

# Laboratórios de computação avançada no ensino superior: um projeto com enfoque construtivista

## *Advanced computing laboratory in higher education: a constructivist approach project*

Annibal Hetem Jr<sup>1</sup>, Reinaldo Burian<sup>2</sup>, Cesar Augusto Cardoso Caetano<sup>2</sup> e José Miraglia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do ABC – UFABC

<sup>2</sup>Faculdade de Informática e Administração Paulista – FIAP

annibal.hetem@ufabc.edu.br

**Resumo:** Esta comunicação pretende apresentar a iniciativa de construção de um Laboratório de Computação Científica, cuja finalidade é oferecer os meios necessários para que projetos de engenharia envolvendo modelagem matemática e simulações complexas sejam desenvolvidos em um ambiente acadêmico. Além dos aspectos tecnológicos, são também discutidas as dimensões discente e docente, e como estes atores envolver-se-ão nos estudos dos modelos numéricos e suas transcrições para códigos de programação de computadores. Considera-se, ainda, que a utilização da tecnologia durante a formação de pessoal especializado é uma realidade e que isso requer transformações didáticas, disponibilidade dos equipamentos e empenho dos alunos e professores para o uso adequado desse novo meio.

**Palavras-chave:** computação; laboratório de ensino; programação de computadores.

**Abstract:** This communication aims to present the initiative to build a Laboratory for Scientific Computing, whose purpose is to provide the necessary means to engineering projects involving complex mathematical modeling and simulations that are developed in an academic setting. Besides the technological aspects, the dimensions discussed are student and teacher, and how these actors will be involved in the study of numerical models and their transcript codes for computer programming. It is considered the use of technology during the training of skilled personnel as a reality and that this transformation requires teaching, equipment availability and commitment of students and teachers to adequately use this new medium.

**Keywords:** computing; teaching laboratory; computing programming.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A proposta deste trabalho surgiu a partir da iniciativa da Agência Espacial Brasileira (AEB) em incentivar o desenvolvimento de estudos aeroespaciais no país. Uma das ações neste sentido é o programa “Uniespaço”<sup>1</sup>, cujo interesse é levar o desenvolvimento desta área da engenharia para alunos de nível universitário, por meio do fomen-

to de projetos de pesquisa ligados a este assunto. Evidentemente, devido ao alto grau tecnológico exigido pela área espacial, principalmente no desenvolvimento de motores a reação usados em foguetes, não são todas as entidades de ensino superior que podem se habilitar nesta empreitada, pois as responsabilidades envolvidas solicitam instalações sofisticadas, compostas, principalmente, por laboratórios de mecânica de precisão, química de combustíveis e controle de sistemas altamente sensíveis.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/mini.php?secao=uniespaco>>.

Entretanto, o projeto de motores de reação de foguetes oferece aspectos teóricos complexos e ricos. É notória a extensa utilização de métodos computacionais na simulação e modelagem destes equipamentos, sendo esta uma fase fundamental do ciclo de vida de seus projetos. As modelagens destas máquinas incluem detalhes de mecânica dos fluidos, combustão, reações químicas, resistência dos materiais e comportamento dos componentes. As simulações podem ser construídas para os componentes individuais ou analisar comportamentos sistêmicos. Logo, a aplicação de computação permite que as escolas possam participar desta iniciativa, desde que tenham condições de oferecer um ambiente adequado para o desenvolvimento de ferramentas e programas de computador que possam modelar e simular os equipamentos e condições do problema apresentado.

Para os cursos envolvidos em computação, esta é uma oportunidade extremamente interessante de aprimoramento e consolidação de seus objetivos. Este projeto possibilita um aprofundamento dos estudos sobre a compreensão dos modos de organização e das concepções dos alunos dos cursos superiores de Sistemas de Informação, Engenharia de Computação e Ciências da Computação acerca do que a modelagem matemática e a simulação de modelos físicos representam e quais seus usos e funções e como desenvolver uma produção científico-acadêmica.

## 2 ESTUDO DE CASO: LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA VOLTADO PARA PROJETOS AEROSPACIAIS

Uma imagem sob-reptícia das aplicações de informática na engenharia contém uma componente latente, onde existe todo um processo por vezes questionável e passível de crítica, principalmente quando utilizado junto ao sistema de educação. Em muitos casos, as tecnologias de Desenho Auxiliado por Computador (*Computer Aided Design* – CAD) e Manufatura Auxiliada por Computador (*Computer Aided Manufacturing* – CAM) chegam aos estabelecimentos de ensino sem que estes disponham de infraestrutura para recebê-las, principalmente no tocante a pessoal especializado e redes eficazes. Esta conjuntura prejudica a

consolidação de um ambiente de trabalho ideal para alunos e professores, resultando na subutilização dos espaços destinados aos laboratórios.

Por outro lado, aspectos ligados à pesquisa em si trazem a possibilidade real do desenvolvimento da inteligência a partir das ações mútuas entre o indivíduo e o meio, cujas implicações ideológicas e culturais oriundas desta associação fazem parte das práticas educativas vigentes atualmente (MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, 1999).

No entanto, para que esta prática eminentemente construtivista possa ser aplicada, deve-se levar em conta a disponibilidade de instalações voltadas para tal. Do ponto de vista da infraestrutura, é conveniente ressaltar que as realidades das instituições públicas e privadas são, em geral, bastante antagônicas entre si. É preciso, neste caso, considerar não apenas os equipamentos e meios, mas também o conhecimento técnico dos funcionários responsáveis pelos laboratórios, certificando-se que este se vincula diretamente ao domínio das habilidades e da pedagogia necessária para auxiliar os alunos na resolução de problemas ligados à pesquisa científica.

Além disso, há que se considerar aspectos ligados à manutenção dos laboratórios. A instituição particular destaca-se ao procurar manter os computadores em melhor estado de conservação, buscando sempre atualizá-los e mantê-los em perfeito funcionamento.

Estas correntes de pensamento, que conectam e reconectam os aspectos pedagógicos, tecnológicos e estruturais, foram levantadas quando, em abril de 2010, docentes da Faculdade de Informática e Administração Paulista – FIAP foram agraciados com a aceitação do projeto “Desenvolvimento de Programa Computacional para Simulação de Sistemas Propulsivos Utilizando Motores Foguete a Propelente Líquido”, no programa Uniespaço da Agência Espacial Brasileira – AEB (DOU 2009-A, 2009-B).

Atualmente, no Brasil, temos uma escassa experiência em motores foguete a propelente líquido, sendo conveniente o estudo de modelos matemáticos, que possibilitem a compreensão, dimensionamento, simulação e motivação para o desenvolvimento desses propulsores. O objetivo princi-

pal deste projeto é o desenvolvimento de um programa computacional completo para a simulação de sistemas propulsivos bipropelentes completos. Visando à análise, verificação e otimização de projetos deste tipo de propulsor, teremos uma ferramenta computacional bastante importante para o programa espacial brasileiro. Como subproduto deste projeto, obter-se-á a formação de mão de obra qualificada em tecnologia de ponta voltada para a engenharia dos projetos espaciais do país.

## 2.1 O Laboratório de Computação Científica

A premissa principal do projeto do laboratório está voltada para o potencial de aprendizagem humano, principalmente dos alunos, através do contato com a tecnologia. Atualmente, observa-se que a tecnologia no ensino disponibiliza o preparo para uma nova cultura informatizada, e que esta pode vir a ser um grande auxiliar no processo de aprendizagem. Pretende-se usá-la de forma coerente, estabelecendo caminhos que tenham objetivos tais que os atuais alunos e o futuro profissional possam aproveitar tudo o que foi aprendido. Dessa forma, adotou-se a matemática, em particular suas aplicações em computação, como um elemento fundamental para o desenvolvimento de atividades no laboratório, por isso a importância de os docentes pesquisadores desenvolverem formas criativas para sua utilização junto aos alunos participantes do projeto.

É importante salientar que, dadas as exigências da Agência Espacial Brasileira, previstas nas portarias do programa Uniespaço, o laboratório deve também contemplar certas premissas de segurança da informação. Isso limita o número de alunos participantes, fato que não pode prejudicar o sucesso do projeto. As questões ligadas à segurança da informação levaram a outras decisões quanto ao desenho do laboratório, como está apresentado mais adiante.

Não se pode esquecer que a utilização da tecnologia prevista na formação de pessoal especializado é uma verdadeira realidade e que requer transformações didáticas, disponibilidade dos equipamentos e empenho dos alunos e professores para o uso adequado desse novo meio. Marques (1999) ressalta a importância da utilização

adequada das tecnologias criadas e disponíveis à sociedade:

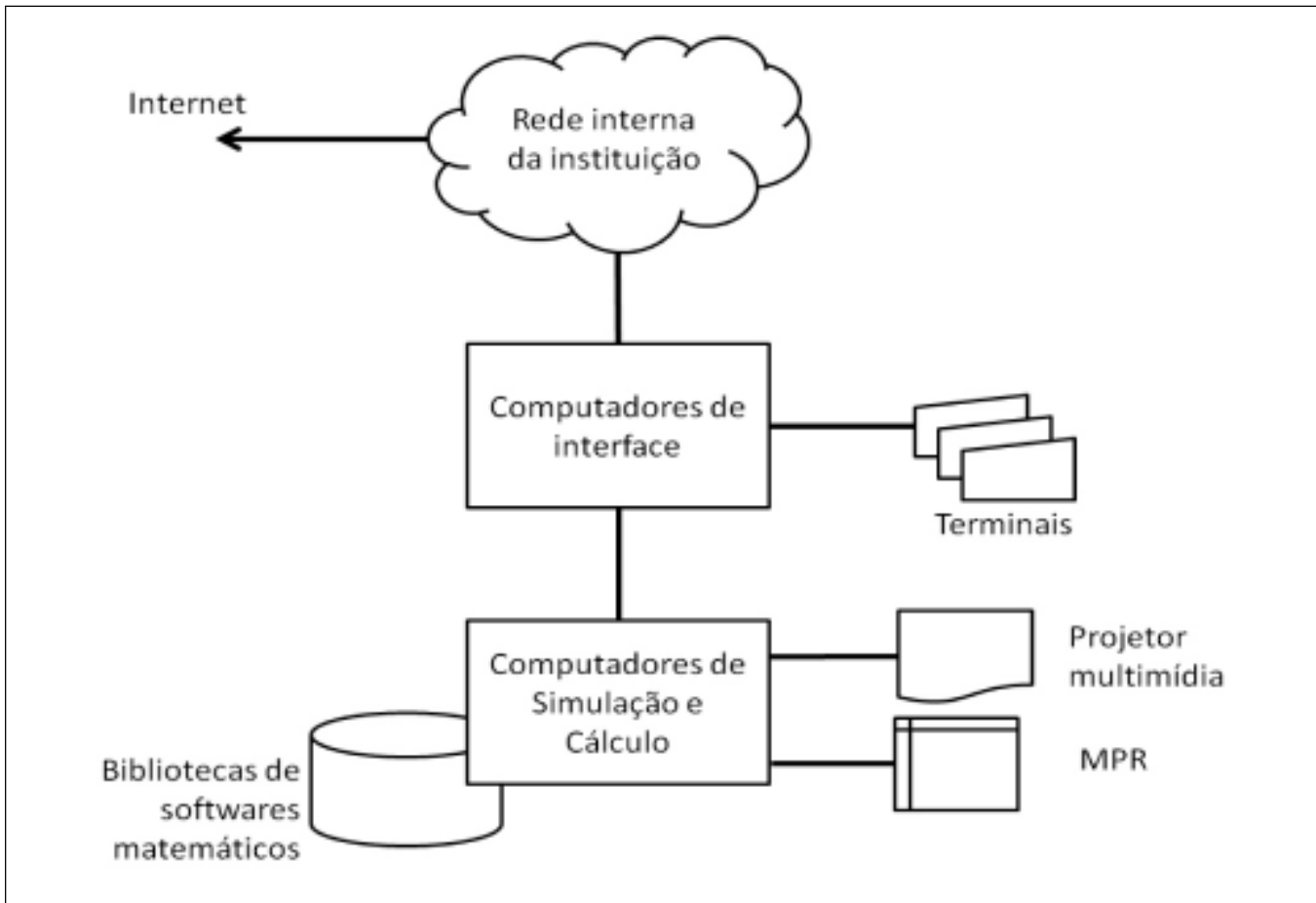
Supostas condições de acesso e uso às antigas e novas tecnologias da informação, crescente e renovadamente disponíveis na cultura atual, e não podendo a escola dispensá-las sob pena de alienação e fuga aos próprios compromissos sociais, não basta se preparem alunos e professores para familiarização com elas e manejos adequados. Impõe-se acima de tudo, detenham os alunos e professores efetivamente os poderes de uso oportuno segundo propósitos próprios (p. 35).

De forma a manter o processo como um todo democrático e equitativo, e buscando similaridades com os métodos oficiais empregados nos órgãos oficiais do Brasil, optou-se pela seleção dos alunos participantes por meio de edital. Os candidatos selecionados receberão, durante a vigência das fases de desenvolvimento, o *status* de estagiários do projeto. O concurso constará de provas específicas, versando sobre as habilidades adquiridas durante o curso no qual o aluno esteja matriculado e que sejam de interesse do projeto. As habilidades avaliadas estão ligadas às disciplinas que lidam com programação de computadores, cálculo numérico, estruturas de dados e computação gráfica. Após a avaliação escrita, os alunos serão submetidos a uma entrevista.

Uma vez estabelecidas as premissas ligadas à dimensão humana, concebeu-se uma estrutura para atender às necessidades do projeto, cuja representação esquemática pode ser apreciada na Figura 1.

Os equipamentos estão divididos em duas categorias: equipamento de interface e equipamentos de simulação e cálculo. Esta divisão tem por objetivo manter os dados sensíveis sob um nível de proteção mais elevado. Os computadores de simulação e cálculo não terão acesso direto via Internet ou pela rede interna da instituição.

Este conjunto de equipamentos é composto por *workstations* com processadores de alto desempenho e grande capacidade de memória, sendo adquiridos através do convênio com a AEB, conforme descritos na Tabela 1. Neles, estarão arma-



**Figura 1:** Representação esquemática do Laboratório de Computação Científica proposto

zenados os *softwares* especiais, os resultados do desenvolvimento e as bibliotecas matemáticas e de engenharia necessárias ao projeto. O segundo conjunto de computadores tem por função fornecer serviços de interface aos computadores de cálculo. Estes equipamentos servirão de terminais de trabalho e acesso, tanto às simulações como à rede interna e à Internet. A rede interna do laboratório é administrada através de um *switcher*, cuja programação permite a construção de uma VLAN, aumentando a *performance* das comunicações internas e a segurança nos acessos externos. Uma fotografia da instalação destes equipamentos é apresentada na Figura 2.

De forma a facilitar a apresentação de dados, durante reuniões de trabalho e discussões sobre o andamento das várias etapas do projeto, o laboratório contará com uma lousa e um projetor multimídia, que apresentará dados, esquemas, gráficos e animações resultantes do desenvolvimento das simulações.

**Tabela 1:** Características dos computadores de cálculo e simulação adquiridos para compor o Laboratório de Computação Científica

Item	Característica
Processador	Intel Xeon
Velocidade	2,13 GHz
Número de cores	4
Memória interna	12 Gb
Memória óptica	leitor/gravador blueray
Memória magnética	1 Tb

Também está incluída no projeto a presença de uma máquina de prototipagem rápida (MPR), conhecida comumente como impressora 3D ou Plotter 3D. Este equipamento possibilita a geração de peças e protótipos reais em três dimensões a partir dos resultados dos *softwares* CAD. Assim, o desenvolvimento abstrato, resultado de equações matemáticas e modelagem através de méto-



Figura 2: Instalação provisória dos computadores de simulação e cálculo do Laboratório de Computação Científica

dos numéricos, materializar-se-á em objetos tangíveis, manipuláveis pelos participantes do projeto. A MPR exercerá um papel construtivista fundamental no ambiente de ensino desejado, elevando os níveis de aprendizagem e assimilação dos conteúdos discutidos no laboratório. As peças criadas neste equipamento são moldadas em ABS, o que não permitirá seu uso em um motor foguete, em razão das restrições de temperatura deste tipo de plástico. Entretanto, a manipulação das peças assim desenvolvidas elevarão, grandemente, a absorção do conhecimento, auxiliando discussões e demonstrações.

Optou-se por uma MPR da marca MakerBot Industries<sup>2</sup>, por apresentar baixo custo, mas, principalmente, porque o material utilizado para a confecção das peças, ABS, é facilmente encontrado no país. A MakerBot nos enviou as peças do

equipamento em um kit destinado a usos didáticos, tendo sido montado integralmente pelos alunos estagiários. A Figura 3 apresenta uma fotografia do equipamento e a Tabela 2 as características dele.

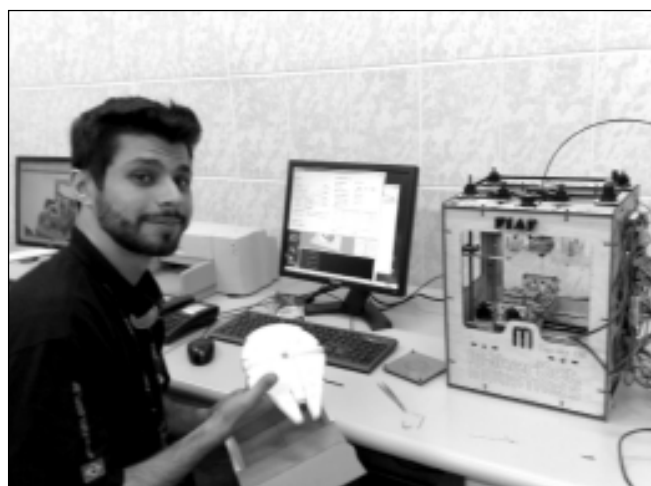


Figura 3: Máquina de prototipagem rápida do Laboratório de Computação Científica (à direita)

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://store.makerbot.com/makerbot-thing-o-matic.html>>.

**Tabela 2:** Características da máquina de prototipagem rápida (MPR)

Item	Característica
Interface	USB
Volume de plotagem	96 x 108 x 115 mm
Resolução horizontal	20 $\mu$ m
Resolução vertical	5 $\mu$ m
Motores	3
Fonte de alimentação	500 W

O laboratório será instalado em uma sala com acesso restrito, com mobiliário para acomodar três professores pesquisadores e três alunos estagiários, além da documentação do projeto e acessórios dos equipamentos. Com esta estrutura, poder-se-ão aplicar as principais premissas exigidas para a segurança dos dados sem, contudo, prejudicar a pesquisa científica e o progresso de aprendizado dos alunos.

## 2.2 Inserção nos projetos pedagógicos

Além da presença física do Laboratório de Computação Científica, para que a comunidade representada pelos alunos e docentes seja amplamente beneficiada, serão também iniciadas ações de inserção nos projetos pedagógicos dos cursos mantidos pela instituição. Estas ações compõem-se de:

**Eventos:** palestras nas quais proeminentes especialistas do Brasil e do exterior expõem aspectos interessantes, visando despertar vocações junto aos discentes para as carreiras tecnológicas, e concursos temáticos, onde grupos de alunos participam de lançamentos de foguetes amadores e gincanas.

**Conteúdos:** nas matérias ligadas à temática do projeto, como matemática, física, computação etc., serão incluídos tópicos especiais sobre o assunto.

## 3 METODOLOGIA A SER EMPREGADA

Cada parte do projeto deverá seguir uma metodologia apropriada, de acordo com sua identidade (NISE, 2003). Por outro lado, o projeto estabelece alguns critérios e regras, de tal forma que, mesmo desenvolvida de forma independente,

cada parte possa integrar-se com facilidade. Em uma primeira análise, a sequência de passos para o desenvolvimento deste projeto é dada a seguir.

### 3.1 Identificação dos subproblemas que serão abordados pelo projeto

Esta etapa determinará quais problemas deverão ser solucionados através do uso das ferramentas propostas, bem como os acessórios requeridos. Por exemplo, o sistema de bombeamento de combustível e comburente pode ser projetado usando tecnologias diferentes (turbo-bomba, bombas tipo Harrington, tanques pressurizados) ou, ainda, uma combinação de tecnologias. Logo, as simulações deste detalhe exigem como acessório uma rotina com o conhecimento das propriedades hidrodinâmicas de cada bombeamento (SUTTON, 2001).

Apesar de cada módulo ser independente, a sua ordem de desenvolvimento é importante, pois, para que os testes possam ser executados, deve-se dispor minimamente de alguns detalhes, como: inicialização e finalização, parametrização do ambiente, carga de módulos etc. Esta etapa definirá quais módulos devem ser desenvolvidos para a criação do ambiente mínimo de testes, e quais serão os desenvolvimentos subsequentes.

Os primeiros módulos a serem desenvolvidos são, portanto, aqueles voltados para a manutenção da infraestrutura de *software*, a saber:

#### 1. Sistema operacional:

- a. Controle de processos e *threads*.
- b. Gerenciamento de processos.
- c. Gerenciamento de arquivos.
- d. Inicialização.
- e. Término.

#### 2. Interface homem-máquina:

- a. Ambiente de interface.
- b. Linguagem de controle.
- c. Identidade visual e iconografia.
- d. Apresentação de resultados.

Na escolha das linguagens de programação, ferramentas de desenvolvimento e plataformas de aplicação, deve-se dar especial atenção às seguintes características da linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento: eficiência, robustez, modularidade e documentação.

Não se deve deixar de lado a facilidade oferecida pela programação orientada a objetos que, além das características citadas, ainda oferecem: encapsulamento; herança; fácil reutilização. Neste sentido, destacam-se as linguagens/ferramentas C++ e o *software* SolidWorks. Dada a escolha da metodologia de programação orientada a objetos, elege-se o UML (*Unified Modeling Language*) como padrão para a documentação do projeto.

Uma vez concluídas as primeiras etapas do desenvolvimento, podem ser estabelecidas metas sob a forma de aplicações previamente definidas. Estas aplicações servirão de campo de teste para os módulos e para a linguagem de unificação dos módulos, sendo também as primeiras simulações a serem construídas.

Algumas sugestões de aplicações/testes são:

- a. Lançador simples.
  - Tanques pressurizados
  - Bombeamento Harrington
  - Turbo-bomba

- b. Lançador multiestagiado.
- c. Simulação do VLS-1.
- d. Simulação de outros lançadores conhecidos.

#### 4 CONCLUSÃO

O Laboratório de Computação Científica deverá oferecer os meios necessários para que o projeto seja desenvolvido em toda a sua plenitude, incluindo-se todas as condições necessárias para a criação de programas, testes, simulações e modelagens. Os alunos e docentes envolvidos estarão em contato com o estado da arte em tecnologia de computação, podendo dedicar-se aos estudos dos modelos matemáticos e suas transcrições para os códigos que, uma vez finalizados, farão parte de um acervo de rotinas de engenharia a serem disponibilizados para a comunidade de engenharia brasileira. Espera-se que a aplicação das premissas descritas forneça agilidade e eficiência ao trabalho como um todo.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agência Espacial Brasileira – AEB, ao Programa Uniespaço e à Faculdade de Informática e Administração Paulista – FIAP, que forneceram os meios necessários para a realização deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

DOU 2009-A. *Diário Oficial da União* – Portaria nº 119 AEB, de 10 de julho de 2009.

DOU 2009-B. *Diário Oficial da União* – Portaria nº 120 AEB, de 10 de julho de 2009.

LEMONS, A. Cibercultura. Alguns Pontos para compreender a nossa época. In: LEMOS, André; CUNHA, Paulo (Orgs.). *Olhares sobre a Cibercultura*. Porto Alegre: Sulina, 2003. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemons/cibercultura.pdf>>. Acesso em: maio 2007.

MARQUES, M. O. *A escola no computador: linguagens rearticuladas, educação outra*. Rio Grande do Sul: Unijuí, 1999.

MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. Enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Campus Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. *La Revista Electrónica de Investigación Educativa*. UABC. México, 1999.

NYSE, N. S. *Control Systems Engineering*, Wiley, 2003.

POZO, Juan Ignacio. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. 3. ed. Morata. Madrid, 1994.

SUTTON, G.P.; BIBLARZ. *Rocket Propulsion Elements*. John Wiley & Sons, 2001.