

WEBLAB – A UTILIZAÇÃO DE TUTORES INTELIGENTES PARA O ENSINO DA FÍSICA

Fretz Sievers Junior , fretz@uol.com.br

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Eng. Elet. e Computação
Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos - SP

Ana Maria Correia Bakos bakos@ita.br

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Física – IEFF

Tiago Pezani, pezani@uol.com.br

UBC – Universidade de Braz Cubas, Departamento de Engenharia de Controle de Automação
Av. Francisco Rodrigues Filho, n 1233 – 08773-380, Mogi Das Cruzes – SP

José Silvério Edmundo, silverio@fis.ita.br

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Física – IEFF

Felipe de Almeida, felal@uol.com.br

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Engenharia de Software

Milton Cimatti Junior, m.cimatti.jr@uol.com.br

UBC – Universidade de Braz Cubas, Departamento de Engenharia de Controle de Automação

Resumo: Este trabalho apresenta a implementação de um ambiente lúdico para aprendizagem de física, focalizando a atenção no projeto de interface gráfica com o usuário a fim de facilitar a interação entre o aluno e o sistema, e a arquitetura de Sistemas de Tutores Inteligentes (STI) para ajudar o aluno em seu aprendizado. O aplicativo se destina á fase em que o aluno de Ensino Fundamental tem contato com as materias de físicas tornando o aprendizado mais prazeroso e acessível, o que fundamental para futuros estudantes de engenharia, sendo a fisica uma ferramenta para seus futuros projetos. Para contribuir no processo de construção do conhecimento, as atividades são apresentadas em uma sequênciã lógicã, através de uma dinâmica simples e agradável, possibilitando a compreensão, fixação dos conteúdos e o desenvolvimento do raciocínio.

Palavras Chaves: *Ensino a Distância, Tutores Inteligentes, Ensino de Física.*

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual tem se tornando progressivamente dependente das tecnologias de comunicação, em particular da Internet. Não só pessoas como também empresas dependem desses recursos. Dentro dessa realidade, as universidades buscam desenvolver e implantar novas tecnologias aplicadas ao ensino, seja ela presencial ou a distância.

Os aprendizes devem ser estimulados a ir além do conteúdo abordado em sala de aula, participando ativamente do processo de ensino-aprendizagem por meio de pesquisas, questionamentos e relatos de experiências. Tal prática visa o desenvolvimento das capacidades de socialização.

A elaboração de materiais didáticos que consideram as necessidades específicas do aluno tem sido uma questão de extrema dedicação dos últimos anos . Para tanto utiliza-se recursos

tecnológicos que tem por objetivo tornar estes materiais em instrumentos melhores para aprendizagem

Acredita-se que o computador pode ser efetivamente uma ferramenta de apoio a construção do conhecimento se utilizado com base em metodologia interdisciplinares. Desde modo e necessário que o software educacional atenda a requisitos de qualidade técnica e pedagógica. Neste sentido para desenvolver as bases para a estruturação de um aplicativo que de fato contribua no processo de ensino e aprendizagem é necessário dedicar atenção para três áreas envolvidas no desenvolvimento de Software educacional: Ciência da Computação, Comunicação e Educação (LUMERTZ & MANTOVANI, 2005). Alguns autores definem a educação a distância como um triângulo relacionando conhecimento, educação e tecnologia, neste artigo irá utilizar como conhecimento as matérias de física, na educação iremos usar técnicas de construção de conhecimento com auxílio a um tutor, e a tecnologia utilizaremos a arquitetura de sistemas de tutores inteligente, unidos a comunicação sendo a forma de como apresentar o conteúdo ao aluno.

Assim os alunos de Ensino Médio e os futuros engenheiros se beneficiam dos requisitos do projeto de interface gráfica que facilitam a interação, além de mecanismos de feedback que motivam e contribuem para aquisição de novos conceitos. Este direcionamento se justifica pela importância da interface, especialmente no desenvolvimento de um software educacional e a abordagem da arquitetura de STI ajuda a melhor direcionar o aprendizado do aluno.

Neste artigo iremos abordar a aplicação de Tutores Inteligentes no ambiente web-lab

2. O QUE É UM SISTEMA TUTOR INTELIGENTE?

Existe várias definições de STI's : (Polson & Richardson, 88)

“Os STI são programas de software que dão suporte às atividades da aprendizagem”

“Os STI são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam técnicas de Inteligência Artificial. Oferecem vantagens sobre os CAIs (Instrução Assistida Sistemas Tutores Inteligentes por computador), pois podem simular o processo do pensamento humano para auxiliar na resolução de problemas ou em tomadas de decisões” .

Os STI surgiram no início da década de 70 como uma promessa de transpor os limites dos programas tradicionais (CAI – Computer Assisted Instruction) e gerou muitas expectativas a seu respeito. As limitações de Hardware e Software e os conhecimentos incompletos de como efetivamente humanos processam informações, geram muitas lacunas a serem preenchidas no que concerne a implementação de STI que tenha uma qualidade técnica e pedagógica ao mesmo tempo.(Goulart,2005). Segundo Goulart, em tempo dos sistemas para WEB poderíamos questionar se existe espaço para os STI, acreditamos que nunca foi tão necessária pesquisa nesta área, pois a navegação solitária na rede não garante resultados e por si só, o fato de um sistema pode ser acessado via WEB, não fará com que o aluno tenha ganhos garantidos. A possibilidade de ter um tutor funcionando como assistente, coletando informações dos alunos e monitorando a sessão de trabalho, auxiliando o professor nas tarefas adequadas, nos permitira construir ambientes educacionais na WEB mais interessantes e robustos sob ponto de vista pedagógico.

2.1 Características de um STI

Segundo Jonassen, um STI deve passar em três testes antes de ser considerado inteligente (Polson & Richardson, 88):

1. Conteúdo do tema ou especialidade deve ser codificado de modo que o sistema possa acessar as informações, fazer inferências ou resolver problemas.
2. Sistema deve ser capaz de avaliar a aquisição deste conhecimento pelo aluno.
3. As estratégias tutoriais devem ser projetadas para reduzir a discrepância entre o conhecimento do especialista e o conhecimento do aluno.

As características mais importantes de um STI, são:

1. O conhecimento do domínio está restrito e claramente articulado.
2. Possuem conhecimento do aluno que lhes permite dirigir e adaptar o ensino.
3. A seqüência do ensino não está predeterminada pelo designer instrucional.
4. Realizam processos de diagnóstico mais adaptados ao aluno e mais detalhados.
5. A comunicação Tutor-Aluno melhora, permitindo que o aluno realize perguntas ao tutor.

Assim, de uma forma genérica, os STI se caracterizam por representar separadamente a matéria que se ensina (modelo do domínio) e as estratégias para ensiná-la (modelo pedagógico). Por outro lado, caracterizam o aluno (através do modelo do aluno) com o objetivo de obter um ensino individualizado. Outra característica marcante é a necessidade da interface de comunicação ser um módulo bem planejado, de fácil manipulação, e que favoreça o processo de comunicação tutor-aluno.

Podemos resumir um conjunto de características que devem ser contempladas em todos os Sistemas Tutores Inteligentes (STI).

1. Dá-se o adjetivo de “Inteligente” para contrastá-lo com os sistemas tradicionais de instruções assistidas por computador (CAI), sendo uma diferença marcante o uso de técnicas de Inteligência Artificial nos STI.
2. Uma razão para atribuir “inteligência” a estes sistemas, está na sua capacidade de resolver os problemas que apresenta aos alunos, e explicar como os fez.
3. Ao contrário dos sistemas CAI tradicionais, os STI permitem um maior grau de individualização na instrução; em particular, um STI relaciona a instrução com o entendimento das metas e crenças do aluno.
4. Num sistema CAI não inteligente, a ordem e o plano de interação estão predefinidos; enquanto que num STI se usam técnicas de IA tais como o planejamento, a otimização e buscas, deixando que o sistema decida “inteligentemente” a ordem de apresentação do conteúdo ao aluno.
5. A interação pode ser muito variada num STI; desde os passivos ou reativos que dependem completamente de esperar a que o aluno realize uma ação bem determinada; até os que constantemente apresentam nova informação, passando pelos assessores, caracterizados

por observar ao aluno enquanto faz uma tarefa, sem interferir constantemente, mas explicando ou ensinando um conceito num momento importante ou quando o aluno pede.

6. Recentemente, se tem ampliado o uso de interfaces mais sofisticadas, que reforçam a disponibilidade e facilidade de uso dos Sistemas Tutores Inteligentes. Duas tendências importantes neste sentido são a utilizações da multimídia e a WWW.

2.2 Arquitetura dos Sistemas Tutores Inteligentes

O principal objetivo dos Sistemas Tutores Inteligentes é proporcionar um ensino adaptado a cada aluno, tentando se aproximar ao comportamento de um professor humano na sala de aula. Estes sistemas se baseiam em uma arquitetura composta basicamente por quatro componentes. A arquitetura básica tradicional e mostrada na figura 1, tem quatro componentes:

1. **Modelo do aluno:** neste módulo estão armazenadas/modeladas as características individuais do aluno.

2. **Modelo do tutor:** possui o conhecimento sobre as estratégias e táticas para seleccioná-las em função das características do aluno (representadas no Modelo do aluno).

3. **Modelo do Domínio:** detêm o conhecimento sobre a matéria no formato de regras de produção, estereótipos, etc.

4. **Modelo da Interface:** intermédia a interação entre o tutor e o aluno.

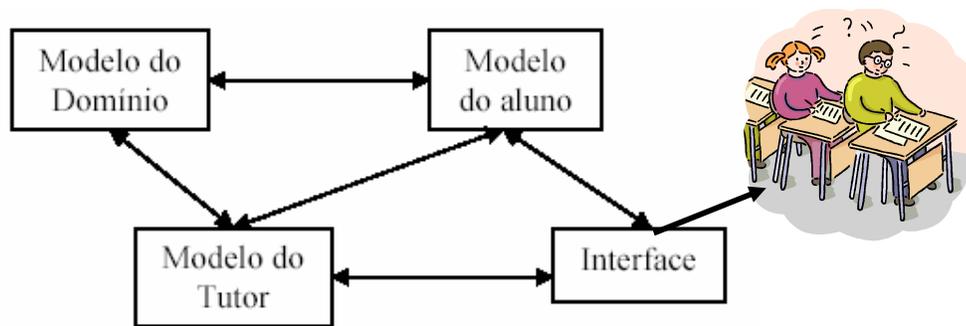


Figura 1: Arquitetura clássica de um STI.

Esta arquitetura é denominada clássica e também conhecida como função tripartida ou arquitetura tradicional de STI. O termo tripartido se refere às funções associadas aos modelos do tutor, do aluno e do domínio. Esta proposta trouxe grandes avanços à modelagem de ambientes educacionais, pois separou o domínio da sua forma de manipulação (utilização). Permitindo assim, que estratégias de ensino fossem associadas em função das informações oriundas da modelagem do aluno.

Em nosso trabalho o modelo do aluno e o local onde são armazenados os erros e acertos de um determinado aluno individualmente nos problemas de física. Conforme o sistema vai obtendo dados sobre a forma de aprendizado do aluno.

O modelo do tutor é onde se encontram as estratégias pedagógicas de como deverá ser apresentado determinadas matérias ao aluno.

O modelo do Domínio e o local onde se encontram a matéria de física do Ensino Médio, em nosso estudo de caso foram adicionados o estudo da gravidade.

O modelo da interface e como o material será apresentado para o aluno. Neste modelo estudado a interatividade (interação entre homem e máquina como a construção de um dialogo), acessibilidade (facilidade de aproximação), navegabilidade (facilidade de mudar de um lugar do ambiente para outro).

3. AGENTE PEDAGÓGICO ANIMADO

Os últimos anos viram surgir um novo paradigma na construção das interfaces dos ambientes interativos de aprendizagem: os agentes pedagógicos animados. Estes são personagens capazes de guiar os estudantes, auxiliando-os na realização de tarefas, apresentando dicas e respostas afetivas apropriadas para cada situação de aprendizagem. Pesquisas mostram que os usuários aplicam regras sociais aos computadores, mesmo que suas interfaces não sejam explicitamente antropomórficas. Desta maneira, vários pesquisadores têm buscado personificar a interface de seus sistemas incorporando a elas agentes animados, os quais apresentam comportamentos coerentes e credíveis, semelhantes aos dos seres humanos. Pesquisas na área indicam que a personificação da interface realizada através destes personagens pode ter um efeito positivo nas experiências de aprendizagem dos estudantes. (Reategui & Moraes, 2006)

A área de agentes de interface é voltada para o desenvolvimento de aplicações que visam aperfeiçoar o processo de interação entre humanos e computadores através da utilização de personagens computacionais. Estes personagens são normalmente associados a algum tipo de mecanismo de inteligência artificial que lhes permitem detectar estímulos externos e responder a estes adequadamente. Trata-se do emprego de uma metáfora em que um agente pessoal colabora com o usuário no mesmo ambiente de trabalho (Maes, 1994).

4. JOGOS EDUCATIVOS COMPUTADORIZADOS

Segundo (VYG,89) e (LUMERTZ,2005), o lúdico influencia extremamente o desenvolvimento da criança e conseqüentemente a do adolescente que cada vez mais se interessa por jogos eletrônicos como play station, super nitendo, etc. O jogo ajuda o estudante a aprender agir em situações diversas, pode simular situações de sua vida cotidiana na qual e permitido o estudante acertar e errar e ver quais são as conseqüências de seus atos, adquirindo iniciativa e autoconfiança, sendo portanto sua curiosidade estimulada. Proporciona, ainda o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração.

Para (Lumertz, 2005), um jogo educativo computadorizado precisa observar alguns requisitos de qualidade didático-pedagógica e de qualidade técnica, tais como:

- **Requisitos de qualidade didático-pedagógica:** objetivos bem definidos, encadeamento lógico de conteúdo, adequação do vocabulário, possibilidade de formação de conceitos, ortografia e gramática corretas, feedback apropriado, clareza e concisão dos textos apresentados, possibilidade de acesso direto a diferentes níveis do programa e possibilidade do professor interagir com o sistema, incluindo, excluindo ou alterando o conteúdo proposto.

- **Requisitos de qualidade técnica:** execução rápida e sem erros, resistências de respostas inadequadas, interface amigável, tempo suficiente de exibição das telas, possibilidade de acesso à ajuda, possibilidade de trabalho interativo, possibilidade de controle de usuário sobre a seqüência de execução do software, possibilidade de correção de respostas, possibilidade de sair do sistema a qualquer momento e uso de telas com diagramação seguindo um modelo único de organização.

Desta forma que a lógica, concentração, memória, intuição, emoção e coordenação visomotora se combinam em cada etapa do jogo, transformando a aventura de aprender mais significativa e prazerosa.

5. O PROJETO

Abaixo apresentados o tutor criado com dois agentes pedagógicos animados para o ensino da física, na página principal e apresentado o agente pedagógico animado, Pezani e Silva. Na figura 2 mostra a tela de apresentação do projeto, no qual são apresentados os dois agentes pedagógicos e a foto de Albert Einstein.



Figura 2 – Pagina inicial do Tutor aprenda física.

Logo após a tela de entrada ao pressionar o botão entrar e apresentado o menu principal com um cenário caracterizado por montanhas. A escolha deste ambiente foi caracterizado para parecer um ambiente de lazer. E apresentado um quadro com a foto do grande físico Galileu Galileu, para despertar a curiosidade do estudante em saber mais sobre a foto e sobre o ambiente. No menu os agentes inteligentes Pezani e Silva da as boas vindas aos estudantes e o convida a descobrir mais sobre quem e o homem da foto Galileu Galilei (1564-1642) que interpretou a aceleração da gravidade quando deduziu que eliminado os efeitos do ar tanto uma pena quanto um martelo cairiam juntos, ou seja com a mesma aceleração. Para época essa teoria era inaceitável, pois isso foi possível confirmar com a chegada do homem a lua. Numa missão lunares, um astronauta repetiu e experiência da pena e do martelo realizada anteriormente por Galileu. Como a lua não possui atmosfera, os dois objetos abandonados simultaneamente de uma mesma altura, chegaram junto ao solo. Galileu estava certo em suas conclusões. E logo após Isaac Newton teorizou a Lei de Newton de Gravitação Universal. Os agentes pedagógicos acompanham os estudantes em todas as atividades para os esclarecimentos de dúvidas. A figura 3 mostra as opções do ambiente



Figura 3- Tela de opções do ambiente

Ao clicar na foto de Galileu, o aluno é levado a um filme que explica sobre a gravidade na lua com , todas as telas apresentam o botão voltar que permite o aluno a voltar ao menu principal mostrado na figura 2. A figura 4 mostra um filme curto que é apresentado ao aluno e logo após é apresentada uma aula sobre gravidade.



Figura 4 – Filme que explica sobre a gravidade.

Segundo (MARUCCI, 99) e (LUMERTZ, 2005), para que a criança desenvolva e aprenda tudo o que sua potencialidade permita, é indispensável que haja um meio ambiente que a estimule adequadamente, o mesmo percebemos referente aos adolescentes. É a motivação que fornece energia para a ação e torna o aluno receptivo a certos estímulos ambientais. Após o filme, é apresentada slides explicando sobre a queda-livre, que envolve o conceito de gravidade. Os slides possuem setas para avançar ou retornar ao conteúdo ministrado como mostra a figura 5.

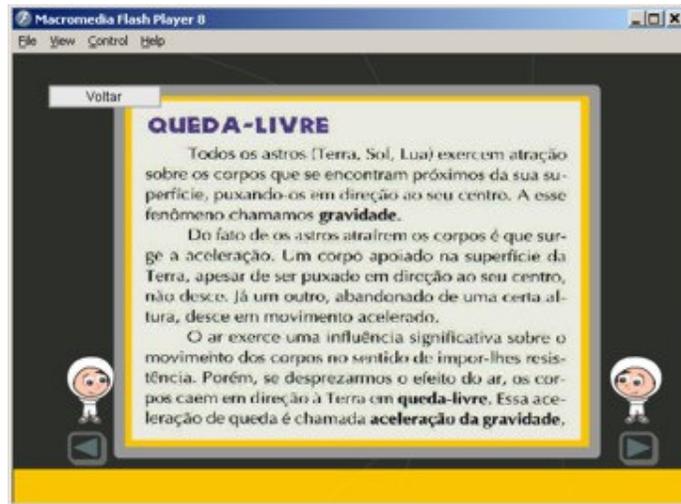


Figura 5 – Slides sobre a explicação da Queda- Livre.

Após a explicação textual, e apresentado um objeto de aprendizagem para explicar como os planetas circulam em torno do sol. A figura 6 mostra este objeto de aprendizagem. Este objeto de aprendizagem permite o aluno alterar as escalas X e Y permitindo visualizar em ângulos diferentes a rotação do planeta.

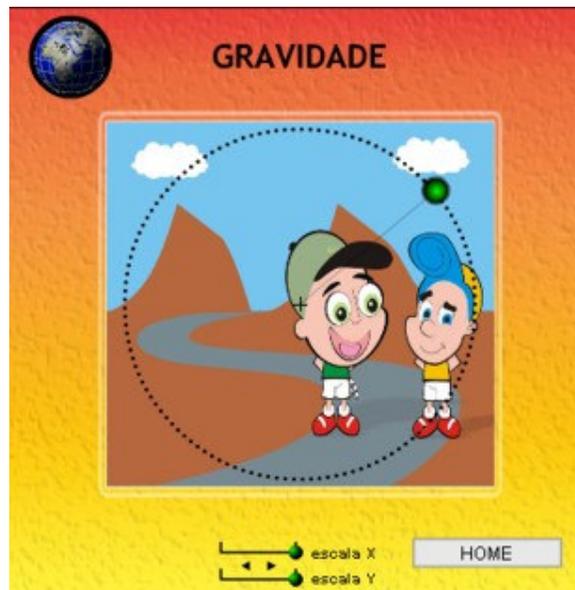


Figura 6 – Rotação da terra em torno do sol.

6. AS ATIVIDADES

As atividades são apresentadas após a explicação de um determinado tópico que o aluno é exposto a slides ou vídeos educativos. Os agentes pedagógicos animado propõe uma viagem na lua e apresentando um problema que ele não consegue andar na lua porque parece que ele é mais leve. Neste caso pretende mostra ao estudante a importância da gravidade na terra. A figura 7 e 8 mostram o formato das questões propostas aos estudantes.



Figura 7 – Convida o Estudante para uma missão.



Figura 8 – Questão proposta ao estudante

Após as questões propostas e apresentado um questionamento que após a resposta do aluno ele tem feedback se ele acertou ou errou. Caso o estudante cometa um erro e permitido que o estudante tente de novo. Para (NORMAN,88) feedback é o envio de informações ao usuário sobre que ações estão sendo realizadas e que resultados estão sendo obtidos. A figura 9 e 10 mostra esse feedback.



Figura 9- FeedBack de Erro

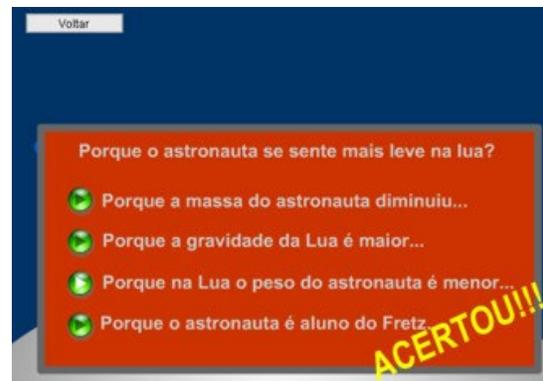


Figura 10- FeedBack de acerto

Para tornar os diálogos mais simples, estimular e desenvolver a percepção dos estudantes o recurso de som foi adicionado no aplicativo, Segundo (WINCKLER,98) “o som possui uma função importante na motivação e imprime um maior realismo à situação da aprendizagem”. As informações são expostas de forma textual e sonora.

7. JOGO EDUCATIVO

Este jogo permite que o aluno aplique seus conhecimentos sobre a gravidade. O objetivo do jogo é acertar o alvo, para isso o aluno deverá escolher o ângulo do canhão e a velocidade, após escolhida, ele pode pressionar o botão atirar, para acertar o alvo. A cada acerto o sistema submete ele a novas condições de jogo, alterando o valor da gravidade e a velocidade do vento. A figura 10 mostra a interface do jogo.



Figura 10- Interface do jogo.

Os jogos motivam os jovens a quererem aprender mais para passar para novas fases do jogo as quais requerem mais conhecimentos do aluno. Esta é uma forma de avaliar, dando feedback para o aluno e fazendo com que ele esteja motivado em aprender para passar para novas fases do jogo. Ao final caso o aluno faça todas as atividades propostas em aulas, ele conseguirá ir até o final do jogo e com isso podemos concluir que o aluno atingiu os conhecimentos mínimos, necessários e suficientes.

8. CONCLUSÃO

Os esforços despendidos por grandes centros de pesquisa na área de Interfaces Homem-Máquina justificam o tema abordado neste trabalho e o direcionamento aos alunos do Ensino Médio ocorreu devido ao crescente importância do software Educacional.

Os recursos multimídia acoplados aos projetos de interface gráfica com o usuário e com os requisitos de qualidade pedagógica se bem empregados garante a qualidade de uma ferramenta eficaz e dirigida a construção do conhecimento.

Acreditamos que a arquitetura de Tutores Inteligentes, Agentes pedagógicos animados e estudo de interface gráfica garante o aumento do índice de aprendizagem do aluno, motivando a sempre querer aprender mais. A motivação é um fator muito importante no processo de ensino e aprendizagem nos quais os sistemas de ensino a distância tem que buscar novas formas de ensino para motivar seus alunos.

Agradecimentos

Agradecemos a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos que nos concedeu o investimento para o projeto WEB-LAB A Utilização de Tutores Inteligentes para o ensino da Física para realização das pesquisas apresentadas neste artigo.

9. BIBLIOGRAFIA

GOULART, R. R. V., GIRAFFA, L.M.M., **Utilizando a tecnologia de agentes na construção de Sistemas Tutores inteligentes em ambiente interativo**, SBIE, 2005

LUMERTZ, G. & MANTOVANI, A. M., **Projeto de Interface em ambiente de aprendizagem matemática**, SBIE, 2005

MAES, P. **Agents that reduce work and information overload.**, Communications of the ACM, 37(7):31–40, 1994

MARUCCI, R. A. ; OLIVEIRA, M. R. **Projeto de Interface Multimídia para Crianças**. In: Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, 99, 1999, Rio de Janeiro.

NORMAN, D. A. **The Design of Everyday Things**. New York: Basic Books, 1988

POLSON, M. C. & RICHARDSON, J. J., **Foundations of Intelligent Tutoring Systems**, Lawrence Erlbaum Associate, 1988

REATEGUI, E. B., MORAES M. C., **Agentes Pedagógicos Animados**, CINTED-UFRGS, Dez, 2006

VYGOTSKY, L. S. **O Papel do Brinquedo no Desenvolvimento**. In: **A Formação Social da Mente**, São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WINCKLER, M. A. **Projeto de Interfaces para Ambiente WWW com Usabilidade**, 1998

WEBLAB – THE USE OF INTELLIGENT TUTORS FOR THE EDUCATION OF THE PHYSICS

***Abstract:** This work presents the implementation of a playful environment for physics learning, focusing the attention in the project of graphical interface with the user in order to facilitate to the interaction between the student and the system, and the architecture of Systems of Tutors Intelligent (STI) to help the student in its learning. The application one if destines á phase where the student of High School has contact with the subjects of physics becoming the learning most pleasant and acess, what basic for future students of engineering, being the physics a tool for its future projects. To contribute in the process of construction of the knowledge, the activities are presented in a logical sequence, through a simple and pleasant dynamics, making possible the understanding, setting contents them and the development reasoning.*

***Keywords:** E-learning, Intelligent Tutoring Systems, Physics Education*