

Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância

Cleber Forte

*Universidade Metodista de Piracicaba
Anhanguera Educacional - FAC SBO
cleberforte@hotmail.com*

Rafael Santin

*Departamento de Computação
Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri
rasantin@gmail.com*

Francisco C. Oliveira

*Universidade Metodista de Piracicaba
Francisco.o@hotmail.com*

Cláudio Kirner

*Centro de Educação Aberta e à Distância
Universidade Federal de Ouro Preto
ckirner@cead.ufop.br*

Resumo

Este artigo apresenta uma discussão sobre laboratórios virtuais implementados com multimídia, realidade virtual e realidade aumentada, analisando seus aspectos técnicos e educacionais e enfatizando a colaboração local e remota. São mostrados dois estudos de caso de laboratórios virtuais de física com realidade aumentada, envolvendo movimento circular e lançamento de projétil.

Abstract

This paper presents a discussion about virtual laboratories implemented with multimedia, virtual reality and augmented reality, analyzing their technical and educational aspects, and emphasizing local and remote collaboration. Case studies related to Physics virtual laboratories using augmented reality are shown, involving circular motion and ballistic launch.

1. Introdução

Com o advento de modalidades de ensino não presencial, além das já conhecidas vantagens adquiridas, como a ampliação da possibilidade de acesso ao conhecimento, algumas questões de ordem prática também foram levantadas. Dentre elas, está a forma de conseguir que o aluno, que se educa a partir

da experiência não presencial, tenha a mesma possibilidade de aprendizado daqueles com a educação em formato presencial. Especificamente, existe a problemática relacionada com a necessidade de experimentação, através de laboratórios. A princípio, os alunos, em ambientes de educação à distância, poderiam ser prejudicados quanto a este quesito, pois seria inviável a disponibilização de espaços experimentais para todos, em todos os possíveis locais onde residem. Este problema nos inspirou a definir as diferentes possibilidades de apoio ao aprendizado experimental que podem ser usados em ambientes de educação à distância (laboratórios virtuais) e a desenvolver uma proposta de uso de laboratórios virtuais desenvolvidos com a tecnologia de Realidade Aumentada. Assim, pretendemos percorrer um caminho que se mostra bastante promissor para as possibilidades de aplicação da Realidade Aumentada, como interface facilitadora de atividades para educação não presencial.

2. Realidade Aumentada e o Software ARToolKit

Pode-se, em linhas gerais, dizer que a Realidade Aumentada (RA) é uma área de pesquisa inserida dentro da Realidade Virtual, caracterizada pela possibilidade de representação do imaginário humano, antes restrito a certas representações, como um desenho ou uma descrição verbal [1]. Tem-se como

fato marcante o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, normalmente feitos diretamente com a linguagem VRML, ou com o apoio de software específico de autoria, sendo vários deles gratuitos, como o Blender [2]. Para tornar possível o processo de interação entre o ambiente real, no qual o usuário está inserido, e o ambiente virtual, gerado através do computador, emprega-se software específico, como por exemplo a biblioteca ARToolKit [3], além de fazermos uso de microcomputador comum, webcam e marcadores, que são constituídos de pequenas placas de papel. A figura 1 mostra a manipulação de um marcador com objeto virtual sobreposto. O ARToolKit é um software livre com código aberto, desenvolvido primeiramente pela Universidade de Osaka, pelo Dr Hirokazu Kato.



Figura 1 – Placa marcadora e sobreposição de objetos virtuais.

Usando esta ferramenta, é possível desenvolver aplicações de RA. A finalidade básica desse software, como podemos observar na figura 2, é rastrear e posicionar os objetos 3D em relação à câmera, através de uma forma padrão impressa em papel. Para tanto, é necessário conhecer uma determinada forma, que normalmente é um retângulo, para obter sua localização, de maneira que sobre essa “forma” o objeto virtual possa ser sobreposto no mundo real.

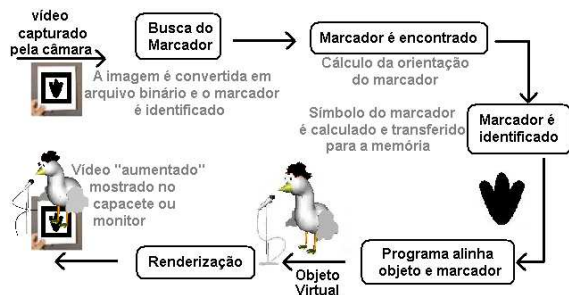


Figura 2 - Diagrama de funcionamento do ARToolKit.

Assim, o Artoolkit é uma biblioteca de programação que utiliza recursos de visão computacional para alinhar objetos virtuais com seus respectivos marcadores. Pelo fato de ser de código aberto, o Artoolkit pode ser modificado de acordo com as necessidades e intenções de cada programador. Para este projeto, empregamos o software ARToolKit em sua versão SACRA, desenvolvida afim de possibilitar autoria e interação colaborativa no ambiente virtual [4].

3. Laboratórios Educacionais

Segundo Filhoais e Trindade [5], Uma característica da Física (e das Ciências em geral) que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contra-intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física (por exemplo) com a vida real. Uma tentativa de minimizar esta dificuldade constatada seria o uso de experimentação, com o propósito de aproximar os conceitos científicos da realidade tangível do aluno, além de dar sentido ao conteúdo aprendido. Entretanto, o conceito clássico de educação laboratorial requer, geralmente, o uso de laboratórios físicos, com materiais e reagentes especialmente preparados para cada aplicação. Exigência que, como se pode constatar, fica acima das possibilidades reais da maioria dos estabelecimentos de educação do país; seja por falta de espaço físico adequado, ausência de instrumentação adequada ou pela não colocação de materiais reagentes básicos.

Com o advento da educação não-presencial, esta discussão torna-se ainda mais importante, permeando a noção de que, em casa, os alunos desta modalidade de ensino não teriam a possibilidade de experimentação em um laboratório, tal como os alunos de curso presencial, e por conseguinte, poderia haver certa defasagem no currículo do aluno não-presencial, que deixaria, a princípio, de cumprir, segundo Nedic, Machotka e Nafalski [6] com as expectativas de aprendizado dos graduandos de testar os conhecimentos conceituais, trabalhar colaborativamente, interagir com equipamentos comuns de sua área de trabalho, aprender por tentativa e erro e obter análises a partir de dados experimentais.

Uma tentativa de contornar tal situação é a introdução do computador como meio de simulação de atividades, antes desenvolvidas em laboratório. Surge então o conceito de laboratórios virtuais.

4. Laboratórios Virtuais

Os laboratórios reais, por sua característica física, impede o acesso amplo de seus recursos. Mesmo quando falamos apenas de alunos de educação presencial, temos de nos lembrar que o acesso a laboratórios reais também é dificultado, à medida em que estes são limitados fisicamente e, via de regra, não poderiam suportar todos os alunos que desejassem fazer seus experimentos nos momentos em que estão disponíveis para tal. Este problema é contornado com agendamentos feitos com antecedência, mas ainda assim, não resolve de fato o problema de não conseguir atender a todos em qualquer momento. Quando se aumenta o escopo da problemática, introduzindo-se para esta análise os alunos presenciais e os de cursos à distância (ead), constatamos um agravamento na questão.

As alternativas encontradas para se contornar suficientemente esta questão é o emprego de tecnologias para apoio ao aprendizado. Nesse sentido, pode-se destacar a criação de laboratórios virtuais que amparam certas necessidades de experimentação.

Esses laboratórios distinguem-se bastante entre si, e podem ser caracterizados, principalmente, de dois modos: por tipo da tecnologia empregada, sendo os mais comuns: laboratórios multimídia, laboratórios em realidade virtual e laboratórios em realidade aumentada ou por aspectos de colaboração: ambientes de colaboração local e ambientes de colaboração remota.

4.1 Classificação dos laboratórios virtuais por tipo

4.1.1 Laboratórios multimídia

Nesta categoria enquadram-se os laboratórios de apoio ao aprendizado desenvolvidos para acesso amplo e sem grandes dificuldades. Obedecendo as características comuns aos produtos multimídia, podem apresentar sons, textos, animações, vídeos e imagens, afim de que o conteúdo abordado seja apresentado de maneira ampla e com fácil compreensão. Os laboratórios multimídia podem ser distribuídos em cd-roms, como parte integrante do material didático de determinado curso ou disponibilizados na Internet, para acesso online. Aqui também se introduzem experiências mais antigas de expansão do conhecimento laboratorial, feitas através da gravação e disponibilização de conteúdo através de vídeos ou dvd's, mostrando como se faz determinada prática laboratorial.

Nedic, Machotka e Nafalski [6] criticam este tipo de desenvolvimento de laboratório, pois, a princípio, apesar de bastante interessante e realmente instrutivo,

não dá ao aluno a experiência com os instrumentos. Faltaria o conhecimento sobre o manuseio das ferramentas. Apesar disso, os laboratórios multimídia são usados em larga escala. Tomemos como exemplo os laboratórios virtuais do Genetic Science Learning Center da university of Utah .

Segundo seus autores, [7] o Centro recebe grande quantidade de visitas online de estudantes de diversos países, interessados em praticar seus conhecimentos nos laboratórios da instituição. Como pode ser visto nas figura 3 e 4, os laboratórios virtuais disponíveis foram construídos com base nos princípios de laboratórios multimídia. Apresentam imagens animadas, possibilidade de interação com os objetos (através de cliques e clique-arraste do mouse), sons (que servem como reforçadores e estímulos) e textos (para guiar o aluno no decorrer do experimento). Na figura 3 vemos a área inicial do laboratório de extração de DNA e, na figura 4, o aluno é convidado a colher células da boca do paciente, afim de que, posteriormente, estas células sejam tratadas.

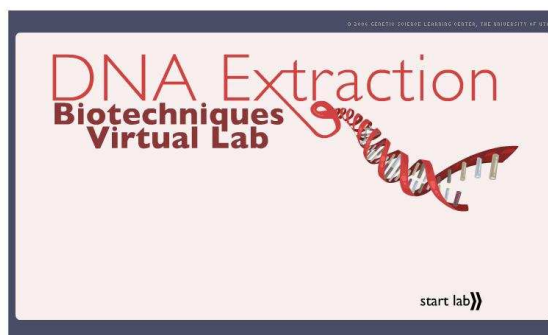


figura 3 – laboratório virtual Utah

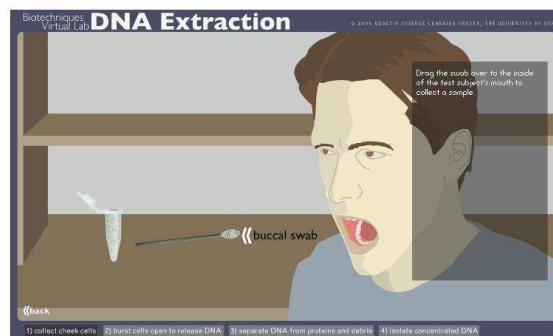


figura 4 – atividade no laboratório virtual multimídia

4.1.2 laboratórios em realidade virtual

Outra categoria de laboratórios virtuais envolve aqueles construídos, a partir do uso de técnicas de realidade virtual. Como visto anteriormente, a

realidade virtual se caracteriza pela imersão total do usuário no mundo virtual, o que equivale dizer que o usuário é transferido para o ambiente programado, através de recursos como óculos de visualização ou caves. Estes laboratórios trabalham com o conceito de simulação do ambiente laboratorial, podendo ser muito eficazes quanto sua representação fiel.

Sistemas de simulação em realidade virtual são bastante complexos e demandam alto investimento. Como exemplo, pode-se citar as CAVE's (Cave Automated Virtual Reality Environment) que simulam um ambiente virtual com imersão total, através de multiprojeções e sistema de áudio [8], como pode ser observado na figura 5. Outras implementações, que podem ser distribuídas remotamente, com o uso de óculos de visualização 3D e sistemas de som ambiente, podem ser criadas, afim de que os participantes possam interagir entre si.

No primeiro caso, temos o agravante da não possibilidade de acesso universal ao ambiente virtual. Assim, um laboratório em realidade virtual, concebido para ser usado a partir de uma CAVE, se mostra tão eficiente quanto um laboratório físico comum, construído em uma das salas especialmente preparadas na escola. O segundo caso se mostra mais vantajoso, não só pela possibilidade de acesso remoto e colaborativo, mas também pelo custo muito menor se comparado ao primeiro.



figura 5 – aplicação de realidade virtual em CAVE

Para Nedic, Machotka e Nafalski [6], apesar destes laboratórios se apresentarem como bons auxiliares, no que diz respeito ao entendimento das matérias conceituais, no que tange ao conhecimento prático, os alunos não teriam grandes vantagens. Especificamente, quando falamos da implementação de laboratórios que possam facilitar o acesso de estudantes de cursos à distância ao conhecimento laboratorial, temos que laboratórios implementados com esta tecnologia não se mostram como a melhor opção. Seja pela não praticidade da implementação ou pelo seu elevado custo.

4.1.3 Laboratórios em Realidade Aumentada

Enquanto os laboratórios em realidade virtual necessitam de uma estrutura, muitas vezes onerosa e pouco prática para a maioria das pessoas, impossibilitando sua difusão como alternativa viável para suporte a cursos de educação a distância, a Realidade Aumentada (RA) se mostra como uma alternativa mais promissora neste sentido.

Em geral, as aplicações desenvolvidas a partir da tecnologia de RA não prevêm a imersão total. Ao contrário, caracterizam-se pelo enriquecimento do mundo real através da adição de elementos virtuais. Nestas aplicações, o usuário geralmente observa a ocorrência de eventos, a partir da tela do computador, sem a necessidade de se munir de dispositivos especiais de visualização, e interage com os objetos virtuais com o auxílio de marcadores tangíveis, sem a necessidade, também, de dispositivos especiais para a tarefa.

Por tais características, as aplicações em RA podem ser mais facilmente distribuídas e implementadas. Como exemplo de aplicação com RA, tomemos o LiDRA [9]; nesta aplicação, um livro didático de ensino de matemática é enriquecido com som, imagens e objetos virtuais 3D (figura 6), afim de que a experiência de aprendizagem fosse maximizada. O uso de tais aplicações se mostra bastante eficaz e estimulante, características pretendidas a qualquer material que tenha como objetivo o auxílio à educação.



figura 6 – Livro Didático apresentando um cubo virtual sobre o marcador

4.2 Classificação por Aspectos de Colaboração

4.2.1 Laboratórios Virtuais com Ambiente de Colaboração Local

Nesta classificação, se encontram todos os tipos de laboratórios virtuais desenvolvidos que prevêm a colaboração local como forma de aprendizado. Por colaboração local entende-se a interação dos participantes de determinada atividade num mesmo local físico. Quando os alunos de uma classe se

dirigem ao laboratório de sua escola para realizarem experimentos conjuntos, visando chegar a um resultado, ocorre uma atividade de colaboração local.

Qualquer tecnologia, dessas apresentadas anteriormente, pode ser usada para o desenvolvimento de laboratórios virtuais para colaboração local.

4.2.2 Laboratórios Virtuais com Ambiente de Colaboração Remota

Diferentes da classificação anterior, nesta categoria encontram-se todas as aplicações desenvolvidas com a capacidade de colaboração remota. Além da interação do usuário com o software, ele pode interagir com outros usuários que não estão em seu ambiente físico.

Ambientes de colaboração remota são mais raros, pela complexidade de seu desenvolvimento, porém, apresentam-se como uma possibilidade bastante promissora, quando se trata de aplicações para o desenvolvimento de conceitos educacionais à distância, por possibilitar não só a prática laboratorial do aluno

com sobre determinado assunto, mas também a criação de conhecimento coletivo conseguido através da possibilidade de interação entre os alunos, mesmo estando todos fisicamente distantes.

A Realidade Aumentada se apresenta como uma alternativa bastante promissora também desenvolvimento de aplicações que prevêm a possibilidade de colaboração remota.

Como pôde ser visto, o desenvolvimento de laboratórios virtuais deve levar em conta tanto os aspectos da tecnologia a ser empregada e da interação que se deseja a partir do uso destas aplicações, quanto a adequação destes meios com a necessidade suscitada pelo assunto em questão, frente a gama de recursos disponíveis.

A tabela 1 apresenta o resumo das principais vantagens e desvantagens dos laboratórios reais e dos laboratórios desenvolvidos com as tecnologias: multimídia, realidade virtual e realidade aumentada.

Tipo de lab.	Vantagens	Desvantagens	Colaboração
REAL	Interação com equipamentos reais. Trabalho colaborativo. Resultados reais	Restrições de tempo e de espaço físico. Custo elevado de implantação e manutenção.	Local
MULTIMÍDIA	Fácil distribuição. Baixo custo de desenvolvimento.	Pouca contribuição para aprendizado das características práticas do ensino laboratorial	Predominantemente Local
REALIDADE VIRTUAL	Alto índice de imersão e representação do ambiente real.	Alto custo de desenvolvimento. Restrições de uso e distribuição devido à necessidade de hardware específicos	Local ou Remota
REALIDADE AUMENTADA	Baixo custo de desenvolvimento. Índice satisfatório de representação de aplicações. Facilidade de interação. Não necessita de hardwares específicos	Menor índice de imersão.	Local ou Remota (com acentuada vocação para desenvolv. de aplicações com colaboração remota)

Tabela 1 – comparação entre diferentes tipos de laboratório

5. Desenvolvimento de Laboratório com Realidade Aumentada

Levando-se em consideração as características dos possíveis tipos de laboratórios virtuais apresentados, pôde-se concluir que o uso da técnica de RA para o

desenvolvimento destas aplicações seja bastante indicado. Além da relativa facilidade de implementação das aplicações, através de bibliotecas de desenvolvimento, como a ARToolKit, a RA permite a colaboração remota, o que para o ensino à distância se configura como uma ferramenta bastante útil.

Assim, optou-se por desenvolver um protótipo de laboratório com realidade aumentada, afim de que se pudesse, ainda que preliminarmente, avaliar sua real potencialidade de uso.

Para este protótipo, usamos uma versão específica da biblioteca ARToolKit, chamada de SACRA (Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada). Nesta versão, foram implementadas algumas mudanças na biblioteca, afim de que permitisse a colaboração remota. Com o sistema SACRA, pode-se construir um ambiente de aprendizagem distribuído, onde os alunos interagissem entre si, afim de chegarem a um resultado.

Para efeito de análise, foi definido que os assuntos deste protótipo ficariam sob o escopo de temas da física, especificamente, iniciando com o tema de mecânica clássica sobre movimento circular e lançamento de projétil.

O movimento circular é aquele descrito por um determinado objeto que se desloca em uma trajetória circuncêntrica, ou seja, seu deslocamento descreve uma circunferência em determinado espaço. Como exemplo, podemos considerar uma roda-gigante: as cadeiras desta roda-gigante sempre se deslocam em movimento concêntrico, efetuando uma circunferência completa ao concluir um ciclo. O segundo tema, lançamento de projétil, pode ser entendido o estudo do movimento de determinado objeto quando este é lançado com determinada força. A variação de força é a principal variável responsável para que possamos saber com antecedência, por exemplo, em que ponto um objeto em questão tocará o solo quando lançado.

5.1 Funcionamento

O funcionamento básico do sistema proposto baseia-se na interação oferecida ao aluno. Esta interação, proporcionada pelo software SACRA refere-se tanto à manipulação do conteúdo virtual quanto à interação interpessoal (ambiente colaborativo).

Instalado o software em seu computador, que deve estar devidamente configurado e equipado com webcam, o aluno terá a possibilidade de treinar determinados conceitos previamente configurados. Em nosso protótipo, o aluno será convidado a definir os parâmetros do movimento que será aplicado á esfera virtual. Na figura 7 podemos observar uma captura de tela, onde se vê o objeto virtual (cubo verde que serve como base para a esfera cinza que se desloca) sobreposto ao objeto tangível (marcador).

A aplicação consiste, portanto, da entrada de parâmetros em um sistema gerador de movimento. Estes parâmetros são solicitados por um programa desenvolvido durante a pesquisa, na linguagem C. Na

figura 8, observa-se uma captura de tela deste programa em execução.



figura 7 – visualização da aplicação desenvolvida

```
C:\Documents and Settings\Usuario\Meus documentos\KIRNER\gera_trajetoria\circun.exe
tempo de sleep (milissegundos)
350
digite o raio
2
digite o angulo(em radianos)
0.57
x= 2
y= 1
0.570000
x= 1
y= 2
1.140000
x= -0
y= 2
1.710000
x= -1
y= 2
2.280000
```

figura 8 – programa gerador do movimento circular

Como pode ser observado ainda na figura 8, o programa (nesta versão, com interface em modo texto) solicita as variáveis necessárias para o cálculo do movimento. No caso do movimento circular estas variáveis são três: *tempo de sleep*, que nada mais é do que o tempo em que o programa deverá esperar entre a exibição de um ponto e outro quando da geração da animação. *Raio*, que define o raio da circunferência formada pelo movimento da esfera 3D e *ângulo*, que se refere ao deslocamento propriamente dito, ou seja, a quantos graus a esfera deverá ser deslocada a cada nova interpolação. As variáveis foram escolhidas, a partir da expressão matemática usada para o cálculo de pontos em uma circunferência, dada por:

$$x=(raio*\cos(angulo));$$
$$y=(raio*\sin(angulo));$$

Se a opção de exercício for a de lançamento de projétil, o aluno é convidado a entrar com um *ângulo*

de direção e um valor de *força* aplicada. Considera-se sempre que o objeto que sofrerá a força (esfera 3D) encontra-se em repouso e rente ao solo (base retangular verde) no momento anterior à força ser aplicada e ainda que existe uma força gravitacional que exerce influência no movimento do projétil.

Através destas equações simples, obtemos os valores dos pontos exatos sobre os quais a esfera deverá ser redesenhada, afim de que a esfera se desloque no movimento escolhido.

A execução deste programa gera um arquivo *txt* com as informações no formato necessário para que o interpretador de interpolações (também implementado no SACRA) as reconheça. O conteúdo do arquivo gerado pelo programa acima pode ser visto na figura 9.

```

translation 2 0 2 1 0
sleep 350
translation 2 0 1 2 0
sleep 350
translation 2 0 -0 2 0
sleep 350
translation 2 0 -1 2 0
sleep 350
translation 2 0 -2 1 0
sleep 350
translation 2 0 -2 -1 0
sleep 350
translation 2 0 -1 -2 0
sleep 350
translation 2 0 -0 -2 0
sleep 350
translation 2 0 1 -2 0
sleep 350
translation 2 0 2 -1 0
sleep 350

```

figura 9 – arquivo resultante da execução do programa gerador de pontos.

Este arquivo resultante será carregado no SACRA, afim de que os pontos da interpolação gerada sejam transferidos para o núcleo do programa (ARToolKit), que irá redesenhar a esfera 3D de acordo com o descrito no arquivo. Para que os pontos de interpolação sejam lidos do arquivo gerado e usados para a reconfiguração da cena 3D, foi desenvolvido, ainda, um programa com esta finalidade (figura 10). Este programa se encarrega de transmitir as novas posições de interpolação e seu tempo de atraso para o núcleo do programa responsável pela exibição do objeto 3D sobre o marcador. Este objeto 3D é, então, redesenhado, criando, assim, a sensação de animação (em nosso exemplo, um movimento circular), como pode ser observado na seqüência representada pela figura 10.

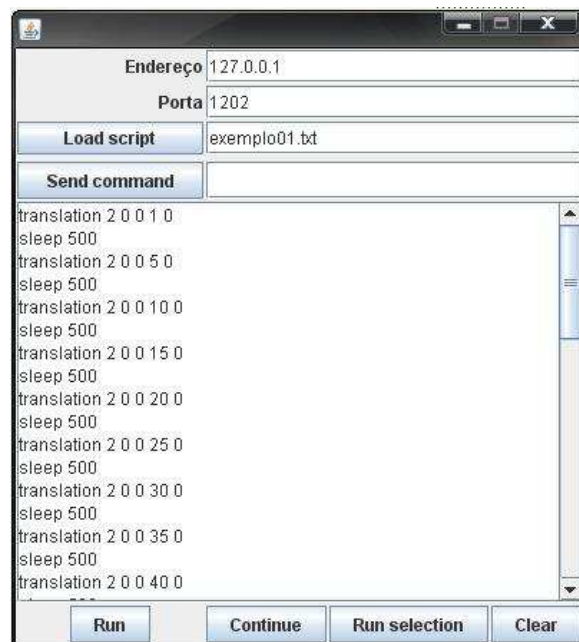


figura 9 – programa responsável pelo envio dos pontos de interpolação

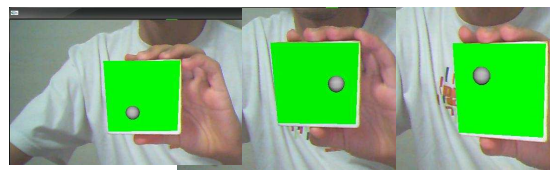


Figura 10 – seqüência mostrando o movimento da esfera 3D em movimento circular

O desenvolvimento desta aplicação possibilita a criação de animação por redesenho de cena virtual, cuja característica era antes obtida apenas pela inserção de movimento intrínseco ao objeto virtual (em código VRML). Além disso, este trabalho também possibilita a experimentação, a partir da criação do movimento do objeto virtual em trajetórias diversas, numa simulação em Realidade Aumentada, a partir da entrada de parâmetros que podem estar diretamente ligados a variáveis recorrentes em ambientes de experimentação físicos (laboratórios clássicos).

6. Desafios e Cenários de Experimento

As aplicações foram desenvolvidas, levando-se em conta a necessidade de interação em rede, afim de que a experiência educacional à distância fosse maximizada. Assim, podem-se observar duas possibilidades de cenários de interação: o primeiro em que o professor realiza o experimento e alunos

participam como espectadores, podendo interagir com o professor através da fala (com sistemas de comunicação voip, tal como o *skype*) [10]. Os alunos podem observar, na tela de seus computadores, o que acontece com o objeto virtual, de acordo com os parâmetros definidos na elaboração do programa submetido ao interpretador. A outra possibilidade é a da interação direta e colaborativa entre os alunos que, em grupo, podem realizar determinado experimento sob a observação do professor, permitindo-o analisar os resultados e interagir com os mesmos sistemas de comunicação por voz sobre IP. Estas possibilidades de interação remota são oferecidas pelo SACRA, que permite a comunicação em rede, com a transmissão de informações de um para muitos ou de muitos para muitos.

Os trabalhos futuros nesta mesma linha de pesquisa incluem a implementação de um ambiente otimizado de laboratório virtual, onde a interface com o usuário seja mais adequada e as atividades colaborativas à distância priorizadas. Para isso, pretende-se utilizar ainda o software SACRA como base para novas implementações. É necessária, ainda, uma avaliação prática do sistema de laboratório a ser desenvolvido, afim de que se observe a real capacidade de experimentação e a potencialidade de auxílio à educação preliminarmente avaliadas como bastante positivas.

7. Conclusão

Sabe-se que a ampliação dos aspectos sensoriais do material didático, pelo acréscimo de som e animação pode ser muito positiva quanto à manutenção do interesse [11] do aluno para com o material estudado. A RA extrapola este enriquecimento do material didático, permitindo a interação tangível, onde o aluno pode ser autor de seu próprio conhecimento, a medida em que exercita diretamente nos objetos virtuais a sua experimentação. Assim sendo, observa-se que o desenvolvimento de uma aplicação de simulação de laboratório, onde seja dada ao aluno a mesma possibilidade de experimentação dos conteúdos teóricos vistos, ainda que ele não esteja no ambiente físico acadêmico, é de grande relevância.

A realidade aumentada, neste trabalho, mais que uma técnica acadêmica, que pode ser entendida como uma alternativa prática para alcançarmos, ainda que em discreta parcela de colaboração, uma postura social mais igualitária, onde todos tenham direito de acesso à informação de maneira irrestrita.

8. Referências

- [1] C. Kirner, R. Tori, **Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade**. In: Cláudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). **Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências**. 1ed. São Paulo, 2004, v.1, p. 3-20.
- [2] Blender Home Page, < <http://www.blender.org/cms/Home.2.0.html> > Acesso em: novembro de 2005.
- [3] ARToolKit Home Page, < <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>> Acesso em: novembro de 2005.
- [4] SANTIN, Rafael. **SACRA - Sistema de Autoria Em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada**. Piracicaba: UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, 2008. 125p. Dissertação – Mestrado em Ciência da Computação, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza.
- [5] FILHOAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. **Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas, 2005**. Biblioteca SciELO – Scientific Electronic Library Online. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442003000300002> Acesso em set. 2008
- [6] NEDIC, Zorrica; MACHOTKA, Jan; NAFALSKI, Andrew. **Remote Laboratories Versus Virtual and Real Laboratories**. In 33^a IEEE Frontiers in Education Conference, 2003.
- [7] Laboratório virtual da Universidade de Utah. Disponível em: < <http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction/> > Acesso em Set. 2008
- [8] cave da UNICSUL. Disponível em: < <http://hermes.ucs.br/pesq/ntav/ntavpocketcave/> > Acesso em Set. 2008
- [9] FORTE, Cleberson et al. **LIDRA – Livro Didático com Realidade Aumentada. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2005, Brasília-DF
- [10] Skype Home Page < <http://www.skype.com/intl/pt/> > Acesso em Set. 2008
- [11] L. M. R. Tarouco, et al. **Jogos Educacionais**. Disponível em: < <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/mar2004/artigos/30-jogoseducacionis.pdf> > Acessado em: maio de 2006.