um dos êmbolos estamos provocando um aumento de pressão. Esse acréscimo de pressão é igual no outro lado? Justifique sua resposta.
3. Que princípio físico explica o funcionamento do dispositivo mostrado na figura 4.16? Explique esse princípio.
4. A pesquisa realizada pela DUPLA deverá ser apresentada (colocada) no PORTFÓLIO, identificando o trabalho como "PESQUISA(D) (MÓDULO D)"

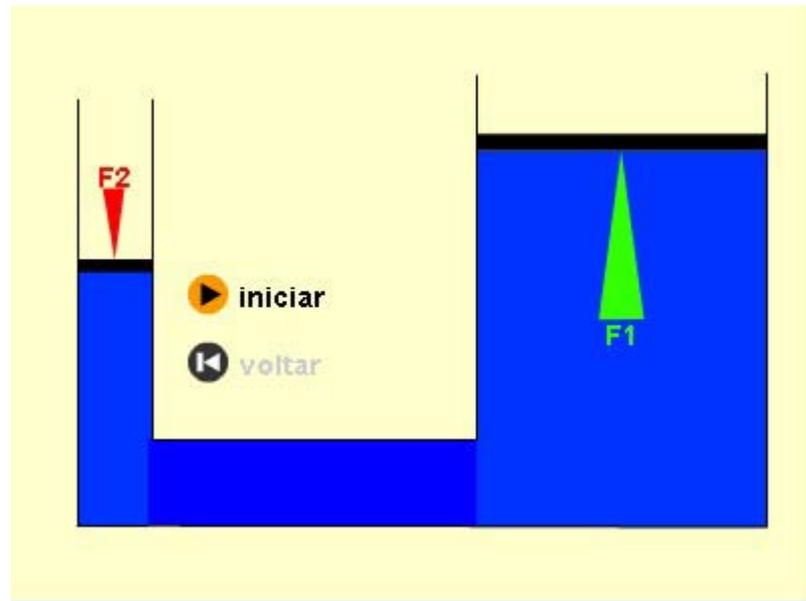
#### 4.3.1.4.3 O Que Você Aprendeu?

O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. As respostas das questões deverão ser colocadas em um documento *word*, devidamente identificadas, por exemplo:
  - Questão 1) Resposta: XXXXXXXX
  - Questão 2) Resposta: YYYYYYYY
3. Colocar no início do documento:
  - Exercícios do Módulo D
  - Nomes dos componentes da dupla
  - Números
  - Turma
4. Anexar o documento com as respostas no PORTFÓLIO da dupla no ambiente TelEduc. Obs. Colocar o documento no Portfólio de apenas um dos componentes da dupla.

Teste seus conhecimentos

- 1) Um macaco hidráulico levanta um carro de 500 kg. As áreas dos pistões de carga e força são respectivamente  $2\text{m}^2$  e  $0,5\text{cm}^2$ . Qual é a força aplicada no pistão de força?
- 2) Uma prensa hidráulica tem pistões com áreas de  $0,5\text{m}^2$  e  $3\text{m}^2$ . Qual será a força transferida para o pistão maior, se a força aplicada no pistão menor for de 50 N?
- 3) (U.E.Londrina-PR)(modificada) Na prensa hidráulica representada na figura 4.17, os diâmetros dos êmbolos são  $d_1$  e  $d_2$ , tais que  $d_1 = 4d_2$ . A relação  $F_1/F_2$  entre as intensidades das forças exercidas nos dois êmbolos, quando situados no mesmo nível, vale:



**Figura 4.17** – Ilustra esquematicamente o funcionamento de uma prensa hidráulica em movimento.

- A) 4
- B) 16
- C)  $\frac{1}{4}$
- D)  $\frac{1}{16}$

4) (Questão de vestibular - PUC-RJ) No Sistema Internacional de unidades de medida, as unidades de medida de volume, pressão, potência, massa e trabalho são respectivamente:

- A)  $m^3$ , pascal, watt, grama, joule.
- B)  $m^3$ , atmosfera, quilowatt, quilograma e joule.
- C)  $cm^3$ , pascal, watt, grama e joule.
- D)  $m^3$ , pascal, watt, quilograma e joule
- E) galão, psi, horsepower, libra e Btu/h.

5) (Questão de vestibular – UNOPAR-PR) No Sistema Internacional de Unidades, o produto entre pressão e volume pode ser expresso por uma unidade equivalente a:

- A) pascal
- B) quilograma por newton
- C) watt
- D) joule
- E) newton

6) (Questão de vestibular-UFSM) A grandeza pressão é dimensionalmente igual a:

- A) energia/volume
- B) energia/área
- C) força/volume
- D) força X área
- E) força

7) (Questão de vestibular - UEL-PR) Numa prensa hidráulica, o diâmetro do êmbolo maior mede 40 cm e o do menor, 8,0cm. Quando o êmbolo maior sofre um deslocamento de 2,0 cm, determine o deslocamento sofrido pelo êmbolo menor (em centímetros).

#### 4.3.1.4.4 Um Pouco de história

Blaise Pascal (1623-1662) foi um físico, matemático e filósofo francês revelando-se gênio desde cedo. Com 12 anos por si só iniciou seus estudos na matemática começando sua leitura com Elementos de Euclides . A sua contribuição para a ciência foi significativa e de grande importância.

Atuou na matemática, na física, na geometria, mas é com suas reflexões filosóficas e teológicas que mais surpreende a humanidade.

*Seus escritos filosóficos "exprimem com profundidade às ansiedades que agitam a alma humana. Ao longo dessas páginas imortais, animadas de ardente misticismo, sente-se, no entanto, a cada momento, a forte disciplina do espírito geométrico. Mais do que a disciplina: a inspiração. O pensamento de Pascal tem raízes profundas nessa análise do infinito" (Costa, 1971), que no seu tempo ressurgiram com nova roupagem. "Pascal foi geômetra no belo sentido pleno da palavra. Seu gênio multiforme procurou a verdade em todos os terrenos",(ibid).*

Aos 16 anos já se destacava na demonstração de teoremas importantes da geometria, fundamentais ao desenvolvimento tecnológico futuro, no campo da aviação, publicados na sua obra Ensaio sobre as Cônicas. Aos 19 anos inventou uma máquina de calcular capaz de somar e subtrair, para auxiliar o pai nos negócios.

Mais tarde começou a se interessar pela física, desenvolvendo importantes estudos que tiveram como inspiração as descobertas do italiano Torricelli sobre pressão atmosférica.

Realizou experiências sobre o vácuo e, em 1647, demonstrou experimentalmente, levando um barômetro ao alto de uma montanha de 1200 m de altitude, que a pressão atmosférica diminui com a altitude, confirmando a hipótese formulada por Torricelli. Demonstrou ainda que a pressão exercida num líquido confinado é constante em todas as direções-princípio da hidrostática que, com pequenas modificações, é conhecido como Princípio de Pascal. Junto com outro matemático

francês, **Pièrre de Fermat (1601-1665)**, desenvolveu o cálculo de probabilidades e a análise combinatória.

Considerado como a maior das "promessas" na história da matemática, Pascal poderia ter produzido uma obra muito maior se não sofresse de padecimentos físicos e não fosse levado a participar das controvérsias religiosas de sua época. Sua vida terminou em Paris em 1662, aos 39 anos.

(biografia de Pascal embasada no texto de Priscila Phelippe de Mello <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/pascal.htm>>)

#### 4.3.1.5 Módulo E – Princípio de Arquimedes

##### 4.3.1.5.1 Trocando Idéias, traz as seguintes recomendações:

**O que fazer?**

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitas deverão ser colocadas no **FÓRUM DE DISCUSSÃO** no ambiente TelEduc.

E o seguinte texto:

**Você já deve ter percebido que pegar alguém no colo dentro de uma piscina cheia de água é muito mais fácil do que pegar a mesma pessoa fora da piscina. Procure explicar por que isso ocorre.**

**Uma pessoa que não sabe nadar pode se afogar quando nadando em águas profundas. A pessoa desesperada engole e inspira muita água tendendo para o fundo. Ao engolir e inspirar água, o peso do corpo aumenta e, se o afogado não é socorrido, ele afunda. É comum encontrar o corpo boiando no dia seguinte. Se a pessoa afunda, o que faz com que o corpo do afogado bóie dias depois?**

##### 4.3.1.5.2 Mãos à Obra

**O que fazer:**

1. Com o material disponibilizado pelo professor, os grupos deverão realizar as experiências abaixo. A atividade apresenta algumas questões que deverão ser discutidas primeiramente pelo grupo chegando a uma conclusão. O representante de cada grupo deverá expor para o grande grupo a conclusão do trabalho, fazendo uma pequena síntese do que foi realizado e discutido. **Atenção: Cada dupla deverá trazer de casa dois corpos de mesmo volume, mas de massas diferentes.**
2. Cada DUPLA deverá elaborar um relatório da experiência, explicando e dando respostas às perguntas e disponibilizar seu trabalho no

**PORTFÓLIO, identificando o relatório (RELATÓRIO EXPERIÊNCIA Nº \_\_\_\_ (MÓDULO E).**

**3. Colocar no FÓRUM DE DISCUSSÃO (compartilhado para todos) dúvidas ou comentários sobre as experiências-próprias ou de outro grupo. Elaborar perguntas pertinentes às experiências apresentadas que deverão ser respondidas e discutidas. É muito importante a participação de todos os alunos.**

### **Experiência 10**

#### **Material necessário:**

Equipamento do laboratório comprado no Cidepe<sup>14</sup> conforme figura 4.18. (um cilindro de Arquimedes dotado de recipiente e êmbolo ajustados ).



**Figura 4.18:** Equipamento denominado empuxômetro.

- 1 recipiente com água
- 1 recipiente com óleo
- 1 dinamômetro

#### **Procedimento:**

**Meça o peso do cilindro branco utilizando o dinamômetro e anote em uma folha de papel esse dado. Mergulhe o cilindro, completamente imerso, na água e faça novamente a leitura no dinamômetro anotando o dado. Verifique a diferença entre as duas leituras. Coloque o cilindro**

<sup>14</sup> CIDEPE- Centro Industrial de Equipamento de Ensino e Pesquisa. Mais informações no endereço: [www.cidepe.com.br/](http://www.cidepe.com.br/)

branco dentro do preto para verificar o volume dos dois. Você pode notar que o volume da parte interna do recipiente cilíndrico preto é exatamente igual ao volume do cilindro branco. Agora pendure o recipiente cilíndrico preto vazio, no dinamômetro e anote o dado no papel, para não esquecer do valor. Encha o recipiente cilíndrico preto com água e meça novamente no dinamômetro. Anote o valor. Verifique a diferença entre os dois valores. Repita a experiência utilizando óleo no lugar da água

**Responda:**

A diferença entre os valores obtidos para o cilindro branco corresponde o quanto mais leve ele ficou. Esses valores são iguais na água e no óleo? Você acha que é mais fácil boiar na água ou no óleo?

Você observou algum padrão nos dados obtidos nas duas experiências? Explique justificando sua resposta.

Procure identificar o princípio físico aplicado aqui.

Imagine você segurando um barbante preso num balão cheio de água que está totalmente imerso em um recipiente com água. Qual é a força que você tem de fazer para segurar o saco de água? Ignore o peso do barbante e do balão.

## **Experiência 11**

**Material necessário:**

Dois corpos identificadas de A e B de mesmo volume, porém de massas diferentes.

1 recipiente com água

1 recipiente com álcool

1 dinamômetro

**Procedimento:**

Você acha que os corpos vão aparentar mais leves quando forem colocadas totalmente imersas na água. Por que você acha que isso acontece?

Caso você tenha respondido sim para a primeira pergunta, o que achas da perda aparente sofrida pelos dois corpos, será igual em todos?

Justifique sua resposta

Como você faria para medir o volume dos corpos? Você acha que eles são iguais?

Anote suas hipóteses no caderno.

Agora meça o peso dos dois corpos utilizando o dinamômetro e anote no seu caderno. Meça também o peso dos corpos quando totalmente imersos na água.

Compare os resultados obtidos. Você observou algum padrão nos resultados?

Procure identificar o princípio físico aplicado aqui.

**Repita o procedimento utilizando álcool em vez de água. Compare os resultados obtidos com os obtidos quando imersos em água.**

Para a realização desta etapa foi solicitado aos alunos, com bastante antecedência, que eles providenciassem um kit contendo dois corpos com volumes iguais, mas de massas diferentes. A sugestão foi pegar recipientes iguais e preenchê-los com materiais diferentes para que ao pesar desse leituras diferentes.

**Material sugerido:**

- embalagens de plástico encontradas dentro dos ovos de chocolate Kinder Ovo.
- as esferas dos desodorantes *roll-on*.
- garrafinhas vazias de temperos, pequenas de 200mL.
- latinhas de fermento vazias .

**4.3.1.5.3 Pesquisando sobre**

**O que fazer:**

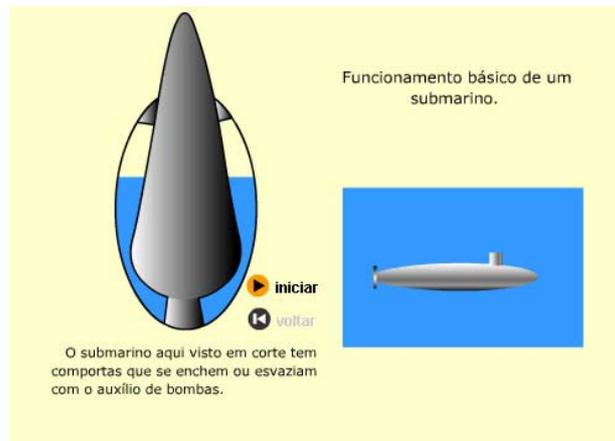
**1. Ao realizar as atividades anteriores vimos alguns fenômenos físicos relacionadas com empuxo. Faça uma pesquisa, definindo com suas palavras Empuxo e Princípio de Arquimedes.**

**2. Dois cilindros, maciços e de mesma massa, um de ferro e outro de alumínio, estão suspensos nos braços (iguais) de uma balança. A balança está em equilíbrio. Você acha que o equilíbrio é rompido quando ambos são submersos simultaneamente na água? Explique sua resposta.**

**3. Nas normas marítimas todos os tipos de embarcações devem levar junto coletes salva-vidas suficiente para todos os passageiros. Sabemos que no Brasil ocorrem vários acidentes, com vítimas fatais por falta de segurança e equipamento adequado nos passeios a barco. Por que é mais fácil boiar com um colete salva-vidas do que sem ele?**

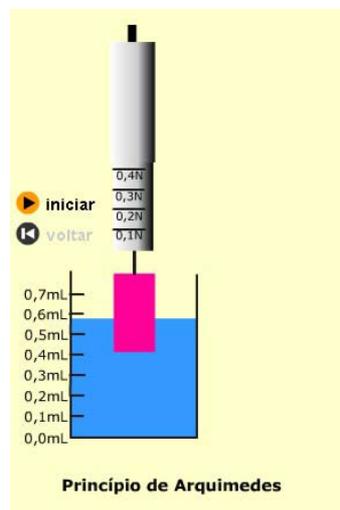
**4. Esse Princípio se aplica no funcionamento básico de um submarino? Explique como. Procure relacionar as três situações acima ao**

desenvolver suas respostas. Na figura 4.19 é mostrada a animação do funcionamento básico de um submarino.



**Figura 4.19** – Ilustra a animação, feita em Flash MX, para mostrar o que deve acontecer com as comportas de um submarino para ele se movimentar para baixo ou para cima.

**5. Observe a animação abaixo:** É mostrada ao aluno a animação ilustrada pela figura 4.20. Ao *clique* em “iniciar” o corpo de massa  $m$  é introduzido lentamente dentro do líquido representado em azul e a leitura no dinamômetro vai se alterando assim como a leitura na graduação do recipiente. Com esses dados o aluno deve ser capaz de responder as questões propostas a seguir.



**Figura 4.20** – Ilustra a animação, feita em Flash MX, para representar a experiência realizada na sala de aula que consiste num dinamômetro, um copo de líquido e um corpo de massa  $m$ .

- **Determine o peso do líquido deslocado pelo corpo, quando este está totalmente imerso.**
- **Determine a densidade média desse corpo.**
- **Determine a densidade do líquido.**



**6. Explique como um balão de ar quente flutua no ar.**

**7. A pesquisa realizada pela DUPLA deverá ser apresentada (colocada) no PORTFÓLIO, identificando o trabalho como "PESQUISA(E) (MÓDULO E)"**

#### **4.3.1.5.4 O que Você Aprendeu?**

**O que fazer:**

**1. Leia com atenção e resolva os problemas.**

**2. Abaixo você tem um pequeno resumo, apresentado através de animações em Flash e algumas questões que poderá responder verificando seu desempenho.**

Foi desenvolvido no Flash MX uma pequena página apresentando questões ilustradas com animações parecidas com as experiências realizada em aula. A figura 4.21 exemplifica uma das questões. A imagem capturada mostra um corpo que será introduzido no líquido. Observa-se o nível do líquido variar e a leitura do dinamômetro também. O objetivo dessa animação é fazer com que o aluno possa responder a questão sem fazer muitos cálculos e identificar se realmente o conceito empuxo está claro e entendido.

A figura 4.22 mostra as três situações que podem ocorrer quando colocamos um corpo totalmente imerso em um líquido e o abandonamos em seguida. A imagem capturada mostra a animação já em andamento.

**Atividade:** o objetivo é aplicar o Princípio de Arquimedes .

1. Observando a animação determine o peso do líquido deslocado pelo corpo, quando este está totalmente imerso. Considere o líquido a água cuja densidade é 1kg/L.

3 N  
2 N  
1 N  
zero

4 N  
3 N  
2 N  
1 N

▶ iniciar  
◀ voltar

500mL  
400mL  
300mL  
200mL  
100mL

Trabalho realizado por Berenice Helena Wiener Stensmann

VOLTA

SEGUE

Figura 4.21 – Ilustra uma das animações apresentada nos problemas do Módulo E, feita em Flash MX.

Ao mergulharmos ,totalmente imerso, um corpo sólido em um líquido e abandoná-lo em seguida, podemos observar três situações.

**1ª situação**  
quando o empuxo é igual ao peso do corpo

**2ª situação**  
quando o empuxo é menor do que o peso do corpo

**3ª situação**  
quando o empuxo é maior do que o peso do corpo

▶ iniciar ◀ voltar

▶ iniciar ◀ voltar

▶ iniciar ◀ voltar

Trabalho realizado por Berenice Helena Wiener Stensmann

VOLTA

SEGUE

Figura 4.22 – Ilustra uma das animações sobre flutuação, feita em Flash MX

#### 4.3.1.5.5 Um Pouco de História

##### O problema de Arquimedes

O grande cientista e inventor Arquimedes viveu no século III antes de Cristo, na cidade de Siracusa, uma colônia grega situada na Sicília, no sul da Itália.

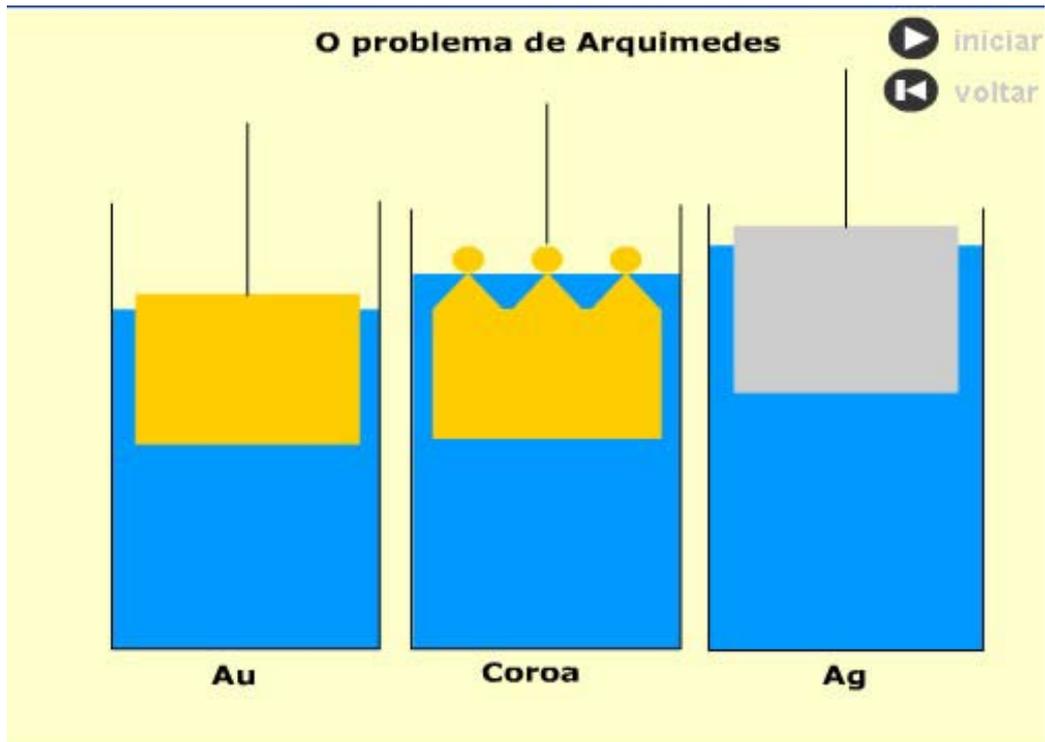
As engenhosas invenções de Arquimedes tornaram-se muito populares na época. Conta-se que o rei havia encomendado a um ourives uma coroa de ouro, entregando a ele certo peso deste material para confeccioná-la. Ao receber a coroa, o peso era igual ao do ouro fornecido, mas ninguém tinha certeza se, em seu interior, ela também continha ouro. Então, foi levantada a acusação de que o ourives teria substituído certa porção de ouro por prata. O peso da coroa correspondia ao esperado. O rei encarregou, então, Arquimedes de verificar a veracidade da acusação. A dificuldade é que o rei não permitia que a coroa fosse cortada para a averiguação.

A versão mais divulgada (não significa a verdadeira) é a de que Arquimedes percebeu como poderia resolver o problema quando tomava banho (em uma banheira pública). Entusiasmado, saiu correndo para casa, atravessando as ruas completamente despido e gritando a palavra grega que ficou famosa: EUREKA, EUREKA.

Arquimedes resolveu o problema da coroa da seguinte maneira

- 1. Mergulhou em um recipiente completamente cheio de água uma massa de ouro puro, igual à massa da coroa, e recolheu a água que transbordou.
- 2. Retomando o recipiente também cheio de água, mergulhou nele uma massa de prata pura, também igual à massa da coroa, recolhendo a água que transbordou. Como a densidade da prata é menor que a do ouro, o volume de água recolhido nesta segunda operação era maior que na primeira.
- 3. Finalmente, mergulhando no recipiente cheio de água a coroa em questão, constatou que o volume de água recolhido tinha um valor intermediário entre aqueles recolhidos na 1ª e 2ª operações. Ficou assim evidenciado que a coroa não era de ouro puro.

É mostrada uma ilustração animada da experiência realizada por Arquimedes para identificar se a coroa era feita de ouro puro ou não. A figura 4.23 ilustra a animação. A imagem foi capturada com a animação em andamento.



**Figura 4.23** – Animação para ilustrar a experiência realizada por Arquimedes, feita em Flash MX.

Continuando a história, segue o texto:

**Arquimedes também analisou o funcionamento da alavanca sob o ponto de vista matemático, demonstrando que o esforço que se aplica a um ponto dela é inversamente proporcional à sua distância até o ponto de apoio.**

**O método de fazer a cuidadosa medição de grandezas e relacioná-las matematicamente cairia, porém, em desuso nos dois milênios seguintes a Arquimedes. Suas obras só seriam traduzidas para o latim (a língua intelectual e universitária da Europa) em 1544, no século em que o experimentalismo despertaria a atenção de pessoas como Stevin e Galileu e começaria definitivamente a fazer parte do repertório da ciência.**

**Conforme os registros históricos, Arquimedes morreu durante a guerra entre Roma e Cartago (cidade situada no norte da África).**

(dados retirados do texto apresentado no endereço <<http://www.eduquenet.net/arquimedes.htm>>)

### **Bartolomeu de Gusmão - Pioneiro da Aeronáutica**

**O padre brasileiro Bartholomeu Lourenço de Gusmão é considerado o pioneiro do balonismo.**

Nasceu em Santos, S. Paulo, no Brasil, e fez estudos no Seminário jesuíta de Belém, na freguesia de Cachoeira, Capitania da Baía, onde se ordenou. Rapaz brilhante, de idéias avançadas para sua época, logo se destacou. Desde muito cedo se interessou pelo estudo da Física e com apenas 20 anos de idade, requereu à Câmara da Bahia, o privilégio para o seu primeiro invento. Era um aparelho que fazia subir a água de um riacho até uma altura de cerca de 100 metros. Em 1701 foi para Portugal, tendo regressado ao Brasil pouco depois, para voltar a Portugal em 1708 a fim de fazer o curso de Cânones da Universidade de Coimbra. Lá desenvolveu os seus estudos de Matemática, além das Ciências de Astronomia, Mecânica, Física, Química, sem falar do exercício da Diplomacia.

Em 1709 em Lisboa, Portugal, ele provou, em pelo menos quatro ocasiões diferentes, documentadas, que inflando uma bola com ar quente, ela elevar-se-á aos céus. Dirigiu uma petição a D. João V anunciando que tinha descoberto "um instrumento para se andar pelo ar da mesma sorte que pela terra e pelo mar". O rei concedeu-lhe privilégio para o seu instrumento por alvará de 19 de Abril de 1709.

No dia 8 de Agosto de 1709, na sala dos embaixadores da Casa da Índia, ilustrada na figura 4.24, diante de D. João V, da Rainha, do Núncio Apostólico, Cardeal Conti (depois papa Inocêncio XIII), do Corpo Diplomático e demais membros da corte, Gusmão fez elevar a uns 4 metros de altura um pequeno balão de papel pardo grosso, cheio de ar quente, produzido pelo "fogo material contido numa tigela de barro incrustada na base de um tabuleiro de madeira encerada".



**Figura 4.24** – Ilustra o texto apresentado na página html sobre a demonstração da flutuação de um balão, realizada pelo Padre Bartholomeu Gusmão.

Em 1713 partiu para a Holanda onde pretendia desenvolver as suas experiências. Voltou em 1716 e concluiu em 1720 o curso universitário que tinha interrompido.

D. João V colocou-o na Secretaria de Estado, tendo-o nomeado fidalgo-capelão da casa real e concedeu-lhe rendimentos no Brasil. Foi

encarregado pela Academia de escrever em português a História do Bispado do Porto.

Pouco antes de morrer converteu-se ao judaísmo e em 1724 fugiu para Espanha evitando as perseguições da Inquisição de que era alvo.

Faleceu num hospital de Toledo, Espanha, durante a fuga, em 1724.

O invento do Padre chamou-se Passarola, em razão de ter a forma de pássaro, crivado de multiplicados tubos, pelos quais coava o vento e a encher um bojo que lhe dava a ascensão. A figura abaixo ilustra a passarola inventada por Gusmão. Acredita-se que essa forma, ilustrada na figura 4.25, foi atribuída pela fantasia da época.

(texto retirado do endereço < <http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p2.html>>)

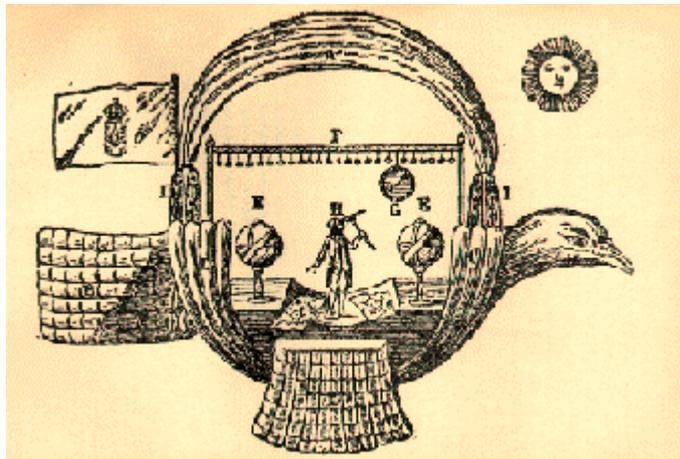


Figura 4.25 – Ilustração da invenção do Padre Bartholomeu Gusmão

#### 4.3.1.6 Módulo F- Conceitos Básicos- Hidrodinâmica

##### 4.3.1.6.1 Trocando Idéias, Traz as seguintes recomendações:

O que fazer?

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.
2. Os comentários e análises feitas deverão ser colocadas no FÓRUM DE DISCUSSÃO no ambiente TelEduc.

Vimos até aqui algumas propriedades e princípios físicos dos líquidos em equilíbrio estático. Isto é, assuntos relacionados à Hidrostática. Para estudar os fluidos em movimento, a Hidrodinâmica, devemos levar em consideração, além dos conceitos básicos, como velocidade, pressão e densidade, a forma do recipiente por onde o fluido vai escoar. Vamos considerar de início, apenas o que é chamado fluido ideal, isto é, um fluido incompressível e que não tem força interna de atrito ou viscosidade.

O movimento do fluido em torno das paredes do recipiente denomina-se escoamento. e o caminho percorrido por um elemento de um fluido em movimento é chamado linha de escoamento.

Vamos tomar o exemplo a seguir: quando ligamos uma mangueira d'água, a água jorra normalmente com uma dada vazão. O que você entende por vazão de um fluido? Se estrangularmos a saída da água da mangueira na extremidade oposta da torneira veremos que a água ao sair da mangueira jorra mais longe. O que isso significa? A quantidade de água que sai é a mesma que antes do estrangulamento? Explique.

Por que é comum as pessoas que estejam lavando com mangueira uma superfície qualquer (piso, carro, etc), estrangularem a saída da água para remover uma sujeira grudada na superfície? Explique.

#### **4.3.1.6.2 Mãos à Obra:** as orientações são as que seguem abaixo.

Observa-se que essa é a única etapa “Mãos à Obra” que os alunos fizeram em casa. Feitas as experiências em casa, os alunos trouxeram em aula pré-determinada suas conclusões descritas nos relatórios. Foram discutidas algumas idéias que surgiram por parte deles para depois se fazer a demonstração prática do aerofólio funcionando.

#### **O que fazer?**

1. Com o material descrito abaixo as duplas deverão realizar, em casa, uma das duas experiências. A atividade apresenta algumas questões que deverão ser discutidas primeiramente pelo grupo chegando a uma conclusão. A conclusão deverá ser trazida para a aula para ser discutida no grande grupo.

2. Cada DUPLA deverá elaborar um relatório da experiência, que deverá ser apresentado e disponibilizado no PORTFÓLIO, identificando o relatório (RELATÓRIO EXPERIÊNCIA Nº \_\_\_\_ (MÓDULO F).

3. Colocar no FÓRUM DE DISCUSSÃO (compartilhado para todos) dúvidas ou comentários sobre as experiências-próprias ou de outro grupo. Elaborar perguntas pertinentes às experiências apresentadas que deverão ser respondidas e discutidas. É muito importante a participação de todos os alunos.

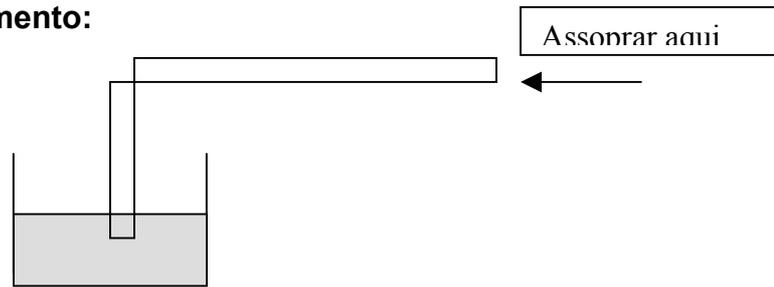
#### **Experiência 12**

##### **Material necessário:**

1 copo com água colorida

1 canudinhos de refrigerante

**Procedimento:**



Corte um dos canudos pela metade e coloque-o dentro do copo com água. A outra metade do canudinho você coloca conforme o desenho acima, isto é, perpendicular com a primeira parte. Assopre forte e observe o que ocorre.

**Responda:**

Bombas para desinfetar canis funcionam exatamente assim. Procure explicar utilizando conceitos físicos, tais como, velocidade, pressão, densidade, etc., porque a água sobe no canudinho. O que empurra a água para cima?

Descubra e descreva o funcionamento de um Tubo de Venturi. Faça uma relação entre o Tubo de Venturi e sua experiência.

### Experiência 13

**Material necessário:**

1 tubo de vidro transparente em U ou uma mangueirinha transparente de aquário com aproximadamente 30 cm de comprimento.  
água

**Procedimento:**

Colocar água no tubo em U. Você vai observar que as duas colunas de água ficam equilibradas com a mesma altura. Aproxime uma das extremidades do tubo na boca e assopre forte. Observe o que ocorre com as colunas de água. Explique utilizando conceitos físicos, tais como, velocidade, pressão, densidade, etc..

Descubra e descreva o funcionamento de um Tubo de Venturi. Faça uma relação entre o Tubo de Venturi e sua experiência.

**Responda:**

A pressão que o ar exerce varia com a velocidade?

O ar que você assoprou sobre o canudinho exerce maior ou menor pressão que o ar do ambiente? Justifique sua resposta.

Procure dar exemplos do dia-a-dia em que você observe essa situação.

Após a realização das experiências 12 e 13 pelos alunos foi feita em sala de aula a demonstração do funcionamento do aerofólio. Essa experiência é demonstrativa e procura exemplificar o funcionamento básico da asa de um avião quando em vôo. Com isso é discutida, analisada e interpretada a equação de Bernoulli. O protótipo construído e descrito nesse trabalho (ver Apêndice 1) foi pensado para mostrar a força de sustentação e a força de arraste assim com a diferença de pressão entre o intra-dorso e o extra-dorso do aerofólio quando submetido a um fluxo de ar. No *CD-ROM* que acompanha esta dissertação há um texto explicando e fornecendo desenhos técnicos (com dimensões e materiais utilizados) que permite a construção de um exemplar.

#### **4.3.1.6.3 Pesquisando Sobre**

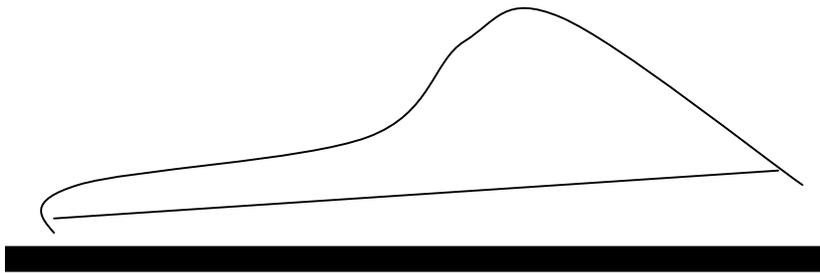
##### **O que fazer:**

**Ao realizar as atividades anteriores vimos alguns fenômenos físicos relacionadas com um fluido em movimento. Uma aplicação prática disso está no exemplo demonstrado na figura 4.26: observe que o ar acelera no estreitamento (maior pressão dinâmica), provocando uma sucção no canudo (redução da pressão estática) que, conseqüentemente pulveriza a fluido no interior do tubo. Esse sistema é muito utilizado nos carburadores de motores a explosão, onde o ar que entra é misturado ao combustível pulverizado pelo tubo de Venturi e se dirige para os tubos de admissão.**

**Faça uma pesquisa, escrevendo com suas próprias palavras, como funciona a sustentação da asa de um avião. Quando em movimento, quatro forças agem sobre o avião: a tração dos motores, o peso da gravidade, a sustentação provocada pelo movimento e o arrasto devido ao atrito com o ar e turbulências. Nesse caso, desenvolva sua pesquisa dando um enfoque maior para a sustentação e o arrasto. Procure identificar o princípio físico aqui estudado.**

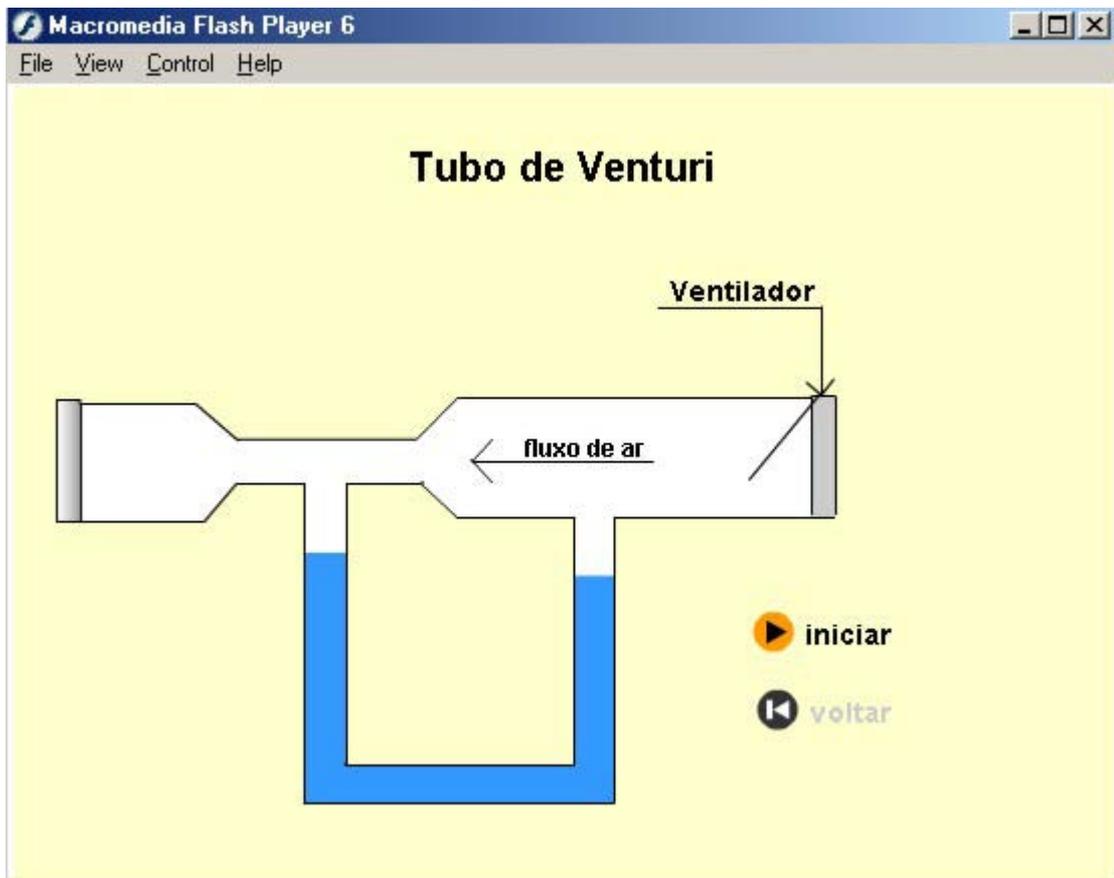
**O estudo da aerodinâmica e é a primeira coisa a ser pensada num projeto. No caso de carros de corrida, como os da F1, a carenagem do carro é projetada de forma que se crie o “*downforce*”, força que empurra o carro contra o solo para dar mais estabilidade. O que é necessário para se obter esse resultado? Observe que no caso da asa de um avião a sustentação deve ocorrer de baixo para cima e no caso da F1 deve ocorrer de cima para baixo para se obter maior estabilidade principalmente nas curvas. Desenvolva sua pesquisa abordando tais aspectos.**

**Observando o perfil de um carro F1 teremos uma figura parecida com a que vemos abaixo:**



A parte dianteira do carro é mais baixa que a parte traseira.

**Procure explicar por que os engenheiros projetam o carro F1 de forma que a parte dianteira é mais baixa que a parte traseira.**



**Figura 4.26** – Ilustra o funcionamento de um tubo de Venturi, feita em Flash MX

#### 4.3.1.6.4 O Que Você aprendeu?

**O que fazer:**

1. As questões propostas abaixo deverão ser analisadas, discutidas e respondidas por vocês.

2. As respostas das questões deverão ser colocadas em um documento *word*, devidamente identificadas, por exemplo:

- Questão 1) Resposta: XXXXXXXX
- Questão 2) Resposta: YYYYYYYY

3. Colocar no início do documento:

- Exercícios do Módulo F
- Nomes dos componentes da dupla
- Números
- Turma

4. Anexar o documento com as respostas no PORTFÓLIO da dupla no ambiente TelEduc. Obs.: Colocar o documento no Portfólio de apenas um dos componentes da dupla.

Teste seus conhecimentos:

1. Procure identificar algumas aplicações do Princípio de Bernoulli.
2. Durante uma tempestade, Maria fecha as janelas do seu apartamento e ouve zumbido do vento lá fora. Subitamente o vidro de uma janela se quebra. Considerando que o vento tenha soprado tangencialmente à janela, o acidente pode ser melhor explicado por qual princípio estudado até aqui? Justifique sua resposta.
3. A artéria aorta de um adulto tem um raio de cerca de 1cm, e o sangue nela flui com velocidade 33 cm/s.

A) Quantos litros de sangue por segundo são transportados pela aorta?

B) Sendo 5 litros o volume de sangue no organismo, use o resultado anterior para estimar o tempo médio que o sangue leva para retornar ao coração.

4. Você já ouviu falar que uma pessoa que apresenta colesterol elevado sofre maior risco de sofrer um derrame ou parada cardíaca. Com o colesterol elevado no organismo, começa o processo de entupimento das artérias e com isso diminui o espaço para a passagem do sangue. Relacione essa situação com os conceitos até aqui estudados

#### 4.3.1.6.5 Um Pouco de História

Quem foi Daniel Bernoulli?

**Daniel Bernoulli (1700-1782) era de uma família radicada em Basiléia, na Suíça, e de muito destaque no mundo científico dos séculos XVII e XVIII. Bernoulli era filósofo, físico, fisiologista, médico, botânico e matemático. Nasceu em Gröningen, na Holanda, em 9 de fevereiro de 1700. Aos treze anos iniciou seus estudos de Filosofia e Lógica. O desejo da família era encaminhá-lo para a carreira de comerciante, mas Daniel acabou estudando para Medicina. Em 1721 obteve doutorado com uma dissertação intitulada “De Respiratione”.**

**De 1721 a 1725 estudou e publicou seu primeiro trabalho os “Evecitationes Mathematicae”, chamando a atenção dos meios científicos. Com esse trabalho Bernoulli mostrou suas habilidades para a Física.**

**Em 1727, morando na Rússia, sua produção intelectual foi rica, incluindo trabalhos em diversas áreas (Medicina, Matemática e Ciências Naturais). Seu interesse maior, porém, era no campo da Física e Matemática, completando um trabalho sobre Hidrodinâmica em 1734 e publicando-o apenas em 1738. Nesse trabalho “Tratado de Hidrodinâmica”, o cientista Bernoulli deduz um teorema que leva seu nome. Estudando a relação da velocidade de um fluido e a pressão exercida neste, descobriu que quanto maior é a velocidade de escoamento de um fluido, maior é sua pressão dinâmica e menor é sua pressão estática.**

(Texto do endereço  
<<http://paginas.terra.com.br/educacao/fisicavirtual/grandes/bernoulli.htm>>)

## 5 CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Nesse Capítulo, apresentaremos as observações que foram realizadas com os alunos a título de avaliação qualitativa e quantitativa.

O Projeto de Aprendizagem foi avaliado com o intuito de responder as seguintes questões:

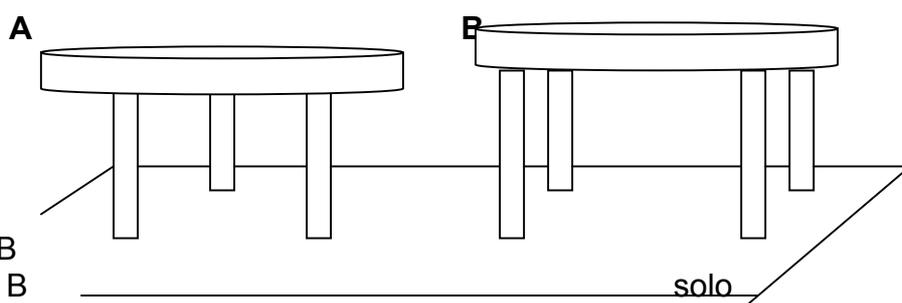
- A) Como foi o aproveitamento do pré-teste aplicado aos alunos de todas as turmas?
- B) Os alunos dos grupos experimentais apresentaram uma participação maior do que as apresentadas pelos alunos dos grupos de controle nas aulas tradicionais, isto é, se observou um aluno mais ativo no seu processo de aprendizagem?
- C) O envolvimento com a disciplina e com as atividades pelos alunos dos grupos experimentais foi significativo?
- D) Como foi o aproveitamento final dos alunos das turmas que participaram da proposta?
- E) Como foi o aproveitamento final dos alunos de controle?
- F) Quais foram as dificuldades encontradas durante a aplicação do projeto?

Como foi dito anteriormente, antes de iniciar a aplicação do projeto e desenvolver o corpo de conhecimento trabalhado em Mecânica dos Fluidos, foi aplicado a todos os alunos da segunda série do ensino médio um pré-teste, com treze questões pertinentes ao assunto Mecânica dos Fluidos. A duração da aplicação foi de trinta minutos. Houve a liberdade de se discutir as questões em duplas de alunos. O objetivo do pré-teste era fazer um levantamento do conhecimento prévio dos alunos, identificar erros conceituais e capacidade lógica dos mesmos. O pré-teste foi aplicado no início do mês de junho de 2004.

## 5.1 Análise das Questões e Percentuais de Erros

**Questão 1.** Abaixo temos duas banquetas, banquetta **A** com três pernas e banquetta **B** com quatro pernas. A secção transversal de cada perna das banquetas é igual e as duas banquetas têm o mesmo peso. Se colocarmos sobre as banquetas um corpo de peso 150N, podemos concluir que o efeito de deformação causado no solo pela banquetta **A** é:

Desenho:



- A) Maior do que a de B
- B) Menor do que a de B
- C) Igual a de B
- D) Não sei responder

Todas as turmas apresentaram um certo percentual de erro chamando a atenção para as turmas experimentais 201 e 202 onde, em média, 55,68% dos alunos erraram a questão 1. A média de erro das demais turmas foi de 28,72%, um percentual relativamente baixo.

Os alunos das turmas 201 e 202 na sua maioria apresentavam um conceito prévio de pressão errado, confundindo força com pressão, pois a maioria das respostas erradas foram marcadas na letra C e algumas na letra D.

**Questão 2.** Uma pessoa está em pé sobre um piso horizontal, apoiado sobre suas duas pernas. Se essa pessoa levantar um dos pés, de forma que fique apoiado sobre um pé, a força que essa pessoa exerce no solo:

- A) Aumenta
- B) Diminui
- C) Continua a mesma
- D) Não sei responder

**Questão 3.** Considerando a questão 2, a pressão (efeito de deformação) que essa pessoa exercerá no solo quando erguer um dos pés será:

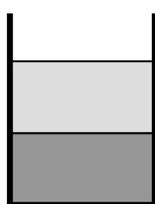
- A) O dobro
- B) A metade
- C) Igual
- D) Não sei responder

As questões 2 e 3 chamam a atenção justamente para os conceitos, força e pressão. O que se obteve, observando a Tabela 5.1 foi uma média de erro para as duas questões de 46% para as turmas experimentais e para as turmas de controle de 43%. Uma diferença muito pequena.

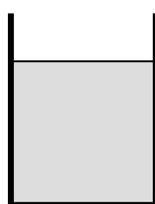
**Questão 4.** A densidade absoluta do ferro é igual a  $8\text{g/cm}^3$  e do alumínio aproximadamente igual  $3\text{g/cm}^3$ . Considerando duas esferas homogêneas, uma de ferro e outra de alumínio de mesmo volume, elas terão:

- A) Massas iguais
- B) A massa da esfera de ferro será maior que a massa da esfera de alumínio.
- C) A massa da esfera de ferro será menor do que a massa da esfera de alumínio.
- D) Não sei responder

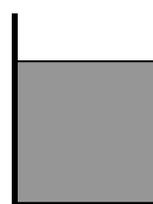
**Questão 5.** Uma pessoa encontrou num laboratório 3 recipientes iguais contendo o mesmo volume de líquidos. O recipiente **X** contém duas metades de líquidos não-miscíveis. **Y** contém o mesmo tipo de líquido que estava na metade superior de **X**. **Z** contém o mesmo tipo de líquido que estava na metade inferior de **X**. Essa pessoa poderá deduzir, então, que os três recipientes com os líquidos podem ser ordenados pelo valor decrecente (do maior para o menor) de seus pesos, por:



recipiente X



recipiente Y



recipiente Z

- A) **ZXY**
- B) **YZX**
- C) **XZY**
- D) não sei responder

**Questão 10.** Quando mergulhamos um ovo cru na água ele afunda. Se colocarmos uma certa quantidade de sal de cozinha na água, observamos que o ovo passa a flutuar na água. Podemos concluir que:

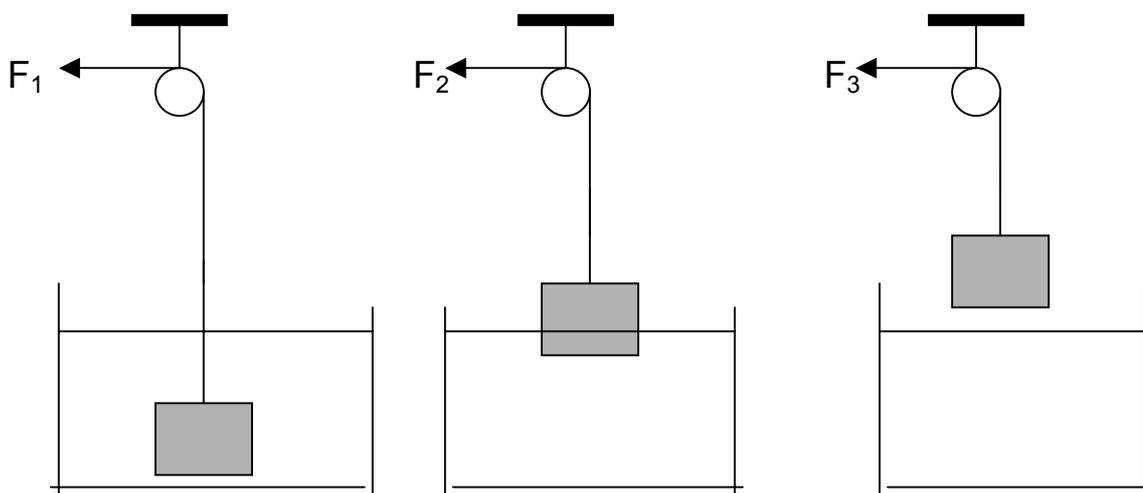
- A) A densidade do ovo aumentou.
- B) A densidade do ovo diminuiu.
- C) A densidade do ovo continua a mesma
- D) Não sei responder

**Questão 11.** Em relação a questão anterior (nº10) podemos concluir que :

- A) A densidade da água aumentou
- B) A densidade da água não se modifica
- C) A densidade da água diminui
- D) Não sei responder

As questões 4, 5, 10 e 11 abordam a idéia de densidade, conceito normalmente trabalhado na disciplina de Química na série anterior. Mesmo sendo um conceito em princípio conhecido, houve algumas turmas que apresentaram mais de 30% de respostas erradas. Analisando o gráfico apresentado na Figura 5.1 observa-se que são as questões com o menor índice de erro.

**Questão 6.** As figuras abaixo mostram três etapas da retirada de um bloco de granito **P** do fundo de uma piscina com água



Considerando que  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  são valores das forças que matem o bloco em equilíbrio, a relação entre elas é expressa por:

- A)  $F_1 = F_2 = 3$
- B)  $F_1 < F_2 < F_3$
- C)  $F_1 > F_2 > F_3$
- D) Não sei responder

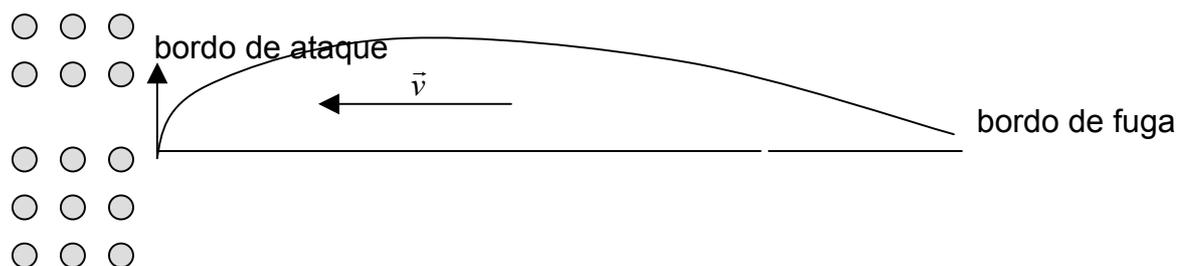
**Questão 7.** Dois cilindros, maciços e de mesma massa, um de ferro e outro de alumínio, estão suspensos nos braços (iguais) de uma balança. A balança está em equilíbrio. Rompe-se o equilíbrio quando ambos são submersos simultaneamente na água?

- A) Sim, o equilíbrio será rompido.
- B) Não, o equilíbrio não será rompido.
- C) O equilíbrio será rompido momentaneamente voltando a situação inicial após imersão total dos corpos na água.
- D) Não sei responder

As questões 6 e 7 abordam o conceito de empuxo. A turmas experimentais apresentaram um índice de erro bastante elevado na questão 6, uma média de 72,72% e na questão 7 uma média de 51,14%. Igualmente as turmas de controle também apresentaram índices de erro elevados.

Observou-se que os alunos, na sua grande maioria, não refletiram adequadamente e não relacionaram as situações apresentadas nas questões com eventuais e possíveis experiências vivenciadas no cotidiano. Analisando o gráfico da Figura 5.1, vê-se que houve um grande índice de erro nessas duas questões.

**Questão 8.** O perfil da asa de uma aeroplano está representado a seguir. Se estiver em movimento, a asa “corta” o ar de forma que algumas moléculas de ar contornarão o perfil por cima e outras por baixo, isto é, as moléculas separadas no bordo de ataque deverão chegar, em regime normal, ao mesmo tempo no bordo de fuga. Considere, no desenho que segue, as bolinhas essas moléculas e o perfil da asa se movimentando da direita para a esquerda.



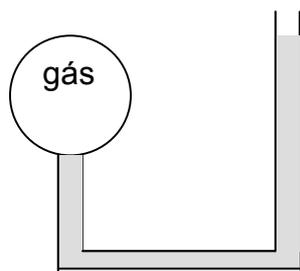
A velocidade das moléculas de ar que passam por cima da asa, contornado o perfil será:

- A) igual a velocidade das moléculas de ar que passam por baixo contornando o perfil.
- B) maior do que a velocidade das moléculas de ar que passam por baixo contornando o perfil.
- C) menor do que a velocidade das moléculas de ar que passam por baixo contornando o perfil.
- D) Não sei responder

Observando-se a Tabela 5.1, a questão 8 foi a que apresentou o maior índice de erro, sendo que a turma de controle 203 com o menor, apresentando 56,76% e a turma de controle 205 com 87,18% . O texto da questão aborda conceitos de movimentos trabalhados na série anterior que deveriam já estar incorporados no conhecimento de um aluno do segundo ano.

No texto da questão é afirmado que as moléculas deveriam chegar ao mesmo tempo no bordo de fuga. Então o aluno deveria observar com clareza a figura e se dar conta que as moléculas que estão passando por cima percorrem uma distância maior então terão uma velocidade maior. Esse conhecimento era necessário para se trabalhar e interpretar a equação de Bernoulli.

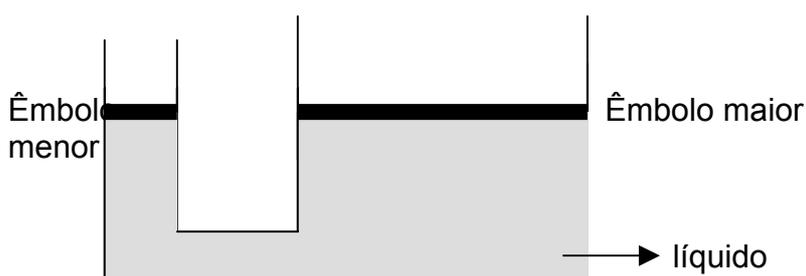
**Questão 9.** Observe o desenho que segue. Se o balão de vidro contendo um gás qualquer quebrar, podemos dizer:



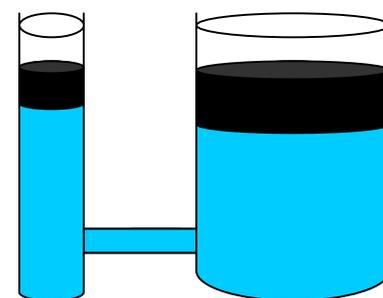
- A) O ar da atmosfera entra e empurra a coluna de líquido da esquerda para baixo e a coluna de líquido da direita para cima, aumentando o desnível entre elas.
- B) O gás expande, escapa do balão e as duas colunas de líquido se nivelam.
- C) O gás se expande, escapa do balão e as duas colunas permanecem iguais.
- D) Não sei responder

A questão 9 aborda diferença de pressão entre dois fluidos. A imagem mostra que a coluna de líquido dentro do tubo em U está desnivelada. O aluno deve refletir sobre o que acontece com esse desnivelamento se o balão que contém um dado gás a uma determinada pressão estourar. Observando-se o gráfico da Figura 5.1, notamos que foi a quinta questão com menor índice de erros.

**Questão 12.** O esquema abaixo representa uma prensa hidráulica. Se empurrarmos o êmbolo de menor área 10 cm para baixo o êmbolo de área maior:

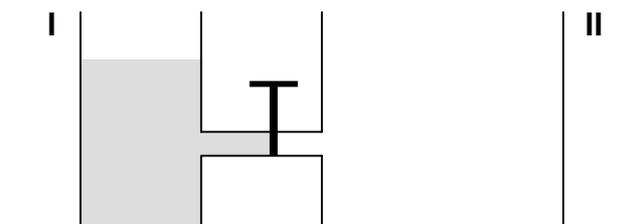


Êmbolo menor      Êmbolo maior



- A) Subirá 10 cm
- B) Subirá mais do que 10 cm
- C) Subirá menos do que 10cm.
- D) Não sei responder

**Questão 13.** Um vaso cilíndrico I contém água à altura de 1,0 m e está ligado, por um tubo fino, a outro vaso cilíndrico II, inicialmente vazio, com diâmetro duas vezes maior que o de I. O tubo de comunicação está a 0,5 m de altura e fechado, no início, por uma torneira T, como mostra a figura abaixo. Abrindo-se a torneira T, que altura atinge a água no vaso II?

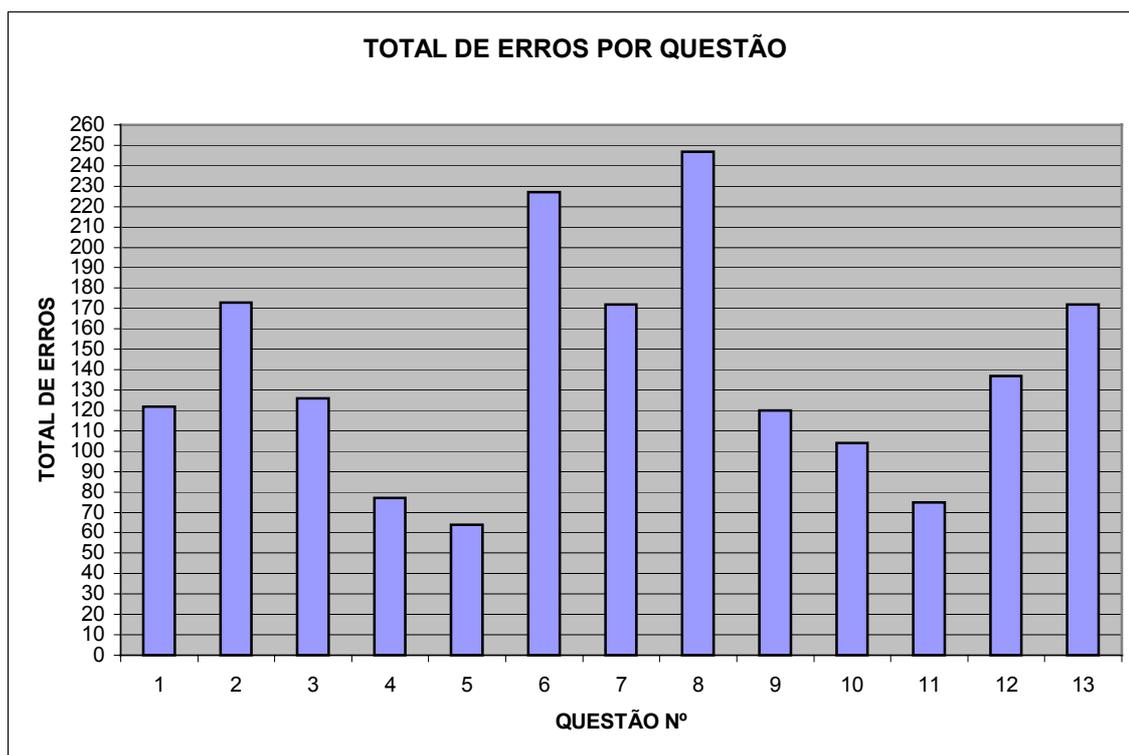


- A) A água atinge a altura de 0,5m
- B) A água atinge a altura de 1,0m
- C) A água atinge uma altura menor do que 0,5m
- D) Não sei responder

As questões 12 e 13 exigem lógica matemática e interpretação de texto. O pré-requisito necessário é o conhecimento de matemática, desenvolvido no Ensino Fundamental, no sistema métrico referindo-se a comprimento, área e volume, necessário para entender alguns conceitos físicos.

Conforme a Tabela 5.1 podemos observar que houve um percentual de erro em torno de 50% para todas as turmas significando a dificuldade que os alunos apresentam em interpretar e de fazer uso dos conhecimentos básicos de matemática.

Essas duas questões não exigem conhecimento físico prévio, mas necessitam atenção na leitura, uma boa interpretação de texto e conhecimento lógico matemático.

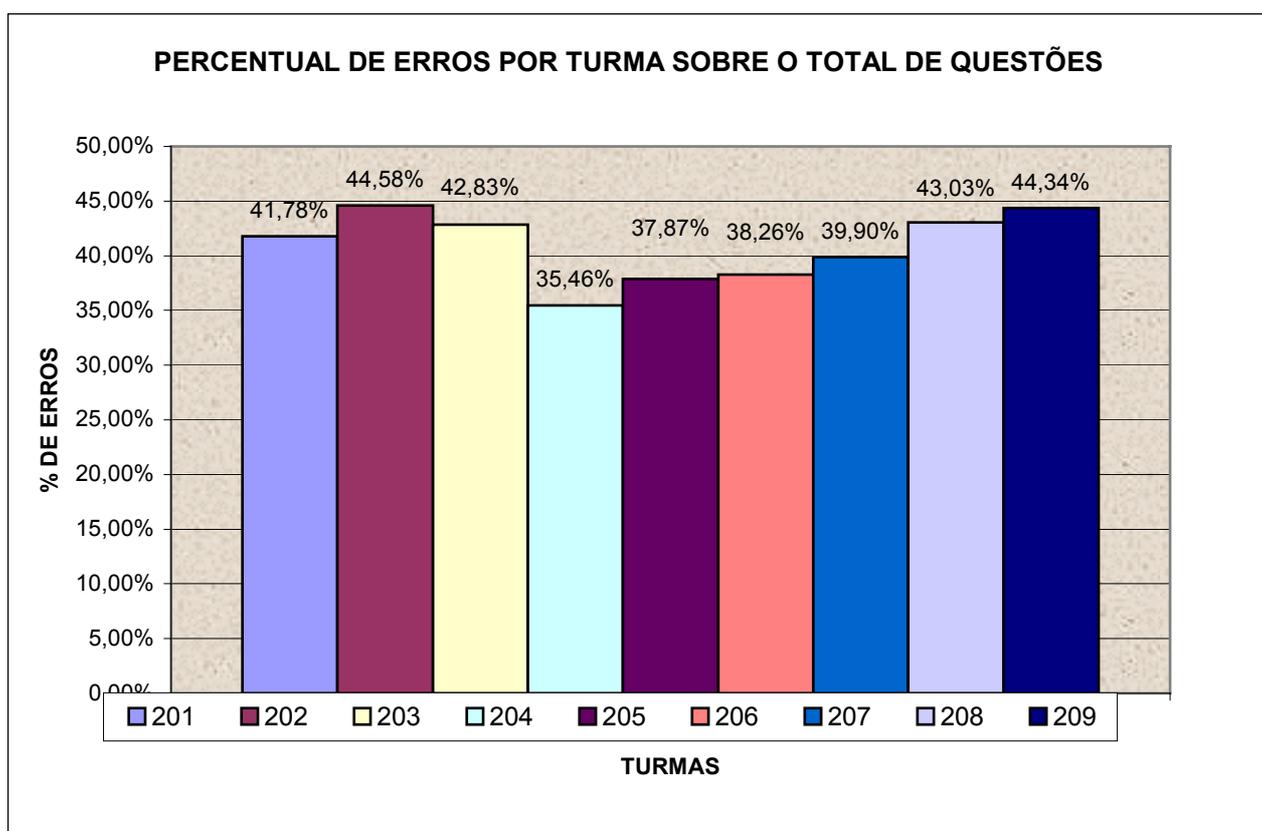


**Figura 5.1** – Histograma de erros por questão.( 9 turmas, total de 342 alunos, soma do número de alunos que erraram a questão)

Na Tabela 5.1 é apresentado o percentual de erros que cada turma teve por questão. A tabela mostra, por exemplo, que a turma 201 apresentou um percentual de erro igual a 72,73% na questão 8, e nas questões 5 e 11 apenas 11,36%. Podemos observar, também, o percentual total de erros por turma.

A Figura 5.2 apresenta um histograma de erros por turma sobre o total de questões. Observamos que as turmas experimentais (201 e 202) ficaram entre as que mais erraram. Na turma 201, considerada pelos professores uma turma com bons pré-requisitos, o resultado surpreendeu, pois a expectativa era de se saírem com resultados mais satisfatórios. Ainda analisando o gráfico da figura 5.2 a turma de controle 204 obteve o menor índice de erros.





**Figura 5.2** – Histograma de erros por turma

## 5.2 Análise dos Resultados

Para a aplicar o projeto foram escolhidas as turmas por suas características comportamentais e também pela distribuição dos horários nos encontros semanais, antes mesmo de fazer esse levantamento de aproveitamento do pré-teste. Por coincidência a turma experimental 202 teve o maior índice de erros e a turma 201 o quarto índice de erros se observarmos o gráfico da Figura 5.2.

Para responder a segunda pergunta, **(Os alunos dos grupos experimentais apresentaram uma participação maior do que as apresentadas pelos alunos dos grupos de controle nas aulas tradicionais, isto é, se observou um aluno mais ativo no seu processo de aprendizagem?)** levamos em consideração as participações dos alunos nos fóruns de discussão, nos *e-mails* trocados e também na entrega de atividades através do Portfólio. O que se observou foi o envolvimento da grande maioria dos oitenta e cinco alunos participantes do projeto. Apenas cinco alunos não se envolveram nas atividades, sendo que na turma 201 cinco alunos saíram da escola no terceiro trimestre para fazer intercâmbio, interrompendo suas atividades.

Para exemplificar as participações nos fóruns, ferramenta que permite a comunicação e discussão a distância de temas abordados na aula, são colocados a seguir alguns exemplos.

A participação nos fóruns fazia parte da avaliação qualitativa e também quantitativa do trabalho. Analisou-se, ao atribuir uma nota para o aluno, a qualidade dos comentários e a frequência de participações.

Essas participações eram vistas e avaliadas pelo professor nos finais de semana e eventualmente algumas noites sendo retomadas as discussões mais pertinentes em sala de aula, levantando-se pontos importantes do tema e retomando-se conceitos já trabalhados.

O TelEduc não permite que o aluno crie um fórum para discussão; os alunos enviavam suas perguntas e/ou sugestões para serem discutidas através do correio interno do ambiente e o professor formador criava o fórum. Como uma das atividades era a realização de experiências práticas em sala de aula, algumas dúvidas surgiam ao elaborarem o relatório solicitado.

O exemplo abaixo ilustra uma das situações que ocorreram. O fórum foi criado em um domingo após um *e-mail* recebido pela aluna Júlia(1) referente à experiência 6 do Módulo B .

1. <b>Se alguém souber responder...</b>	Domingo, 27/06/2004, 16:00:47
Berenice Stensmann	
Júlia (1) Turma: 202 Quanto à experiência que realizamos (balão e seringa), por que o balão não estourou ao exercermos maior pressão sobre ele empurrando o êmbolo????	<a href="#">Voltar ao topo</a>

---

<b>Re: Se alguém souber responder...</b>	Sexta, 02/07/2004, 23:50:42
Luiza	
tem alguma coisa a ver com o fato dele não ter espaço? não poder se expandir mais para estourar?	<a href="#">Voltar ao topo</a>

---

<b>Re: Se alguém souber responder...</b>	Domingo, 15/08/2004, 17:35:02
Matheus	
Provavelmente o balão não estourou pois não havia espaço possível para que ele se expandisse para estourar.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

---

4. <b>Se alguém souber responder...</b>	Quarta, 18/08/2004, 21:39:04
	Rafaela(1)
pois a pressão não foi forte o bastante, fazendo com que seu material estourasse.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Re: Se alguém souber responder...</b>	Quarta, 15/09/2004, 14:15:55
	Maria Eugênia
Existem duas alternativas: a primeira de não existir espaço para expandir mais o balão, e a segunda de não ter sido aplicada uma pressão suficiente para estourar o balão.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Re: Se alguém souber responder...</b>	Quinta, 16/09/2004, 13:40:09
	Júlia(2)
Porque o balão tem elasticidade e a pressão exercida pela seringa não foi suficientemente grande para romper a borracha.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Re: Se alguém souber responder...</b>	Domingo, 19/09/2004, 20:44:27
	Eduardo
Não sei	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>resposta</b>	Sexta, 09/07/2004, 21:04:54
	Júlia (1)
A pressão exercida sobre o balão não chegou a romper o material. Mas quando pisamos em um balão, por exemplo, a força (pressão) que exercemos sobre ele, é maior do que a resistência da borracha.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>Re: resposta</b>	Quarta, 18/08/2004, 21:43:31
	Bruna
Devido a pressão que foi exercida não ter força suficiente pra fazer com que o material pelo qual é feito o balão estourar.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

<b>eu sei(eu acho)</b>	Quinta, 30/09/2004, 18:55:09
	Marcelo
Acho que é porque não tinha espaço o bastante para o balão se expandir e estourar.	<a href="#">Voltar ao topo</a>

Foi observado também que os alunos, ao participarem dos fóruns, estendiam as discussões em sala de aula. Em aulas tradicionais a maioria dos aprendizes ficam escutando ou escrevendo quando não estão conversando com o colega assuntos

diversos. É interessante citar a mudança de comportamento por parte dos alunos das turmas experimentais. Essa mudança foi bastante visível.

Referente à terceira pergunta (**O envolvimento com a disciplina e com as atividades pelos alunos dos grupos experimentais foi significativo?**) é possível dizer que o envolvimento foi bastante significativo. O primeiro fórum iniciou no dia 08/06/2004 e o último no dia 28/11/2004. Isso significa que o ambiente TelEduc ficou em ação durante todo o segundo semestre do ano de 2004 sendo que o corpo de conteúdo Mecânica dos Fluidos foi trabalhado no tempo previsto de 23 aulas presenciais. Como a proposta do trabalho foi muito bem aceita pelos alunos houve a combinação de continuarmos a discutir temas relevantes ao conteúdo através dos fóruns e também a realização de atividades que foram periodicamente entregues via Portfólio e avaliadas. Com o intuito de retomar e trabalhar conceitos ainda não incorporados significativamente, a continuidade da aplicação do projeto resultou em resultados bastante satisfatórios.

Durante o segundo semestre o número de aulas presenciais que tivemos foi em torno de 60 aulas de 55 min totalizando 3300 minutos de aula.

Analisando os dados disponíveis no ambiente TelEduc o número de participações dos fóruns foi em torno de 1200. Considerando um tempo médio de 8 minutos para cada participação, tempo razoável para ler as colocações de alguns colegas, formular a sua contribuição e postar no ambiente, temos um total de 9600 minutos que, dividido pelos 85 participantes, resultam em média 113min para cada um. Se considerarmos as atividades propostas e os fóruns, cada aluno disponibilizou em torno de 50 min por semana, extra curricular, com o projeto de aprendizagem. Isso significa um aumento do tempo de 31% de envolvimento do aluno com a disciplina. Esse levantamento foi feito considerando o tempo utilizado para a realização das pesquisas, elaboração de relatórios e participações nos fóruns.

As tabelas 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5 apresentadas, mostram o resultado da avaliação realizada, durante o 1º e 2º trimestres, com as turmas 201 e 202, mostrando as notas finais e as atribuídas para cada atividade.









Referente perguntas D e E ( **O envolvimento com a disciplina e com as atividades pelos alunos dos grupos experimentais foi significativo?**

**Como foi o aproveitamento final dos alunos das turmas que participaram da proposta?)** é necessário ressaltar a mudança de comportamento por parte dos alunos que participaram do projeto. Como já foi citado anteriormente, eles se tornaram mais participativos e questionadores nas aulas. Essa é uma característica importante, pois alunos que normalmente não se expressavam o faziam através do ambiente TelEduc e aos poucos foram perdendo a cerimônia de questionar sobre o conteúdo, isto é, falar sobre assuntos referentes à Física. Essa falta de participação que normalmente existe em aulas ditas tradicionais não significa falta de conversa, pelo contrário, os alunos têm uma tendência de conversar assuntos fora do interesse da matéria trabalhada, cabe ao professor motivá-los de forma adequada para que se envolvam significativamente.

Para se ter uma idéia de quanto foi produtiva a aplicação do projeto, foi realizado um levantamento do aproveitamento de todos os alunos no final de cada trimestre.

No segundo trimestre foi aplicada uma prova com vinte questões sendo quinze dessas questões sobre o assunto Mecânica dos Fluidos. As outras cinco questões tratavam do tema Dinâmica, trabalhado no primeiro trimestre. A aproveitamento de cada turma está representado na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Aproveitamento das turmas no 2º trimestre do ano letivo 2004 (Física)

Turma	Nº de alunos	$Nota \geq 7$	$5 \leq nota < 7$	$Nota < 5$	%aproveitamento **
*201	42	8	14	20	19,1%
*202	43	9	13	21	20,9%
203	42	9	17	16	21,4%
204	44	11	15	18	25%
205	42	7	13	22	16,7%
206	44	9	9	26	20,4%
207	44	11	11	22	25%
208	38	7	16	15	18,4%
209	34	5	11	18	14,7%

- \*Turmas experimentais
- \*\* Aproveitamento acima de 7,0.
- Em verde o levantamento da prova trimestral.

Analisando a tabela 5.6 observa-se que o aproveitamento na prova trimestral para todas as turmas ficou inferior a 25% , ou seja, menos que um quarto da turma atingiu nota igual ou superior a média da escola que é sete.

No terceiro trimestre foram aplicadas duas avaliações com quinze questões ao todo, sendo que doze eram referentes ao conteúdo trabalhado no projeto que embora previsto para o segundo trimestre acabou se superpondo parcialmente com o terceiro trimestre. Não considero aqui a prova trimestral, pois o conteúdo desenvolvido nesse trimestre foi Termologia. É representado na Tabela 5.7 o percentual de aproveitamento por turma.

Tabels 5.7 – Aproveitamento das turmas no 3º trimestre do ano letivo 2004 (Física)

Turma	Nº de alunos	<i>Nota ≥ 7</i>	$5 \leq nota < 7$	<i>Nota &lt; 5</i>	%aproveitamento **
*201	42	19-15	19-17	6-9	45,2%-35,7%
*202	43	20-19	17-15	5- 9	46,5%-44,2%
203	42	17-15	14-13	11-14	40,5%%-35,7%%
204	44	14-16	18-16	11-11	31,8%-36,4%
205	42	15-14	19-12	8-16	35,7%-33,3%
206	44	12-11	20-13	12-20	27,3%-25%
207	44	18-15	16-15	10-14	40,9%-34%
208	38	12-13	20-15	6-10	31,5%-34,2%
209	34	11-10	13-9	10-15	32,3%-29,4%

- Em preto corresponde ao primeiro teste aplicado no terceiro trimestre.
- Em azul corresponde ao segundo teste aplicado no terceiro trimestre.
- \* Turmas experimentais.
- \*\* Aproveitamento acima de 7,0

Observa-se na Tabela 5.7 um crescimento no aproveitamento em todas as turmas. Em especial as turmas experimentais apresentaram um bom desempenho se analisarmos o decréscimo significativo que ocorreu nas notas menores do que

5,0. Para notas acima ou igual a sete houve para essas duas turmas um acréscimo acima de 20% no aproveitamento enquanto que nas demais houve acréscimos de no máximo 17%.

Esse levantamento, contudo, não permite afirmar (e muito menos generalizar) que houve crescimento devido à aplicação do projeto. Para isso seria necessário aplicá-lo outras vezes, com públicos diferentes. Seria também necessário um tratamento estatístico adequado, com seleção aleatória de alunos, não só de turmas, e testes de significância estatística. Estou aqui apresentando apenas uma estatística descritiva como subsídio para a avaliação do efeito da estratégia sobre a aprendizagem do aluno. O que estou fazendo é um relato de experiência.

Por outro lado, o resultado mais significativo percebido durante a aplicação do projeto foi uma mudança no comportamento e no comprometimento por parte do aluno nas aulas de física.

Houve algumas dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto. Uma delas é que, realizada a inscrição dos alunos no ambiente TelEduc, é necessário lembrá-los, seguidamente, de trazer anotada sua senha de acesso ao ambiente, para que não percam a aula no laboratório de informática. Sem a senha o aluno não consegue acessar o Teleduc, ficando sem realizar a atividade. Isso aconteceu principalmente nas três primeiras aulas no Laboratório de Informática.

Outra dificuldade encontrada foi a de trabalhar com 85 alunos ao mesmo tempo num ambiente de ensino a distância. O número de participações é muito elevado, fazendo com que o professor fique muito tempo lendo, corrigindo, analisando e respondendo para os alunos. O ideal seria trabalhar com uma turma por vez em tempos distintos abordando diferentes assuntos.

Como tenho nove turmas de 44 alunos cada, não foi possível aplicar o projeto com todos os alunos o que gerou um certo descontentamento por parte dos alunos das turmas de controle. Por outro lado, foi muito bom saber desse descontentamento ou decepção, pois a grande maioria dos aprendizes estavam motivados e queriam ter participado do trabalho perguntando quando seria a vez deles.

No próximo capítulo será apresentada a conclusão desse trabalho.

## 6 CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

O ensino tradicional tende a estimular no aluno uma participação passiva, sem muita interação no processo ensino-aprendizagem. São aulas ditas tradicionais onde a fala do professor é a principal ferramenta. Não quero dizer que tais aulas não são necessárias e tampouco ineficientes. Dentro de um contexto específico são importantes e muito utilizadas, mas creio que não devem ser a única maneira de se trabalhar no ensino, principalmente quando se trata de alunos adolescentes.

É necessário se pensar em aulas onde o aluno participe mais do processo ensino-aprendizagem valorizando:

- as interações sociais através de intercâmbio de significados (Vygotsky).

Segundo Garton (1992 apud Moreira) *“Interação social implica um mínimo de duas pessoas intercambiando informações. Implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes, ou seja, a interação social supõe envolvimento ativo (embora não necessariamente no mesmo nível) de ambos os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos”*.

- o comprometimento com o aprender relacionando de forma significativa o novo conhecimento socialmente aceito com o conhecimento prévio, possibilitando a reconstrução deste. Para tanto, segundo Ausubel, é necessário descobrir o que o aluno sabe para então se trabalhar e desenvolver um corpo de conhecimento.

Segundo a abordagem ausubeliana, *“Uma das condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa é que novas informações devem relacionar-se, de alguma forma, com um elemento relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, as novas informações devem fazer sentido para o indivíduo”*. (Moreira, 1999 p. 11)

- os recursos oferecidos pela Internet através das novas tecnologias de informação e comunicação para desenvolver atividades que possibilitem o envolvimento do aluno com o conhecimento trabalhado fora da sala de aula mantendo a comunicação com o professor e colegas através de um ambiente de ensino a distância. O processo de ensino-aprendizagem deve deixar de ocorrer somente em um certo espaço de tempo ou num determinado local, passando a ser contínuo e ininterrupto.

O trabalho desenvolvido e apresentado nesta dissertação procura valorizar tais itens mencionados acima. Ao escolher um ambiente de ensino a distância utilizando a Internet como meio de comunicação fora do espaço de aula tradicional, se conseguiu aumentar a participação efetiva dos alunos no seu processo de aprendizagem, através das listas de discussões promovidas nos fóruns. Com isso, foi fácil identificar os conhecimentos prévios dos mesmos, de forma a desenvolver o trabalho. O uso das colocações postas por eles nos fóruns para iniciar uma discussão em sala de aula, aumentou a interatividade dos alunos com o professor e vice-versa, pois eles identificavam suas colocações intervindo de forma construtiva através de questionamentos e exemplos do seu dia-a-dia. O trabalho foi tão bem aceito pelos alunos que, a pedido deles, foi continuado até o último mês de aula de 2004 com o intuito de abranger novas discussões via ambiente TelEduc, aprofundando o assunto, pertinentes ao corpo de conhecimento escolhido, Mecânica dos Fluidos.

O presente trabalho foi aplicado com duas turmas, (uma com 42 alunos e a outra com 43 alunos) da segunda série do Ensino Médio do Colégio Marista Rosário em Porto Alegre utilizando-se os seguintes recursos:

1) Uma página em html desenvolvida apresentando seis módulos ;

- **Módulo A:** trabalha os conceitos básicos tais como densidade, viscosidade, capilaridade, viscosidade, e pressão;
- **Módulo B :** desenvolve o conceito pressão atmosférica ;
- **Módulo C:** trabalha pressão hidrostática e diferença de pressão entre dois pontos situados em um mesmo fluido e suas aplicações;
- **Módulo D:** apresenta o Princípio de Pascal e suas aplicações no dia-a-dia;
- **Módulo E:** desenvolve o Princípio de Arquimedes (Empuxo);
- **Módulo F:** desenvolve conceitos pertinentes à Hidrodinâmica, escoamento estacionário, Vazão, Equação da Continuidade, Princípio de Bernoulli e suas aplicações no dia-a-dia.

2) Um ambiente de ensino a distância, TelEduc, desenvolvido pelo NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da UNICAMP.

**3)** Experiências práticas simples desenvolvidas em sala de aula. Foi desenvolvido também um projeto prático de aerofólio para simular o que ocorre com a asa de um avião quando submetido a uma corrente de ar, simulando o *lift* e o arraste por ele sofrido quando em vôo. Neste mesmo projeto foi construído um Tubo de Venturi para determinar a velocidade de um fluido em movimento.

**4)** Foram desenvolvidas animações utilizando-se o programa Flash MX , simulando algumas experiências realizadas em aula e também algumas aplicações dos princípios estudados.

**5)** Foi gravado e disponibilizado em vídeo no hipertexto (página html) as três experiências realizadas utilizando-se o aerofólio construído e, também, a experiência realizada em sala de aula sobre o Princípio de Arquimedes.

**6)** Foi acrescentada à página, um hipertexto para consulta, elaborado no primeiro semestre de 2002 durante as aulas da disciplina Novas Tecnologias no Ensino da Física I.

**7)** Foram desenvolvidos testes (ver Apêndice 2) para a avaliação somativa dos alunos no final do segundo e do terceiro trimestres. Também houve a avaliação qualitativa através da participação dos fóruns de discussão, entrega de relatório referentes às experiências e participação das aulas com resoluções de problemas. Antes de aplicar o projeto de aprendizagem foi solicitado aos alunos, responderem treze questões pertinentes ao assunto como um pré-teste, para fazer um levantamento de conhecimentos prévios dos mesmos.

O referencial teórico da metodologia aplicada neste trabalho procura se apoiar na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, uma teoria construtivista segundo a qual a nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não –literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. (Moreira, 1999,p.11) e na troca de significados, através de signos lingüísticos, simbólicos e icônicos, entre os sujeitos do processo aprendizagem e entre o mediador (professor) desse processo, através da interação social que segundo Vygotsky é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e lingüístico de qualquer indivíduo. (Moreira, 1999, p. 112)

O tema trabalhado no projeto de aprendizagem, Mecânica dos Fluidos, foi escolhido por ser um assunto que faz parte do corpo de conhecimento total da

segunda série no Ensino Médio na escola que trabalho e por apresentar um grau de dificuldade maior de entendimento quando comparado com outros assuntos trabalhados na mesma série.

É bom lembrar algumas recomendações práticas necessárias para aplicabilidade desta proposta:

- ao fazer a inscrição dos alunos no ambiente TelEduc o professor deve insistir que o aluno abra seu *e-mail* em casa para pegar sua senha. Feito isso, o aluno deve entrar imediatamente no ambiente, “clique” na ferramenta “CONFIGURAR” para solicitar uma nova senha que seja fácil de memorizar. Também é bom lembrar os alunos que anotem a senha alterada na agenda da escola. Essa recomendação é necessária para evitar transtornos com os alunos que alegam ter esquecido a senha.
- nas aulas que antecedem a aplicação do projeto, é importante lembrar aos alunos as datas reservadas no Laboratório de Informática. Deve-se insistir que os mesmos anotem isso nas suas agendas da escola.
- para os alunos que não têm endereço eletrônico (*e-mail*) é necessário o professor fazer a inscrição; para isso é bom ter uma lista com os nomes desses alunos. O professor ao receber as senhas dos respectivos alunos, deve entregar uma cópia para eles ficando com outra.
- ao aplicar o projeto desenvolvido utilizando um ambiente de ensino a distância o professor deve estar ciente da sua tarefa de participar, corrigir e interagir no ambiente. Para isso ele fará uso de horários fora do expediente de trabalho. É necessário organizar uma listagem com os nomes dos participantes numa tabela avaliando-os progressivamente à medida que o trabalho vai avançando.
- antes de iniciar a atividade referente a etapa Mãos à Obra de cada módulo, é importante lembrar aos alunos de acessarem com antecedência a página html para anotar as experiências.

O resultado mais significativo percebido durante a aplicação do projeto foi uma mudança no comportamento e no comprometimento por parte do aluno nas

aulas de física. Os alunos das turmas experimentais passaram a ter um comportamento mais ativo, participando, avidamente, através da fala nas aulas tradicionais ou através da escrita via TelEduc.

Promover uma aula em que o aluno seja participante e se sinta responsável por seu crescimento intelectual pode promover uma aprendizagem que realmente tenha significado para ele.

Cabe ao professor buscar melhores metodologias para desenvolver seu trabalho e com essa intenção pretendo abranger, futuramente, outros conteúdos no projeto desenvolvido, buscando potencializar uma aprendizagem mais ativa por parte dos alunos e também mais significativa.

O ensino da Física no nível médio tem enfrentado muitas dificuldades. Por exemplo, reduzida carga horária, pressão do vestibular, despreparo dos professores e falta de laboratórios. Contudo, como tentei mostrar neste trabalho, novas formas de abordar conteúdos tradicionais, ou novos conteúdos, pode ser um fator de superação de tais dificuldades, e, mais importante, de motivação de alunos e professores.

Para que outros docentes possam tentar experiências semelhantes preparei um *CD-ROM*, que acompanha esta dissertação, no qual se encontra a página em linguagem html desenvolvida (página que apresenta os módulos com as devidas atividades propostas e trabalhadas juntamente com uma página de consulta e vídeos de algumas experiências realizadas em sala de aula), um texto explicativo para a implementação de um ambiente virtual e a descrição (com desenhos técnicos em escala e os materiais utilizados) do protótipo do aerofólio construído.

## REFERÊNCIAS

- DUTRA, I. M.; LACERDA, R. P. Tecnologias na escola: algumas experiências e possibilidades. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre, fev. 2003. Disponível em: < <http://www.cinted.ufrgs.br>>. Acesso em: 24 mar. 2005.
- CABRAL, F.; LAGO, A. *Física*. São Paulo: Editora Harbra, v.1, p. 434-472, 2004.
- CAVALCANTI, M. A.; PIFFER, A.; NAKAMORA, P. O uso da internet na compreensão de temas de física moderna para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 108-112, mar. 2001.
- FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. *Física básica*: volume único. São Paulo: Saraiva, 1999. p. 240-259.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências exatas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.
- FOLHA on line em educação. *Maioria dos cursos à distância forma professores*. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u16133.shtml>>. Acesso em: 15 abr. 2005.
- REF. *Física*. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. v. 1, p. 233-245.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 2, p. 81-110.
- HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 9. ed. São Paulo: Bookman, 2002. p. 231-265.
- HOMA, J. M. *Aerodinâmica e teoria de vôo*. São Paulo: ASA-Edições e Artes Gráficas, 1999. p. 8-98.
- Instituto Paulo Freire. *Programa de informática na escola a escola e os novos parâmetros na gestão social do conhecimento*. Disponível em: <<http://www.paulofreire.org/pieesco.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2005.
- KAMPFF, A. J.; MACHADO, J. C.; CAVEDINI, P. Novas tecnologias no estudo da matemática. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, 2004. Disponível em:< <http://www.cinted.ufrgs.br>>. Acesso em: 24 mar.2005.
- MARTINS, J. C. *Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo*. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/amb\\_a.php?t=012](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/amb_a.php?t=012)>. Acesso em: 15 abr. 2005.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999, p. 47-61.

NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 517-522, dez. 2000.

OZORES, E. P.; FICHMANN, S. Novas tecnologias de comunicação na formação criativa de educadores brasileiros. Disponível em: <[http://www.futuro.usp.br/producao\\_cientifica/artigos/silvia\\_novas\\_tecnologias.pdf](http://www.futuro.usp.br/producao_cientifica/artigos/silvia_novas_tecnologias.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2005.

PARIZOTTO, C. E., Biografia de Evangelista Torricelli. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/torricel.htm>. Acesso em: 02 abr. 2005

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Uma análise preliminar do uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. *Programação e resumos*. Jaboticatubas: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p. 155. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0025-1.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2005.

PROGRAMA de aperfeiçoamento e atualização para professores de física do ensino médio. . Disponível em: <<http://cref.if.ufrgs.br/hp/prociencias/metodologia.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2005.

ROSA, P. R. da S. O uso de computadores no ensino de física. Parte I. Potencialidades e uso real. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 182-195, jun. 1995.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. Física. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984. v. 2, p. 289-326.

TAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 215-225, jun. 2001.

REGO, T. C. *Vigotsky: uma perspectiva histórica cultural da educação*. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

STENSMANN, B. H. W. Página mecânica dos fluidos. Porto Alegre, jun. 2002.

Disponível em:

[http://www.maristas.org.br/colegios/rosario/pags/pag\\_professores/berenice\\_pagtrab/paginadotrabalho/paginaconsulta/index2.html](http://www.maristas.org.br/colegios/rosario/pags/pag_professores/berenice_pagtrab/paginadotrabalho/paginaconsulta/index2.html)>. Acesso em: 20 abr.2005.

STENSMANN, B. H. W. Página do trabalho desenvolvido e aplicado no Colégio Marista Rosário. Porto Alegre, jun. 2004. Disponível em:

[http://www.maristas.org.br/colegios/rosario/pags/pag\\_professores/berenice\\_pagtrab/paginadotrabalho/index.html](http://www.maristas.org.br/colegios/rosario/pags/pag_professores/berenice_pagtrab/paginadotrabalho/index.html) >. Acesso em: 20 abr.2005.

WELTNER, K.; INGELMAN, M.; ESPERIDIÃO, A. S.; MIRANDA, P. A dinâmica dos fluidos complementada e a sustentação da asa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 429-443, dez. 2001.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. Investimentos em educação, ciência e tecnologia: o que pensam os empresários. *Correio Brasiliense*, Brasília, 22 set. 2004. Disponível em:

<[http://www.unesco.org.br/noticias/opiniaio/artigow/2004/politica\\_estado/mostra\\_documento](http://www.unesco.org.br/noticias/opiniaio/artigow/2004/politica_estado/mostra_documento)>. Acesso em: 16 abr. 2005.

## APÊNDICE 1

Projeto Prático – DEMONSTRAÇÃO DA FORÇA DE SUSTENTAÇÃO (LIFT) E DA FORÇA DE ARRASTE (DRAG) SOFRIDAS POR UM AEROFÓLIO QUANDO SUBMETIDO A UM FLUXO DE AR.

## Descrição

São apresentados, de forma descritiva, três dispositivos aerodinâmicos para verificação dos efeitos de sustentação, arraste, velocidade do fluxo de ar e a diferença de pressão entre as duas superfícies do aerofólio, isto é, intradorso e extradorso.

## Objetivo

O projeto prático desenvolvido e construído tem como objetivo ministrar aulas práticas desenvolvendo a equação de Bernoulli na verificação da velocidade do fluxo de ar através de um tubo de Pitot, mostrar as forças de sustentação (*lift*) e de arraste (*drag*) sofridas por um aerofólio assimétrico de sustentação positiva (por exemplo: a asa de um avião) quando submetido a um túnel de vento e também a diferença de pressão existente entre o intradorso e o extradorso do aerofólio, quando submetido a um fluxo de ar.

## Material Utilizado

As figuras A1, A2 e A3 ilustram os protótipos construídos e o gerador de fluxo de ar utilizado.



**Figura A1** – Dispositivo aerodinâmico para demonstrar a força de sustentação



**Figura A2** – Dispositivo aerodinâmico para demonstrar a força de arraste



**Figura A3** – Gerador do fluxo de ar. Material disponibilizado pela escola.

## Procedimento

### **Aerofólio de Sustentação**

Este protótipo foi construído para verificar a sustentação de aerofólio quando submetido a um fluxo de ar.

O professor deve posicionar o protótipo na frente do tubo de vento regulando o aerofólio com um pequeno ângulo de ataque, isto é, inclinar levemente o perfil de forma que o bordo de ataque (frente do perfil) fique suavemente mais alto do que o bordo de fuga (parte de trás do perfil). Ao ligar o gerador de fluxo de ar (turbina de vento ou ventilador) o professor deve solicitar que os alunos observem com atenção, convidando-os para perto da demonstração. Logo em seguida é conveniente desligar o gerador de fluxo e observar. Repetir a demonstração alterando gradativamente o ângulo de ataque para verificar o que ocorre com a intensidade da força de sustentação.

O professor deve fazer o aluno analisar sobre o que observaram e solicitar que respondam as perguntas justificando-as:

O que faz o aerofólio (perfil) subir?

Ao desligar o fluxo de ar, por que o aerofólio desce?

O que você observou a medida que o ângulo de ataque ?

### **Aerofólio de Arraste:**

Este protótipo foi construído para verificar a força de arraste de um aerofólio quando submetido a um fluxo de ar.

O professor deve posicionar o protótipo na frente do fluxo de ar e ligá-lo para que os alunos possam observar o perfil (aerofólio) sendo empurrado para trás. Logo em seguida desliga-se o fluxo e observa-se o aerofólio voltando para a posição inicial devido ao peso pendurado na parte da frente do perfil. Repete-se a demonstração quantas vezes desejar, alterando gradativamente o ângulo de ataque de forma que fique claro para o aprendiz que todo o aerofólio é submetido a uma força de arraste e que esta força se altera conforme o ângulo de ataque. .

Demonstra também a diferença de pressão existente entre a superfície superior do aerofólio (extra-dorso) e da superfície inferior (intra-dorso) fazendo-se a análise da equação de Bernoulli.

É necessário ligar uma mangueirinha transparente em forma de U, contendo um pouco Varsol colorido artificialmente com corante (removedor para casa da Esso, pois apresenta baixa tensão superficial), nos tubos existentes no aerofólio, conforme as figuras A4 e A5. Ao ligar o fluxo de ar é possível observar o líquido se deslocar, mostrando a diferença de pressão que surge devido à diferença de velocidade do fluxo rente ao perfil.



**Figura A4** – Protótipo para verificar a diferença de pressão existente entre a parte superior do aerofólio e a parte inferior. Imagem capturada quando o gerador de fluxo de ar está desligado.



**Figura A5** – Protótipo para verificar a diferença de pressão existente entre a parte superior do aerofólio e a parte inferior. Imagem capturada quando o gerador de fluxo de ar está ligado

O professor deve fazer com que o aluno identifique, na equação de Bernoulli, a explicação do que está sendo observado, analisando de forma qualitativa sem a necessidade de efetuar cálculos.

### **Tubo de Pitot**

O tubo de Pitot utilizado foi uma mangueira de aquário transparente em forma de U com um pouco de desengordurante Varsol colorido. Em uma das extremidades da mangueira conectar num tubo de caneta vazia transparente. Introduzir a caneta longitudinalmente no fluxo de ar e verificar o desnível que corre no líquido que está dentro da mangueira. Medir com uma régua.

Com o Tubo de Pitot construído, o professor pode calcular a velocidade com que o fluxo de ar sai do gerador de vento ou ventilador. Pega-se uma mangueira com água transparente de aquário conectando uma das extremidades no dispositivo,

Tubo de Pitot, e mantendo a outra extremidade aberta para a atmosfera. Com o fluxo de ar desligado nivelar a água na mangueira, isto é, as duas colunas de água devem estar na mesma altura. Ligar o gerador de fluxo de ar e observar a variação na altura da coluna de água na mangueirinha. Fazer a medida necessária tomando nota. Após este procedimento efetuar com os alunos os cálculos necessários demonstrados abaixo.

1º passo: medir a diferença existente entre as duas colunas de água na mangueira enquanto o gerador de ar está ligado.

$$\Delta h = 0,8cm$$

$$\Delta h = 0,008m$$

2º passo: Aplicar a Equação de Bernoulli:

$p + \frac{1}{2}\mu v^2 + \mu gh = p_a + \frac{1}{2}\mu v_2^2 + \mu gh_2$  como a mangueira e o gerador de vento estão num mesmo nível temos  $h = h_2$ , e também a velocidade do ar da sala é igual a zero, assim a equação fica: (Considerando  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  e  $\mu_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$p = p_a + \frac{1}{2}\mu_{\text{ar}}v^2$$

$$p - p_a = \frac{1}{2}\mu_{\text{ar}}v^2$$

$$\text{onde } p - p_a = \mu_{\text{água}} \cdot g \cdot \Delta h$$

$$p - p_a = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,008$$

$$p - p_a = 78,4Pa$$

$$\text{Observação 1: } p + \frac{1}{2}\mu v^2 + \mu gh$$

Sendo:

$p$  a pressão estática no ponto considerado

$\frac{1}{2}\mu v^2$  Pressão dinâmica devido ao ar em

movimento

$\mu gh$  Pressão determinada pela diferença de

altitude. Como a experiência foi realizada num

mesmo nível, não há diferença de pressão devido à altitude.

Com essa diferença de pressão é possível determinar a velocidade do fluxo de ar que sai do gerador de vento. Considerando  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  e  $\mu_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$

$$p - p_a = \frac{1}{2}\mu_{\text{ar}}v^2$$

$$78,48 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot v^2$$

$$v = 11,44 \text{ m/s ou } v = 41,17 \text{ km/h}$$

Observação 2: a diferença de pressão estática existente entre o ar parado da sala e o fluxo de ar é calculada de forma indireta pela diferença de altura da coluna de água na mangueira conectada ao tubo de Pitot.

Este valor foi o encontrado para o gerador de fluxo utilizado na experiência e ilustrado na Figura A3.

Se a escola não tiver disponibilidade para construir os protótipos, uma maneira interessante de mostrar apenas a sustentação da asa de um avião é construir um experimento prático descrito pelo professor Luiz Ferraz Neto que pode ser acessado no endereço [http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/07\\_26.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/07_26.asp) . O material e o procedimento seguem descritos pelo próprio professor no *site* Feira de Ciências.

## **APÊNDICE 2**

Questões propostas – Testes e Provas aplicadas durante o segundo e terceiro trimestres de 2004

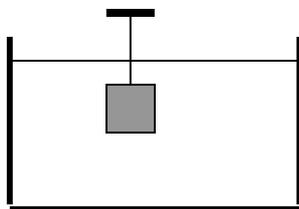
**Avaliação 1**

- 1) (Vunesp-SP)(modificada) Um bloco de madeira, cujo volume é de  $1,0 \text{ m}^3$ , fica com 60% de seu volume submerso quando é posto a flutuar livremente na água. Sabendo que a massa específica da água é de  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine: **(apresentar desenvolvimento)**

A) a densidade média do corpo; ( $600 \text{ kg/m}^3$ )

B) o empuxo exercido pela água no bloco. ( $6 \times 10^3 \text{ N}$ )

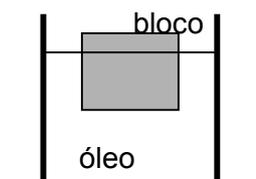
- 2) (Questão de vestibular) (Fuvest-SP)(modificada) Coloca-se dentro de um vaso aberto 2 kg de água. A seguir coloca-se dentro do líquido um pequeno corpo, de 1 kg de massa e  $400 \text{ cm}^3$  de volume, suspenso por um fio, conforme indicado na figura. Sabendo que  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água =  $1 \text{ g/cm}^3$ , calcule a tração no fio. **(apresentar desenvolvimento)** (6N)



- 3) Um bloco de madeira, com massa de 2,0 kg está flutuando em óleo, cuja massa específica é  $8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ . Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine: **(apresentar desenvolvimento)**

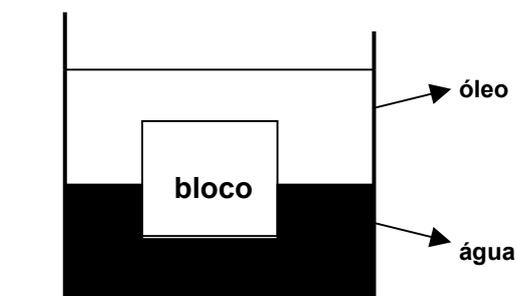
A) o valor do empuxo sobre o bloco de madeira. (20N)

B) o volume de óleo deslocado pelo bloco de madeira. ( $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ )



- 4) (Questão de vestibular-UFRGS) Um cubo de madeira maciça mantém-se em equilíbrio na interface entre óleo e água, com 50% de seu volume abaixo da interface, conforme mostra a figura. A massa específica do óleo é igual a  $0,6 \text{ g/cm}^3$ . Nessa situação, são feitas as seguintes afirmações:

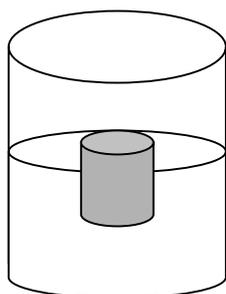
- I) A massa específica da madeira é menor que a da água.  
 II) O módulo da força de empuxo da água sobre o cubo é maior que a do óleo sobre o cubo.  
 III) O módulo da força peso que atua no cubo é igual ao módulo da força peso que atua na quantidade de água deslocada pelo cubo.



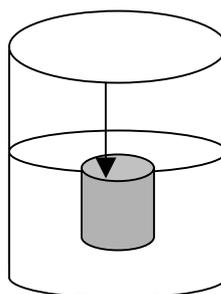
Quais são corretas?

- A) I, II e III.
- B) apenas I.
- C) apenas II e III.
- D) apenas II
- E) apenas I e II.

- 5) (Questão de vestibular-Ceeteps-MG) Um cilindro fechado apresenta volume de 40 litros e massa de 10 kg. A força mínima que se deve exercer verticalmente para que o cilindro permaneça completamente imerso na água é de: ( Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $d_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$ ) (300 N)



Situação inicial



situação final (situação em que a força atua.)

- 6) (Questão de vestibular-CESGRANRIO-RJ) Um corpo homogêneo flutua na superfície da água com somente 20% de seu volume total emersos, isto é, fora da água. Qual a densidade desse corpo? Dado: densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . (0,8  $\text{g/cm}^3$ )

## Avaliação 2

- 1) Um cano de 10 cm de diâmetro, completamente cheio de água em movimento, tem um estrangulamento de 2 cm de diâmetro. Se a velocidade na parte regular for de 1 m/s, determinar: (apresentar desenvolvimento)

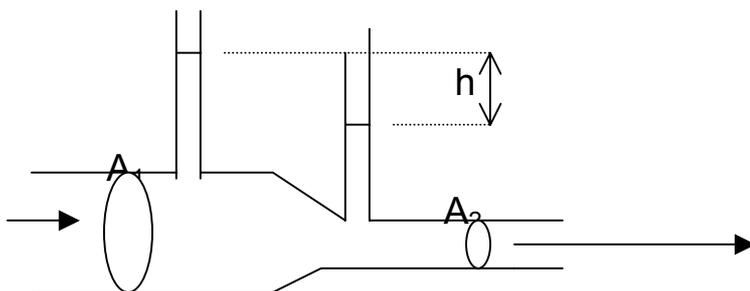
A) a velocidade (em cm/s) no estrangulamento; (25 cm/s)

B) a taxa de descarga em litros por segundo. (Considere  $\pi = 3$ ) (0,3 L/s)

- 2) (Questão de vestibular-UFGA) Considere duas regiões distintas do leito de um rio: uma larga A com área de seção transversal de  $200 \text{ m}^2$ , e outra estreita B, com  $40 \text{ m}^2$  de área de seção transversal. A velocidade do rio na região A tem módulo igual a  $1,0 \text{ m/s}$ . De acordo com a equação da continuidade

aplicada ao fluxo de água, podemos concluir que a velocidade do rio na região B tem módulo igual a: (5m/s)

- 3) Um recipiente, de grande área de seção transversal, contém água até uma altura de 2m. Um orifício é feito na parede lateral do tanque a uma distância  $h=1,8\text{m}$  da superfície do líquido. A área do orifício é de  $0,2\text{ cm}^2$  e  $g=10\text{m/s}^2$ . Determine:
- A) a velocidade com que o líquido escoar pelo orifício: ( $v= 6\text{m/s}$ )
- B) a vazão de água pelo orifício; ( $120\text{ cm}^3/\text{s}$ )
- C) Sabendo que a área da seção transversal do tanque é igual a  $10\text{m}^2$  determine quanto tempo levará o escoamento. ( $1,5 \times 10^5\text{s}$  aproximadamente igual a 42 horas)
- 4) Pretende-se medir a vazão de um líquido que escoar por uma canalização. Para isso, utiliza-se um aparelho chamado TUBO DE VENTURI, que consiste essencialmente de um tubo cujas seções  $S_1$  e  $S_2$  têm áreas  $A_1$  e  $A_2$  conhecidas. A diferença de pressão estática entre os pontos 1 e 2 é medida por meio do desnível  $h$  do líquido existente nos tubos verticais. O TUBO DE VENTURI é inserido na canalização conforme mostra a figura. (2Litros/s)

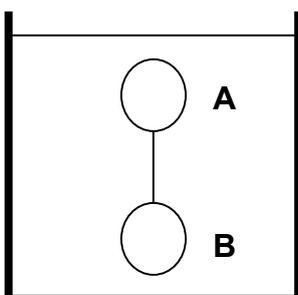


Sendo  $A_1= 10\text{cm}^2$  ,  $A_2=5,0\text{cm}^2$ ,  $h=0,6\text{m}$ ,  $g=10\text{m/s}^2$  e  $d=1,2 \times 10^3\text{kg/m}^3$  a densidade do líquido, determine a vazão (em L/s) do líquido através da canalização.

- 5) Um colchão de isopor de 2,0 metros de comprimento por 40 cm de largura e 5,0 cm de altura flutua em posição horizontal sobre a água de uma piscina. Um banhista deita-se sobre o colchão, permanecendo este em posição horizontal. Observa-se então que a água aflora justo na superfície superior do colchão. Conclui-se que a massa do banhista vale aproximadamente: (40kg)
- 6) Uma esfera de massa 180 g é colocada num recipiente contendo um líquido de densidade  $1,2\text{g/cm}^3$ . O volume da esfera é de  $200\text{cm}^3$ . A densidade da esfera, em  $\text{g/cm}^3$ , e o volume de líquido deslocado pela esfera, em  $\text{cm}^3$ , valem respectivamente: ( $0,9\text{g/cm}^3$  e  $150\text{ cm}^3$ )
- 7) Quando um gás flui uniformemente de um cano de grande diâmetro para outro de pequeno diâmetro. O que ocorre com:
- A) sua rapidez?, (aumenta)
- B) sua pressão estática?; (diminui)
- C) com o espaçamento entre suas linhas de corrente? (diminui)

OBS> Para responder a questão 7 utilize as palavras: AUMENTA, DIMINUI, NÃO SE ALTERA.

- 8) Duas esferas A e B de raios iguais estão ligadas por um arame de peso e volume desprezíveis e flutuam em água, como mostra a figura. Sabendo que as densidades absolutas da água e da esfera A são respectivamente  $d=1\text{g/cm}^3$  e  $d_A=0,8\text{g/cm}^3$ , a densidade absoluta de B será:  $(1,2\text{g/cm}^3)$



### Trabalho avaliativo 3

- 1) Faça uma estimativa da densidade média do seu corpo. Explique uma forma como você poderia chegar a este valor com precisão, usando as idéias e conceitos estudados.

Resposta: \_\_\_\_\_

- 2) Uma amostra de óleo de massa 400 g tem volume de 500 cm<sup>3</sup>. Determine a densidade desse óleo em g/cm<sup>3</sup> e em kg/m<sup>3</sup>.  $(0,8\text{g/cm}^3$  e  $800\text{ kg/m}^3)$
- 3) A densidade do alumínio é igual a 2,7 g/cm<sup>3</sup>. Determine:
- A) a massa de um cubo de alumínio de 10 cm de aresta.  $(2,7\text{kg})$   
 B) O volume de um bloco de alumínio de massa 540 g.  $(200\text{cm}^3)$
- 4) Um objeto de volume igual 190cm<sup>3</sup> tem massa igual a 1900 g e é feito de ouro (massa específica do ouro = 19 g/cm<sup>3</sup>). Determine se este objeto é oco ou não. Se a resposta for afirmativa, determine o volume (em cm<sup>3</sup>) da parte oca do objeto.  $(\text{sim é oco; o volume da parte oca vale } 90\text{cm}^3)$
- 5) A densidade do sangue é de 1 060 kg/m<sup>3</sup>. Qual a massa de sangue de uma pessoa que tem 5,5 litros de sangue?  $(5,83\text{kg})$
- 6) Qual a massa de água que cabe em uma panela cilíndrica de 20 cm de altura, com diâmetro de 30 cm?  $(14,13\text{ kg})$
- 7) Leia as afirmativas abaixo e assinale **V**(para as verdadeiras) e **F** (para as falsas).
- l) É mais fácil derramar um fluido de baixa viscosidade do que um de alta viscosidade.  $(\underline{V})$

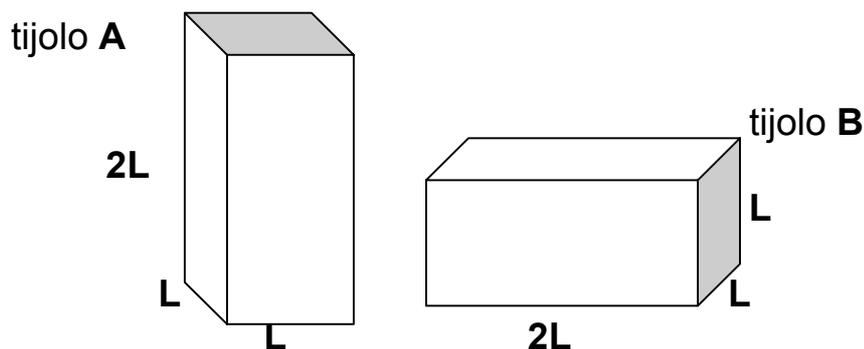
II) A viscosidade é uma propriedade macroscópica dos fluidos, relacionada a sua resistência para fluir. (V)

III) Uma gota de água tem a forma esférica devido a propriedade macroscópica tensão superficial. (V)

IV) Os gases são menos compressíveis que os líquidos. (F)

V) A água salgada é menos densa que a água pura. (F)

8) Dois tijolos, **A** e **B**, de dimensões  $2L \times L \times L$ , estão sobre uma superfície plana. As pressões exercidas sobre a superfície pelos tijolos A e B estão na razão:



A)  $\frac{p_A}{p_B} = 4$

B)  $\frac{p_A}{p_B} = 2$

C)  $\frac{p_A}{p_B} = \frac{1}{2}$

D)  $\frac{p_A}{p_B} = \frac{1}{4}$

E)  $\frac{p_A}{p_B} = 1$

9) Uma esfera oca de alumínio tem 50 g de massa e volume de  $50\text{cm}^3$ . O volume da região “vazia” é  $30\text{cm}^3$ . Determine:

A) a densidade da esfera; ( $1\text{g/cm}^3$ )

B) a massa específica do alumínio. ( $2,5\text{g/cm}^3$ )

10) Um elefante tem patas circulares, com diâmetro de 30 cm. As patas de uma girafa, também circulares, medem 15 cm de diâmetro. A massa do elefante é oito vezes a da girafa. A pressão que as patas do elefante exercem sobre o solo será:

A) duas vezes a exercida pelas patas da girafa.

B) oito vezes a exercida pelas patas da girafa.

- C) a metade da exercida pelas patas da girafa.  
 D) igual à exercida pelas patas da girafa.  
 E) quatro vezes a exercida pelas patas da girafa.

11)(Questão de vestibular-UFRGS)(modificada)  $2\text{m}^3$  de ar, a certa pressão e a certa temperatura, tem uma massa de 2,6 kg. Qual é a massa, em gramas, de um litro de ar, nessas condições? (1,3g)

#### Trabalho avaliativo 4

1) Um macaco hidráulico levanta um carro de 500 kg, as áreas dos pistões de carga e força são respectivamente  $2\text{m}^2$  e  $0,5\text{cm}^2$ . Qual é a força aplicada no pistão de força?

- A) 125 N  
 B) 0,125 N  
 C) 1,25 N  
 D) 1250 N  
 E) nenhuma resposta anterior

2) Uma prensa hidráulica tem pistões com áreas de  $0,5\text{m}^2$  e  $3\text{m}^2$ . Qual será a força transferida para o pistão maior se a força aplicada no pistão menor for de 50 N?

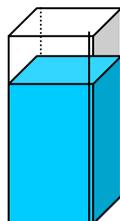
- A) 50 N  
 B) 30 N  
 C) 3000 N  
 D) 300 N  
 E) 8,33 N

3) Os peixes têm densidade superior à da água. Para flutuar com maior facilidade, eles enchem bolsas de ar alterando seu volume, mas mantendo a mesma massa. Supondo que a densidade do peixe seja inicialmente de  $1100\text{kg/m}^3$  e sua massa de 2kg, determine qual deverá ser o aumento de volume para ele flutuar em um local onde a água tenha densidade de  $1000\text{kg/m}^3$ .

- A) o volume do peixe deve aumentar de  $181,8\text{cm}^3$   
 B) o volume do peixe deve aumentar de  $18,18\text{cm}^3$   
 C) o volume do peixe deve aumentar de  $18,18\text{m}^3$   
 D) o volume do peixe deve aumentar de  $1818,18\text{cm}^3$   
 E) o volume do peixe deve aumentar de  $2000\text{cm}^3$

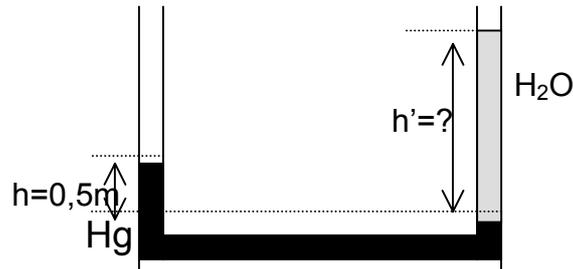
4) (Questão de vestibular-FUVEST-SP) A figura abaixo mostra um recipiente que contém água até uma altura de 20cm. A base do recipiente é quadrada de lado 10cm. Adote  $g=10\text{m/s}^2$ , a densidade da água  $=1\text{g/cm}^3$  e a pressão atmosférica  $p_{\text{atm}}=10^5\text{N/m}^2$ . A pressão total e a intensidade da força que a água exerce no fundo do recipiente são, respectivamente:

- A)  $1,02 \times 10^5\text{N/m}^2$  e 20 N  
 B)  $2,00 \times 10^5\text{N/m}^2$  e 2 N  
 C)  $2,00 \times 10^6\text{N/m}^2$  e  $2 \times 10^6\text{N}$   
 D)  $3,00 \times 10^8\text{N/m}^2$  e  $3 \times 10^6\text{N}$   
 E)  $1,20 \times 10^5\text{N/m}^2$  e 120 N

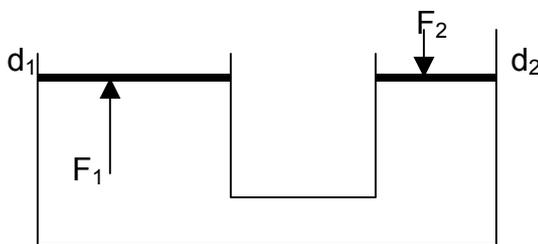


5) O sistema abaixo encontra-se em equilíbrio. Sabendo-se que a densidade do mercúrio é  $13\,600\text{ Kg/m}^3$  e a densidade da água é  $1000\text{ kg/m}^3$ , qual é a altura  $h$  da coluna de água? Dado: pressão atmosférica local é  $p_{\text{atm}} = 760\text{ mmHg}$ .

- A) 0,5m
- B) 10,3m
- C) 6,8m
- D) 20,4m
- E) 27,2m

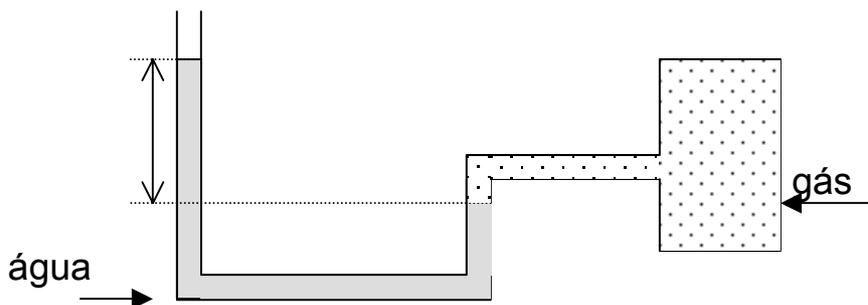


6)(U.E.Londrina-PR)(modificada) Na prensa hidráulica representada ao lado, os diâmetros dos êmbolos são  $d_1$  e  $d_2$ , tais que  $d_1 = 4d_2$ . A relação  $F_1/F_2$  entre as intensidades das forças exercidas nos dois êmbolos, quando situados no mesmo nível, vale:



- A) 4
- B) 8
- C) 16
- D)  $\frac{1}{4}$
- E)  $\frac{1}{16}$

7)(UNIUBE-MG) A figura representa um tubo em U contendo água em uma das extremidades e, na outra, ligado a um recipiente que contém um determinado gás. Sabendo que a pressão atmosférica local é igual a  $10^5\text{ N/m}^2$ ,  $g=10\text{ m/s}^2$ , a densidade da água é igual a  $10^3\text{ kg/m}^3$  e a pressão do gás é 1% maior que a pressão atmosférica, o valor do desnível  $h$  é, em metros, igual a



- A) 0,18
- B) 0,15
- C) 0,11
- D) 0,10
- E) 0,01

8) O barômetro de Torricelli serve para medir a pressão atmosférica local e o líquido utilizado é o mercúrio. Sabemos que ao nível do mar em condições normais a altura da coluna de mercúrio equilibrada pela pressão atmosférica é igual a 76 cm. Se substituirmos o Hg por água ( $H_2O$ ) qual será (aproximadamente) a altura da coluna de água para equilibrar a pressão atmosférica?

- A) 10,33m
- B) 5,59 m
- C) 20 m
- D) 1 m
- E) 7,6m

9) Qual a pressão absoluta no fundo de uma lagoa de 2m de profundidade?(Dados:  $g=10\text{m/s}^2$ , densidade da água =  $1\text{g/cm}^3$  e pressão atmosférica local =  $10^5\text{ N/m}^2$ )

- A)  $3 \times 10^9\text{ N/m}^2$
- B)  $1,2 \times 10^5\text{ N/m}^2$
- C)  $2 \times 10^4\text{ N/m}^2$
- D)  $21 \times 10^5\text{ N/m}^2$
- E)  $20\text{ N/m}^2$

10) (Questão de vestibular-PUC-RJ) No Sistema Internacional de unidades de medida, as unidades de medida de volume, pressão, potência, massa e trabalho são respectivamente:

- A)  $\text{m}^3$ , pascal, watt, grama, joule.
- B)  $\text{m}^3$ , atmosfera, quilowatt, quilograma e joule.
- C)  $\text{cm}^3$ , pascal, watt, grama e joule.
- D)  $\text{m}^3$ , pascal, watt, quilograma e joule
- E) galão, psi, horsepower, libra e Btu/h.

11) (Questão de vestibular-UNOPAR\_PR) No Sistema Internacional de Unidades, o produto entre pressão e volume pode ser expresso por uma unidade equivalente a

- A) pascal
- B) quilograma por newton
- C) watt
- D) joule
- E) newton

12) (Questão de vestibular-UEL-PR) Um recipiente cilíndrico, cuja base tem área de  $5,00\text{ cm}^2$ , contém mercúrio até uma altura de  $10,0\text{ cm}$ . A intensidade da força que o mercúrio exerce no fundo do recipiente, em newtons, vale:

(Dados: densidade do mercúrio =  $13,6\text{g/cm}^3$ ; aceleração da gravidade local  $g=10,0\text{m/s}^2$ )

- A) 68
- B) 5,0
- C) 0,68
- D) 0,50
- E) 6,8

**Avaliação 5 (Prova final do segundo trimestre de 2004)**

1) (Questão de vestibular-Fuvest-SP) (modificada) Um cubo homogêneo, de 2m de aresta, está apoiado sobre uma superfície horizontal. Qual é a pressão, em  $\text{N/m}^2$ , exercida pelo cubo sobre a superfície? Dado; densidade do material de que é feito o cubo é igual a  $3\text{g/cm}^3$ . **(apresentar desenvolvimento)**

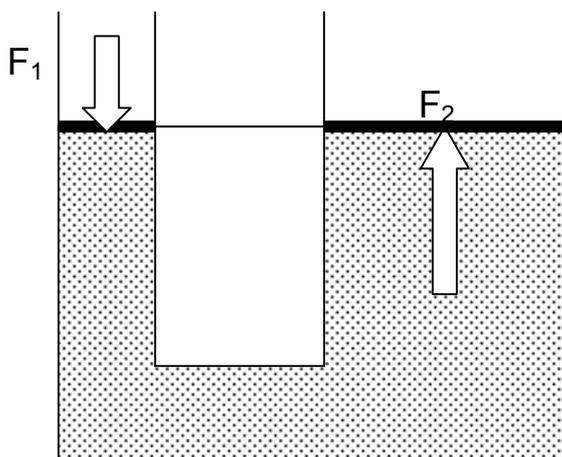
- A)  $6 \times 10^4 \text{ N/m}^2$   
 B)  $60 \text{ N/m}^2$   
 C)  $6 \text{ N/m}^2$   
 D)  $6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$   
 E) nenhuma resposta anterior.

2) (Questão de vestibular-Fatec-SP)(modificada) Submerso em um lago, um mergulhador constata que a pressão absoluta no medidor que se encontra no seu pulso corresponde a  $1,8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Um barômetro indica ser a pressão atmosférica local  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Considere a massa específica da água sendo  $1\text{g/cm}^3$  e  $g=10\text{m/s}^2$ . Em relação à superfície, o mergulhador encontrava-se a uma profundidade de: **(apresentar desenvolvimento)** (8metros)

3) Um elevador de carros de posto de lubrificação é acionado por um cilindro de 300 cm de diâmetro. O óleo por meio do qual é transmitida a pressão é comprimido em um outro cilindro de 10 cm de diâmetro. Determine a intensidade mínima da força a ser aplicada no cilindro menor, para elevar um carro de  $1,8 \times 10^3 \text{ kg}$  de massa. É dado  $g=10\text{m/s}^2$ . **(apresentar desenvolvimento)**

- A) 60 N  
 B) 150 N  
 C) 1,5 N  
 D) 20 N  
 E) 200 N

4) (ITA-SP)(modificada) Na prensa hidráulica da figura, o diâmetro do êmbolo menor é igual a 4 cm e o diâmetro do êmbolo maior é igual a 80 cm. Determine a relação entre as forças  $F_1$  e  $F_2$ , isto é,  $\frac{F_1}{F_2}$ : **(apresentar desenvolvimento)**



- A)  $\frac{1}{400}$   
 B) 20  
 C)  $\frac{1}{20}$   
 D) 400  
 E) nenhuma resposta anterior

5) Leia com atenção as afirmativas abaixo.

- I) Um cubo de chumbo é mergulhado (completamente imerso) primeiro em água e depois em azeite. A densidade do azeite é menor do que a densidade da água. Podemos afirmar que o cubo receberá um empuxo menor quando mergulhado no azeite do que quando mergulhado na água.
- II) Para que um corpo flutue é necessário que a sua massa específica seja menor do que a massa específica do líquido em que está imerso.
- III) Dois sólidos mergulhados (totalmente imersos) no mesmo líquido apresentam iguais perdas aparentes de peso. Podemos afirmar que os sólidos possuem a mesma massa.
- IV) O empuxo é uma força que tem sempre a direção vertical, no sentido de baixo para cima e intensidade igual à do peso do fluido deslocado pelo corpo.

Das afirmativas:

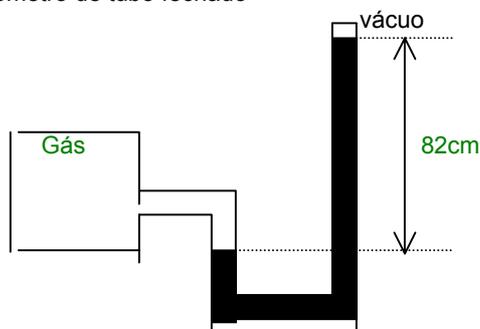
Qual (quais) é (são) correta(s) : (I, II, IV)

Qual (quais) é (são) errada(s): (III) Reescreva a afirmativa de forma que ele fique correta.

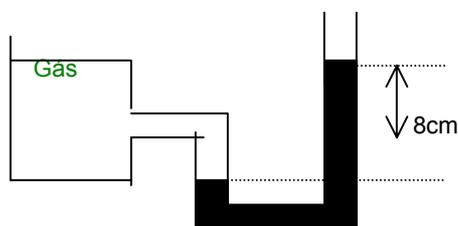
Dois sólidos mergulhados (totalmente imersos) no mesmo líquido apresentam iguais perdas aparentes de peso. Podemos afirmar que os sólidos possuem a mesmo volume.

6) Em duas experiências sucessivas, as colunas de mercúrio de um manômetro de tubo aberto e em seguida de um manômetro de tubo fechado foram às indicadas na figura, durante a medida da pressão exercida por um mesmo gás. Determine a pressão atmosférica no local em cmHg.)

manômetro de tubo fechado



manômetro de tubo aberto



- A) 90 cmHg
- B) 74 cmHg
- C) 82 cmHg
- D) 8 cmHg
- E) 78 cmHg

7) (Questão de vestibular-CESGRANRIO-RJ)(modificada) Um corpo homogêneo flutua na superfície da água com somente 30% de seu volume total emersos, isto é, fora da água. Qual a densidade desse corpo? Dado: densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . ( $0,7 \text{ g/cm}^3$ )

8) A experiência de Torricelli comprovou a existência da pressão atmosférica e permitiu a determinação do seu valor. Portanto, Galileu estava certo quando afirmou que os gases pesam. Com base em princípios físicos, já estudados por você, analise as afirmações a seguir e **dê a soma das corretas:** (29)

01) A altura da coluna de mercúrio obtida por Torricelli seria igual que 76 centímetros se ele utilizasse, em sua experiência, um tubo de secção transversal maior do que a do tubo utilizado.

02) Caso Torricelli trocasse o mercúrio por um líquido menos denso, a altura da coluna seria menor.

04) Se a experiência de Torricelli for efetuada no alto de uma montanha, a altura da coluna de mercúrio será menor que 76 centímetros.

08) Fazendo um pequeno furo no tubo usado por Torricelli, na região onde existe o vácuo torricelliano, a altura da coluna descera ao nível da superfície livre do mercúrio do recipiente.

16) Se Torricelli utilizasse um tubo de 2 metros de comprimento, a altura de mercúrio continuaria sendo de 76 centímetros.

9) Um bloco de madeira de densidade  $0,80 \text{ g/cm}^3$  flutua num líquido de densidade  $2,0 \text{ g/cm}^3$ . Determine o volume de líquido deslocado, sabendo que o volume do bloco de madeira é  $100 \text{ cm}^3$ . ( $40 \text{ cm}^3$ )

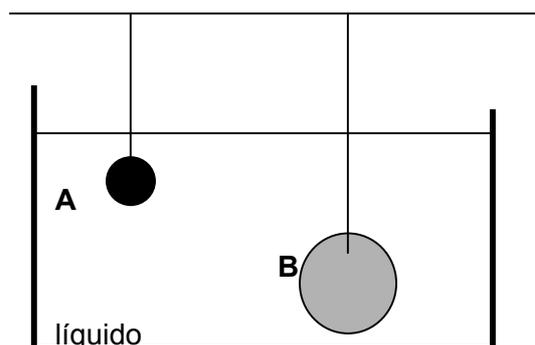
10) Um corpo maciço pesa, no vácuo, 20N. Quanto totalmente mergulhado em água, apresenta peso aparente de 15N. Sendo a densidade da água  $1,0 \text{ g/cm}^3$  determine a densidade do corpo. ( Dado:  $g=10 \text{ m/s}^2$ ) ( $4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

11) Uma esfera metálica é oca e tem 80 g de massa e volume igual a  $100 \text{ cm}^3$ . O volume da região “vazia” é  $80 \text{ cm}^3$ . Determine:

a) a densidade da esfera; ( $0,8 \text{ g/cm}^3$ )

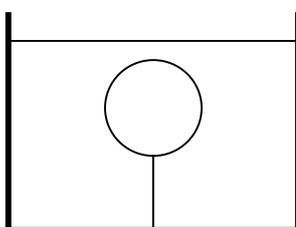
b) a massa específica do material de que é feita a esfera. ( $4 \text{ g/cm}^3$ )

12) Duas esferas metálicas (feitas de materiais diferentes), A e B, de volumes diferentes e massas iguais, estão totalmente imersas na água. Analisando a situação, é possível afirmar que o empuxo que a água exerce nas esferas:



- A) é maior na esfera **A**.  
 B) é o mesmo nas duas esferas.  
 → C) é maior na esfera **B**.  
 D) depende das massas das esferas.  
 E) depende da quantidade de água no recipiente.

13) (Questão de vestibular-Vunesp-SP) (modificada) Uma pequena bola de borracha está presa por um fio leve ao fundo de um recipiente cheio de água, como mostra a figura. Se o volume da bola submersa for  $6,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  e sua massa for  $4,0 \times 10^{-1} \text{ kg}$ , qual será a tensão no fio? (Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a massa específica da água igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$ ) (2 N)



- A) 1 N  
 B) 6 N  
 C) 4 N  
 D) 10 N  
 E) 2 N

14) Leia as afirmativas abaixo e selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos parágrafos abaixo.

I)

“O acréscimo de pressão dado a um ponto qualquer de uma massa fluida homogênea se transmite integralmente a todos os demais pontos”. Este enunciado se refere a (ao) \_\_\_\_\_ . (Princípio de Pascal)

II)

“Na prensa hidráulica as forças atuantes nos êmbolos têm intensidades \_\_\_\_\_ proporcionais às áreas dos êmbolos”. (diretamente)

III)

(Questão de vestibular-PUC-RS) (modificada) “A pressão hidrostática é a força por unidade de área exercida por um líquido. No fundo de um recipiente contendo líquido, essa pressão depende \_\_\_\_\_”. (da altura da coluna líquida e do peso específico do líquido)

- A) I) Princípio de Pascal; II) inversamente; III) somente da área do fundo do recipiente  
 B) I) Princípio de Arquimedes; II) diretamente; III) da área do fundo e da altura da coluna líquida

C) I) Lei de Stevin; II) diretamente; III) da altura da coluna líquida e do peso específico do líquido

→ D) I) Princípio de Pascal; II) diretamente; III) da altura da coluna líquida e do peso específico do líquido.

E) I) Princípio de Arquimedes; II) inversamente; III) somente da densidade do líquido

### **Avaliação 6**

1) Um líquido flui através de tubo de seção transversal constante e igual a  $8,0 \text{ cm}^2$  com velocidade de  $60 \text{ cm/s}$ . Determine:

A) a vazão do líquido ao longo do tubo; ( $480 \text{ cm}^3/\text{s}$ )

B) o volume de líquido que atravessa uma seção em 1 min. ( $28,8 \text{ litros}$ )

2) Durante uma tempestade, Maria fecha as janelas do seu apartamento e ouve zumbido do vento lá fora. Subitamente o vidro de uma janela se quebra. Considerando que o vento tenha soprado tangencialmente à janela, o acidente pode ser melhor explicado pelo(a):

A) princípio de conservação de massa

→ B) equação de Bernoulli

C) princípio de Arquimedes

D) princípio de Pascal

E) princípio de Stevin

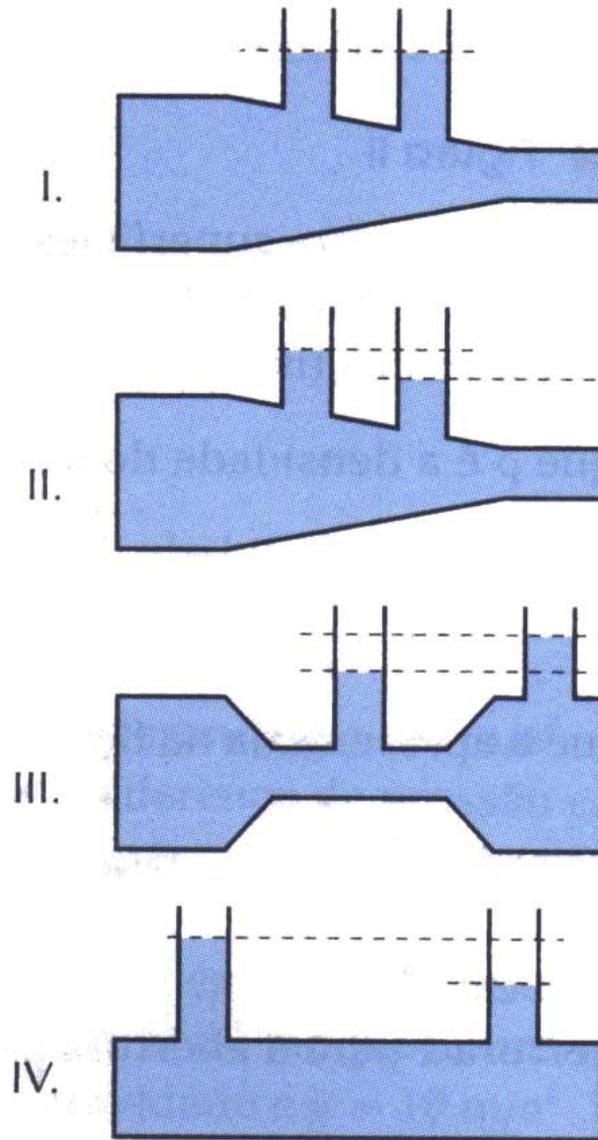
3) A artéria aorta de um adulto tem um raio de cerca de  $1 \text{ cm}$ , e o sangue nela flui com velocidade  $33 \text{ cm/s}$ .

A) Quantos litros de sangue por segundo são transportados pela aorta? ( $0,10362 \text{ litros}$ )

B) Sendo  $5 \text{ litros}$  o volume de sangue no organismo, use o resultado anterior para estimar o tempo médio que o sangue leva para retornar ao coração. ( $48,25 \text{ s}$ )

4) Através de uma tubulação horizontal de seção reta variável, escoar água, cuja densidade você já conhece. Numa seção da tubulação, a pressão estática e o módulo da velocidade valem, respectivamente,  $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  e  $2,0 \text{ m/s}$ . A pressão estática em outra seção da tubulação, onde o módulo da velocidade vale  $8,0 \text{ m/s}$ , é, em Pa: ( $1,2 \times 10^5 \text{ Pa}$ )

5) As figuras representam seções de canalizações por onde flui, da esquerda para a direita, sem atrito e em regime estacionário, um líquido incompressível. Além disso, cada seção apresenta duas saídas verticais para a atmosfera, ocupadas pelo líquido até as alturas indicadas.



As figuras em acordo com a realidade física é (são): Justifique sua resposta. (Figuras II e III) (Justificativa: Na parte estrangulada, mais estreita, a velocidade de escoamento aumenta, portanto a pressão estática nesse ponto é menor.)

---



---



---



---

6) Considere as seguintes afirmações e observe as imagens.

1.) Animais como coelhos e toupeiras constroem suas tocas com mais de uma abertura, cada abertura localizada a uma altura diferente.

2.) Nas proximidades do solo, o módulo da velocidade do vento aumenta com a altitude.

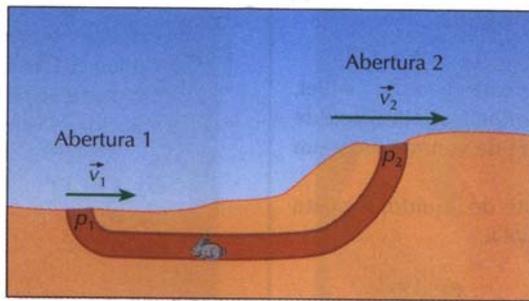


Figura (1)

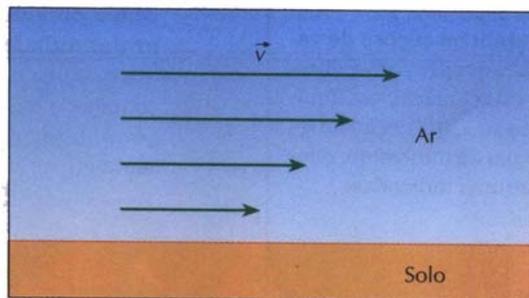


Figura (2)

Com base nas afirmativas anteriores, julgue (V) verdadeiro ou (F) falso os itens abaixo.

- ( F ) Uma toca com duas aberturas no mesmo nível terá melhor ventilação que a apresentada na figura acima.
- ( V ) Se um arbusto crescer nas proximidades da abertura 1, de forma a dificultar a passagem do vento, sem bloquear a abertura, então a ventilação será melhorada.
- ( V ) A circulação de ar no interior da toca mostrada na figura 1 ocorre da abertura 1 para a abertura 2.

Comente a figura 2. Por que o módulo da velocidade do ar aumenta a medida que aumenta a altitude. Ao explicar utilize conceitos físicos já estudados.