

SABERLÂNDIA: PLATAFORMA LÚDICA INTEGRANDO ROBÓTICA E MULTIMÍDIA PARA EDUCAÇÃO

Ivete Martins Pinto¹
Silvia Costa Botelho²
Rodrigo Chaves de Souza³
Thiago Sonogo Goulart^{4,2}
Rafael Colares²
Raphael Leite Campos²

GT 2 - Jogos eletrônicos e educação

RESUMO

Este artigo apresenta o Projeto SABERLÂNDIA. Tal projeto prevê o desenvolvimento de jogos educacionais tendo como focos principais: i. o desenvolvimento de sistemas de autoria que estimulem a construção do conhecimento, de forma lúdica, propiciando aos diferentes atores (professores, aprendizes) atuarem como autor no desenvolvimento destes jogos; ii. a utilização de recursos multimídias como motivação, fazendo uso de recursos de Realidade Virtual e Robótica. Propõem-se disponibilizar uma plataforma, que a partir de contextos e conteúdos fornecidos pelos usuários, permita geração automática de jogos de ação. Técnicas de planificação associadas à IA são utilizadas para gerar a seqüenciabilidade do jogo, utilizando-se o formalismo STRIPS para definição genérica das possíveis ações permitidas, definidas pelo usuário. O roteiro e conteúdos, fornecidos pelo autor, são então inseridos de forma automática no plano do jogo. Um conjunto de cenários pré-disponíveis, armazenados em uma biblioteca de cenários e personagens, são reproduzidos de forma virtual (com visualização 3D) e em maquetes. Os personagens também são disponibilizados de forma virtual e através de sistemas robóticos, em kit fornecido. Habilidades necessárias à jogabilidade são adquiridas através de atividades de motricidade associadas ao sistema robótico. O sistema utiliza a engine do jogo Quake, encontrando-se em fase de finalização.

Palavras-chave: jogos eletrônicos, jogos educacionais, robótica, técnicas de IA, sistemas de

1. Introdução

Conceber a aprendizagem como um processo de interação em que todos participam, trocam e compartilham conhecimentos é um dos caminhos para substituir a concepção de transmissão do conhecimento, na qual os conhecimentos são apresentados pelo professor, cabendo aos alunos a recepção passiva. A troca por uma concepção mais dinâmica, na qual os conhecimentos são socialmente (re)construídos, conduzirá à uma interação que não é senão uma nova maneira de descrever o que se passa na história de um sujeito, entre ele e o mundo, é a própria dinâmica da aprendizagem (Merieu, 1998, p. 57).

As atividades lúdicas estimulam a curiosidade, a autoconfiança, o potencial criador e a autonomia, proporcionando o desenvolvimento da linguagem, do pensamento, da concentração e atenção, exercendo assim, função educativa.

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

² Curso de Engenharia de Computação

³ Universidade Federal do Rio Grande – FURG

⁴ Curso de Engenharia de Computação

Os jogos educativos são atividades lúdicas que possuem objetivos pedagógicos especializados para o desenvolvimento do raciocínio e aprendizado de crianças e adultos. Por divertir e motivar, os jogos facilitam a aprendizagem, retêm a atenção e o interesse no que se pretende ensinar e exercitam as funções mentais e intelectuais dos jogadores. Se convenientemente planejados são um recurso pedagógico eficaz para a construção do conhecimento.

O uso de recursos tecnológicos, dentre eles o computador e a Internet, podem vir a potencializar os aspectos acima descritos, produzindo jogos eletrônicos educativos, sempre que atrelado a princípios teórico-metodológicos claros e bem fundamentados.

O presente trabalho visa apresentar um sistema baseado em técnicas de planificação associadas à Inteligência Artificial (IA) para a autoria de jogos eletrônicos educacionais onde, a partir do roteiro definido pelo usuário, o jogo é gerado de forma automática. Além de o sistema oferecer aos educadores e educandos a oportunidade de interagir num ambiente lúdico, flexível e dinâmico, propõe-se também neste artigo combinar a motivação associada a jogos de ação/estratégia com diferentes recursos tecnológicos como a Realidade Virtual e a Robótica.

A proposta está sendo implementada no projeto SABERLÂNDIA, atualmente financiada pela FINEP, através do Edital FINEP/MCT/MEC para desenvolvimento de jogos educacionais para o ensino fundamental.

As principais características deste sistema são: a possibilidade dos atores envolvidos serem “autores” dos desafios e jogos envolvidos; a possibilidade de utilização colaborativa do ambiente de aprendizado; e a utilização de diferentes mídias integrando recursos de realidade virtual e robótica; com portabilidade para diferentes tipos e custos de máquinas.

Neste enfoque, a proposta propicia a criação de jogos de aventura em terceira pessoa, onde o roteiro do jogo possa ser fornecido pelos usuários. Associado ao roteiro professores e alunos poderão criar situações problemas, cenários e personagens de acordo com a realidade das crianças envolvidas, além da possibilidade de serem compartilhados de forma remota entre diferentes grupos. Crê-se que através da interação aluno/aluno, aluno/professor e professor/professor, a educação pode ser transformada em um processo dinâmico, motivador e significativo.

Em sua primeira versão, a plataforma será validada em algumas escolas do ensino fundamental da cidade de Rio Grande.

A seguir contextualiza-se a proposta, seguida pela apresentação da arquitetura do sistema desenvolvido, seu estado atual de desenvolvimento, conclusões e trabalhos futuros.

2. Contextualização

As tecnologias da informação e comunicação, especialmente o computador, propiciam a transformação dos mais diversos setores da sociedade. A inserção da tecnologia computacional na educação tem sido alvo de muitas pesquisas (Lévy, 1995, 1999; Fagundes et al, 1999; Mantoan et al, 1999; D'Abreu e Chella, 2001; Palloff e Pratt, 2002; Ramal, 2002; Behar et al, 2005; etc...), evoluindo desde a introdução dos laboratórios de informática nas escolas, desenvolvimento de softwares educacionais, ambientes de ensino na Web, sistemas de autoria e tutores inteligentes, robótica pedagógica, realidade virtual e jogos educativos.

Apesar de algumas limitações, a escola busca acompanhar os avanços tecnológicos, em sintonia com os processos de transformação da sociedade em meio a essas demandas. A utilização dos computadores e da Internet permitem a criação de ambientes de aprendizagem que possibilitam novas formas de pensar e aprender, favorecendo a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de processos metacognitivos levando os alunos a aprender a aprender.

Os jogos educacionais, se convenientemente planejados, são um recurso pedagógico eficaz para a construção do conhecimento. Segundo Vygotsky (1984), o brinquedo estimula a curiosidade e a autoconfiança, proporcionando desenvolvimento da linguagem, do pensamento, da concentração e da atenção; através do brinquedo a criança aprende a agir numa esfera cognitivista, habilitando-se a escolher suas próprias ações.

Nesta perspectiva, salienta-se a importância do jogo para o desenvolvimento de crianças e adolescentes, como uma atividade que envolve aspectos lúdicos, intelectuais, afetivos e sociais. Além disso, os jogos educacionais podem ser utilizados pra introduzir e aprofundar conteúdos e, se desenvolvidos considerando-se os pressupostos pedagógicos adequados, podem se apresentar como motivadores e facilitadores na construção do conhecimento.

3 SABERLÂNDIA como sistema de Autoria

Ao enfocar o uso de sistemas computacionais no desenvolvimento de jogos, destaca-se a possibilidade de potencialização do desenvolvimento de situações significativas, levantamento de hipóteses e a reconstrução de conceitos, bem como da interação dos usuários em ambientes virtuais de aprendizagem.

Sob essa ótica, a construção dos conhecimentos é um processo em que o sujeito elabora os significados e não simplesmente os assimila, construindo o caminho específico de sua evolução (D'Ambrosio, 1986, p. 14). Neste caminho, não existem estruturas rígidas e únicas de desenvolvimento pré-fixadas, o que existem são caminhos individuais e coletivos que se pretende alcançar. Caminhos estes associados às experiências dos atores, as suas vivências e expectativas.

Esta proposta busca desenvolver um sistema de autoria de jogos educacionais voltados ao ensino fundamental, tendo como principais premissas a motivação no processo de ensino e aprendizagem, o tratamento do erro como parte desse processo, e a interdisciplinaridade.

Estas diretrizes conduzirão a implementação da possibilidade de autoria, a partir da concepção professor e mesmo dos próprios alunos, os quais definem o cenário, os personagens e o roteiro; tudo isso aliado à utilização de recursos tecnológicos diversos.

As ferramentas de autoria se caracterizam por permitirem aos seus usuários que estes criem suas próprias produções. Tais sistemas devem ser de fácil operação, não necessitando de profundos conhecimentos de programação (Valle Filho et al, 2000). Também a utilização de ferramentas de autoria para o desenvolvimento de jogos apresenta-se como uma alternativa para diminuir o custo, o tempo e a dependência em relação aos conhecimentos específicos em computação que seriam necessários para sua criação.

4 SABERLÂNDIA e os recursos tecnológicos

No sistema proposto, os recursos tecnológicos serão disponibilizados como ferramentas didático-pedagógicas. O termo SABERLANDIA é entendido como uma situação onde se propicia a criação dos seus próprios saberes, de explicação, reformulação, de criação de 'teorias' através da ação, da operação e mesmo da construção de sistemas simbólicos diferenciados.

Entendemos tal proposta como um sistema cognitivo, considerando os sujeitos em atividade cognitiva na interação uns com os outros e com as tecnologias disponíveis. Este será construído na interação entre sujeitos-sujeitos e sujeitos-objetos, transformando-se na medida em que as interações vão ocorrendo, sendo atualizado a cada solução provisória, e sua natureza modificando-se a cada problematização. Da mesma forma os sujeitos são transformados na/pela interação.

Nesta proposta é apresentada a possibilidade da autoria, sendo que no jogo, podem ser acoplados sistemas robóticos, que visam reproduzir em um tabuleiro as ações do avatar além dos recursos multimídia. Dessa forma é disponibilizada uma diversidade de mídias (som, vídeo, sistemas robóticos,...) que privilegiam não só o acesso à informação, mas também a troca e o compartilhamento de idéias e ações, conduzindo a educação a um processo cognitivo, abrangente e transdisciplinar.

5. A Arquitetura SABERLÂNDIA

Busca-se desenvolver um jogo de aventura em terceira pessoa que permita a criação de roteiros que envolvam situações virtuais e reais, onde avatares/robôs devem procurar/resgatar elementos dispostos em diferentes regiões do cenário desenvolvido. De acordo com o roteiro criado, os personagens explorarão tais cenários de forma virtual, movimentando-se através de ambiente 3D ou real, através da navegação teleoperada pelo computador, e dos veículos robóticos pelas maquetes desenvolvidas.

Tal dinâmica é implementada em uma plataforma multi-tecnológica, onde a partir de cenários e personagens adequados à realidade dos grupos, utilizam-se situações problema como ferramentas pedagógicas de ensino colaborativo. O sistema SABERLÂNDIA foi dividido em três módulos principais: o módulo de Autoria, módulo

Jogo, e o módulo Recursos Multi-Tecnológicos. A seguir detalham-se as características associadas a cada um destes módulos.

Módulo Autoria:

O módulo autoria é responsável por permitir a criação de diferentes cenários e personagens, bem como diferentes roteiros e conteúdos associados às características do grupo e conhecimentos a serem trabalhados. O módulo é composto de dois principais blocos: *i.* o editor de jogo e *ii.* a biblioteca de elementos

Neste módulo será disponibilizada uma biblioteca virtual com objetos em 3D, tais como casas, ruas, relevos, rios, etc, permitindo compor diferentes cenários. Um conjunto de personagens virtuais também será disponibilizado, desde elementos mais genéricos como meninos e meninas, passando por animais, personagens de lendas, etc...

De posse da biblioteca virtual, figuras representativas dos cenários e personagens poderão ser impressas (via impressora comum) e anexadas às maquetes de elementos de cenários e sistemas robóticos entregues através de kit. As figuras poderão ser facilmente anexadas, recolocadas e retiradas das maquetes e sistemas robóticos.

Além de um jogo-modelo completo acompanhar a Plataforma SABERLÂNDIA, são disponibilizadas ferramentas de edição que permitem ao usuário a criação de seus próprios modelos.

O sistema de edição é baseado na biblioteca de código aberto *Radiant*, utilizado pela *Id Software* na criação do jogo *Quake*. Este *software* permite a criação de *brushes*, os quais são objetos tridimensionais simplificados, ideais para criação de paredes e demais objetos que possuam formas geométricas primitivas. Neste mesmo programa é possível a aplicação de texturas sobre a superfície destes *brushes*, seu mapeamento, a iluminação do cenário e a inserção de pontos específicos de materialização dos personagens no jogo.

Por meio da utilização de *scripts*, é possível a criação do *skybox*, o qual é composto por texturas especiais aplicadas sobre as superfícies de um cubo que envolve o cenário, este cubo dará origem a atmosfera do jogo. Com esta aplicação eliminam-se os ângulos de noventa graus do cubo, dando a sensação de ausência das paredes que limitam o mapa e meio grau de realismo. A utilização de *scripts* permite também a criação de efeitos como: texturas com diversos graus de transparência, chamadas de *Alpha Channel*; a criação de água, onde os *brushes* terão propriedades de penetração e densidade; água corrente e movimento de fogo e fumaça.

Para criação de objetos mais complexos, com formas orgânicas, como avatares, terrenos, carros ou árvores, é requerida a utilização de softwares de modelagem profissionais, envolvendo maior complexidade na manipulação. A fim de que, professores e estudantes, não estivessem privados do uso destes objetos, foi criado

um banco de objetos modelados em *low-poly* (modelos com menor número de polígonos) e texturizados com mapeamento UVW. Desta forma, ao criarem seus mapas os usuários poderão simplesmente agregar estes elementos importando-os para seu cenário.

Para melhor manipulação nas escolas das ferramentas de criação de jogos na Plataforma Saberlândia, foi realizada a tradução do software *Radiant* do idioma inglês para o português, bem como, a criação de um completo manual de uso. Também serão ofertados cursos de capacitação, pela equipe de desenvolvimento, destinados a professores da rede municipal de ensino do município de Rio Grande/RS.

Módulo Jogo:



Figura 1. Cenários do jogo

Para o desenvolvimento de jogos educacionais é preciso pensar um tema a ser proposto, objetivos a serem alcançados e de que forma vamos organizar este material, escolher e produzir imagens, além de selecionar mídias a serem utilizadas no projeto e, realizar o planejamento. Os jogos são definidos por três partes básicas em seus programas: roteiro, motor e interface interativa.

O roteiro determina o tema, o(s) objetivo(s) do jogo, definindo as ações possíveis e os pré-requisitos necessários para realização das mesmas. A definição do roteiro não envolve só criatividade e pesquisa sobre o assunto, mas também a interação com pedagogos, psicólogos e especialistas no assunto a ser focado pelo jogo.

O motor do jogo é seu sistema de controle, o mecanismo que controla a reação do jogo em função de uma ação do usuário. A implementação do motor envolve diversos aspectos computacionais, tais como, a escolha apropriada da linguagem de programação em função de sua facilidade de uso e portabilidade, o desenvolvimento de algoritmos específicos, o tipo de interface com o usuário, etc.

A interface interativa controla a comunicação entre o motor e o usuário, reportando graficamente um novo estado do jogo.

O módulo Jogo é responsável pelo controle e realização do jogo, incorporando conceitos pedagógicos à plataforma. De forma mais precisa, o módulo é responsável pelas seguintes atividades:

- geração da seqüência de ações (roteiro) que conduzirão a uma ordem de sucessivos eventos que deverão ser alcançados pelo jogador, fornecendo um novo roteiro a cada partida.
- controle da evolução do jogo, de acordo com o roteiro definido pelo autor;
- renderização e visualização de sistema 3D onde, a partir do cenário e personagens estabelecidos pela autoria, seja permitida a evolução do jogo.

Neste trabalho, os espaços virtuais por onde se desenvolve o jogo são chamados de mapas, sendo gerado um grafo para cada mapa, onde os eventos representam ações a serem executadas pelo jogador, e os nodos representam cada subárea do mapa, que pode ser separada das demais através de “portas” ou qualquer tipo de barreira. Todos os objetos dos quais dependem os eventos devem estar incluídos nos mapas. Assim podem ser determinados os roteiros possíveis.

Para gerar os diferentes roteiros, o sistema SABERLÂNDIA é implementado a partir de técnicas de Inteligência Artificial. Utiliza-se o formalismo STRIPS, onde os diferentes elementos possuem atributos que são modificados por ações. Tais ações apresentam pré-condições para serem aplicadas e desencadeiam efeitos no mundo. Este planejador tem como principal função gerar todas as seqüências de ações e restrições possíveis para a evolução do jogo, a partir de uma análise dos modelos e estruturas do mapa.

O motor do jogo é o mecanismo que controla a reação do jogo em função de uma ação do usuário.

O editor de mapas (*Radiant*) está sendo modificado para tornar mais fácil a inserção de conteúdo e a construção dos elementos personalizados que podem ser colocados em um mapa.

O SABERLÂNDIA utiliza como base o jogo *Quake 3: Arena* [____]. Tal jogo teve seu código-fonte liberado pela desenvolvedora *Id Software* [____] sob licença GPL [____], e já inclui recursos importantes de computação como renderização de cenas e comunicação em rede para jogos com mais de um jogador. Assim, é possível incluir acesso a elementos robóticos e interação com o ambiente.

O principal objetivo da *Engine* Saberlândia é gerenciar as diversas possibilidades de interação com o ambiente, de forma a seguir estritamente a dinâmica gerada pelo planejador. É também responsável por gerenciar os conteúdos que foram inseridos pelo educador e apresentá-los ao jogador de uma forma que estes não possam ser simplesmente ignorados, e sim que sejam parte fundamental da estrutura do jogo.

Outra função importante desta *Engine* é apresentar uma interface amigável ao jogador, com informações como inventário de itens, e alguns tipos de animações para tornar o jogo mais atrativo.

Módulo Recursos Multi-Tecnológicos:

Uma série de recursos multi-tecnológicos estão presentes, tais como:

- possibilidade de inclusão de vídeos, imagens e sons nos ambientes, retratando, inclusive, em tempo real a situação dos participantes,
- desenvolvimento de sistemas robóticos de baixo custo, composto de pequenos veículos teleoperados, que permitem modificações de layout. Estes deverão possuir sistema básico de percepção.
- desenvolvimento de maquetes compostas de diferentes blocos cujo layout possa ser modificado
- sistema para a comunicação entre o jogo virtual e o sistema robótico;

Os elementos robóticos utilizados são construídos a baixo custo utilizando a plataforma móvel FURGBOL [___]. Tais robôs móveis representam em tabuleiro o movimento dos personagens no jogo virtual.

SABERLÂNDIA apresenta-se como um jogo de ação onde o objetivo principal é fazer com que o jogador explore os vários ambientes existentes em busca de um objetivo, que é determinado por um enredo criado especificamente para utilizar vários elementos existentes no mapa. Diferentes tramas podem ser criadas.

Para avançar no jogo, o jogador deve seguir uma ordem específica de interações com objetos do ambiente, liberando assim ações que antes não seriam possíveis. As interações ocorrem da seguinte forma: enquanto move-se livremente pelos locais acessíveis do mapa, o jogador é sinalizado na tela ao encontrar um objeto com o qual pode executar alguma ação; ao interagir, é mostrado um desafio que deve ser superado para possibilitar o avanço. Os desafios são perguntas inseridas no jogo pelos próprios professores, e podem ser apresentadas em forma de questões de múltipla escolha, para facilitar a "comunicação" entre o aluno e o computador, ou através de respostas discursivas.

Após concluir o cronograma de desafios de um determinado ambiente o jogador poderá avançar para o próximo ambiente, que contará com uma temática diferente dos demais, mas sem desviar o foco do objetivo principal.

Inserir os desafios dentro do jogo é uma tarefa simples, pois não é requisito que os educadores possuam conhecimento técnico para fazer as mudanças no jogo. Isso pode ser feito apenas editando um arquivo de texto que é lido quando o sistema inicia, tornando a modificação do banco de desafios bastante acessível. Por este mesmo motivo, qualquer outra modificação mais profunda em algum aspecto do jogo deverá ser feita por algum desenvolvedor do sistema.

Na figura 1 podem-se ver alguns dos cenários disponíveis na versão atual da plataforma.

6. Conclusão e trabalhos futuros

Face às mudanças no paradigma pedagógico e à evolução das tecnologias, tais como o computador e a *Internet*, os professores podem fazer uso de recursos que extrapolam a visão tradicional e os métodos meramente discursivos no processo de ensino-aprendizagem. Assim, os jogos educacionais se configuram num recurso motivador tanto para o professor como para o aluno, como uma ferramenta complementar na construção do conhecimento, chegando à sala de aula.

A possibilidade de autoria de jogos educacionais, de forma fácil, sem que seja necessário um conhecimento aprofundado em computação, pode fazer com que professores e pedagogos se interessem pelo desenvolvimento de jogos educacionais, e passem a utilizar este recurso lúdico em sua sala de aula. Desta forma, acredita-se que, aos poucos, esse tipo de software educacional terá sua qualidade ampliada, no que diz respeito tanto ao seu caráter pedagógico, quanto de design e programação.

Para o desenvolvimento de jogos educacionais deve-se considerar o tema a ser proposto, objetivos a serem alcançados e de que forma este material deve ser organizado. Também é necessário escolher e produzir imagens, além de selecionar mídias a serem utilizadas no projeto e realizar o planejamento.

Neste artigo apresentou-se o desenvolvimento do Sistema SABERLANDIA que, baseado nas premissas acima descritas, possibilita o desenvolvimento de jogos educacionais que integrem várias mídias em um ambiente virtual de aprendizagem. Foi apresentada a arquitetura do sistema, bem como o estado atual da implementação, realizada a partir do jogo *QUAKE*.

O sistema permite ao professor mudar o jogo para relacioná-lo com diversas disciplinas, possibilitando que novos desafios sejam propostos.

Referências

- ____ FURGBOL. Disponível em <http://www.ee.furg.br/~furgbol/>, acessado em jun. 2008
- ____ GNU General Public License, Free Software Foundation. Disponível em <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>, acessado em jun. 2008.
- ____ ID SOFTWARE, Game Developer. Disponível em <http://www.idsoftware.com/>, acessado em jun. 2008.
- ____ *QUAKE 3: Arena*, Id Software, 1999. Disponível em <http://www.idsoftware.com/games/quake/quake3-arena/>, acessado em jun. 2008.
- BEHAR, P. et al. Projeto ROODA : **a construção de um ambiente para EAD baseado em Software Livre**. Disponível em <http://www.nuted.edu.ufrgs.br/biblioteca/arquivo.php?arg=37>, acessado em jul. 2005
- D'ABREU, J. V. V., Chella, M. T. **Ambiente Colaborativo de Aprendizagem a Distância Baseado no Controle de Dispositivos Robóticos**. In: XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE2001, Universidade Federal de Espírito Santo – UFES, Vitória – ES. Anais.... . 2001.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da Realidade à Ação: reflexões sobre educação e Matemática**. 2ªed. São Paulo: Summus, 1986.

- FAGUNDES, L. C., Sato, L. S. e Maçada, D. L. **Aprendizes do futuro: as inovações começaram!**. Brasília: MEC. 1999.
- LÉVY P. **As Tecnologias da Inteligência - O Futuro do Pensamento na Era da Informática**. Editora 34. Rio de Janeiro. 1995.
- LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34. 1999.
- MANTOAN, M. T. E.; Stegun, M. C, B.; Baranauskas, M. C. C.; Barcellos, G. C. **O Processo Comunicativo em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Uma Proposta, um Estudo Exploratório**. In: X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE99 “As Novas Linguagens da Tecnologia na Aprendizagem”. Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR Anais... 1999.
- MERIEU, P. **Aprender...Sim, mas como?** Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PALLOFF E PRATT. **Construindo Comunidades de Aprendizagem no Ciberespaço**. Artmed, Porto Alegre. 2002.
- RAMAL, A. C. **Educação na cibercultura: hipertextualidade, leitura, escrita e aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed. 2002.
- SENA, G.; Moura, J. **Jogos eletrônicos e educação: novas formas de aprender**. Disponível em http://www.gamecultura.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=438&Itemid=9, acessado em junho, 2008.
- TAHAN, M. **O homem que calculava**. Rio de Janeiro: Record, 1968.
- VALLE FILHO, A. M. ; SOUZA, P. ; ALVES, J. B. M. ; WAZLAWICK, R. S. ; LUZ, R. P. **Ferramentas de Autoria de Realidade Virtual - um estudo comparativo**. In: VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática, 2000, Buenos Aires. VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Buenos Aires : ICIE 2000, 2000.