

Anselmo Rafael Cukla
Fernanda Pinto Mota

**AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM:
UM ESTUDO PRÁTICO
SOBRE SUAS IMPLICAÇÕES**

São José dos Pinhais

BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA

2024



**Anselmo Rafael Cukla
Fernanda Pinto Mota**



**Ambiente virtual de aprendizagem:
um estudo prático
sobre suas implicações**

**Brazilian Journals Editora
2024**

2024 by **Brazilian Journals Editora**
Copyright © Brazilian Journals Editora
Copyright do Texto © 2024 Os Autores
Copyright da Edição © 2024 Brazilian Journals Editora
Diagramação: Lorena Fernandes Simoni
Edição de Arte: Lorena Fernandes Simoni
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:

Prof^a. Dr^a. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil

Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil

Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Prof^a. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil

Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal

Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil

Prof^a. Dr^a. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Prof^a. Dr^a. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Prof^a. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil

Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Prof^a. Dr^a. Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof^a. Dr^a. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil

Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia

Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil

Prof^a. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof^a. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil



Ano 2024

Prof^a. Dr^a. Alexandra Ferronato Beatrice - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Msc. Caroline Gomes Macedo - Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil
Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil
Prof^a. Msc. Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Msc. Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil
Prof^a. Dr^a. Gabrielle de Souza Rocha - Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Helder Antônio da Silva, Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Brasil
Prof^a. Esp. Lida Graciela Valenzuela de Brull - Universidad Nacional de Pilar, Paraguai
Prof^a. Dr^a. Jane Marlei Boeira - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Dr^a. Carolina de Castro Nadaf Leal - Universidade Estácio de Sá, Brasil
Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes - Universidade do Vale do Rio do Sino, Brasil
Prof. Dr. Richard Silva Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Brasil
Prof^a. Dr^a. Ana Lídia Tonani Tolfo - Centro Universitário de Rio Preto, Brasil
Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lacerda - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
Prof. Dr. Wagner Corsino Enedino - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
Prof^a. Msc. Scheila Daiana Severo Hollveg - Universidade Franciscana, Brasil
Prof. Dr. José Alberto Yemal - Universidade Paulista, Brasil
Prof^a. Dr^a. Adriana Estela Sanjuan Montebello - Universidade Federal de São Carlos, Brasil
Prof^a. Msc. Onofre Vargas Júnior - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia da Silva Oliveira - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
Prof^a. Dr^a. Leticia Dias Lima Jedlicka - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
Prof^a. Dr^a. Joseina Moutinho Tavares - Instituto Federal da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Paulo Henrique de Miranda Montenegro - Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof. Dr. Claudinei de Souza Guimarães - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Prof^a. Dr^a. Christiane Saraiva Ogradowski - Universidade Federal do Rio Grande, Brasil
Prof^a. Dr^a. Celeide Pereira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof^a. Msc. Alexandra da Rocha Gomes - Centro Universitário Unifacvest, Brasil
Prof^a. Dr^a. Djanavia Azevêdo da Luz - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Dr. Eduardo Dória Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
Prof^a. Msc. Juliane de Almeida Lira - Faculdade de Itaituba, Brasil



Ano 2024

Prof. Dr. Luiz Antonio Souza de Araujo - Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon - Universidade Estadual de Maringá, Brasil
Prof^a. Dr^a. Rejane Marie Barbosa Davim - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
Prof. Msc. Salvador Viana Gomes Junior - Universidade Potiguar, Brasil
Prof. Dr. Caio Marcio Barros de Oliveira - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil
Prof^a. Dr^a. Ercilia de Stefano - Universidade Federal Fluminense, Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ambiente virtual de aprendizagem: um estudo prático sobre suas implicações / Anselmo Rafael Cukla; Fernanda Pinto Mota. -- São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui: Bibliografia

ISBN: 978-65-6016-048-4

1. Matemática. 2. Aprendizagem. 3. Educação

I. Cukla, Anselmo Rafael. II. Mota, Fernanda Pinto.

24-210475

CDD-371.35

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br



Ano 2024

APRESENTAÇÃO

Sejam bem-vindos ao livro “Ambiente virtual de aprendizagem: um estudo prático sobre suas implicações”, os capítulos aqui apresentados, farão com que mergulhemos em um mundo de inovação educacional, explorando uma série de temas que abordam desde ambientes de aprendizagem até a imersão colaborativa na educação. Vamos nos aprofundar em estudos e práticas que visam enriquecer a experiência de aprendizagem, tanto em contextos presenciais quanto à distância.

Imagine um ambiente onde teoria e prática se fundem de maneira harmoniosa. O ADA-TOPOBO é um exemplo disso, integrando kits educacionais para promover uma aprendizagem mais envolvente e holística. Vamos explorar como essa abordagem tem impactado o processo de ensino e aprendizagem.

O ensino à distância tem se tornado cada vez mais comum, e plataformas como o SLOODLE estão desempenhando um papel crucial nessa transição. Vamos analisar um caso de uso específico desta plataforma e como ela tem sido eficaz na promoção da interação e do engajamento dos alunos em ambientes remotos.

A imersão é fundamental para uma aprendizagem significativa, e quando combinada com a colaboração, pode gerar resultados ainda mais poderosos. Vamos explorar um modelo de classificação para imersão colaborativa na educação e discutir como diferentes níveis de imersão podem influenciar a eficácia do processo educacional.

Por fim, vamos acompanhar em um estudo prático que utiliza equações diferenciais parciais para analisar a condução de calor em uma barra de cobre. Vamos destacar como essa abordagem prática pode enriquecer a compreensão teórica dos conceitos matemáticos envolvidos e inspirar uma aprendizagem mais contextualizada.

Em conclusão, espero que esta jornada tenha proporcionado uma visão abrangente e inspiradora sobre os diversos aspectos dos ambientes de aprendizagem e imersão na educação. Vamos continuar explorando novas formas de promover uma aprendizagem significativa e engajadora para todos os alunos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADA-TOPOBO: UM AMBIENTE DUAL DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO KITS EDUCACIONAIS	
Fernanda P. Mota	
Iverton Santos	
Vagner da Rosa	
Marcos Amaral	
Sílvia S.C. Botelho	
Anselmo Rafael Cukla	
DOI: 10.35587/brj.ed.0002453	
CAPÍTULO 2	15
UM CASO DE USO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (SLOODLE) NO ENSINO À DISTÂNCIA	
Fernanda Pinto Mota	
Anselmo Rafael Cukla	
DOI: 10.35587/brj.ed.0002454	
CAPÍTULO 3	29
IMERSÃO COLABORATIVA NA EDUCAÇÃO: UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO	
Fernanda Pinto Mota	
Anselmo Rafael Cukla	
DOI: 10.35587/brj.ed.0002455	
CAPÍTULO 4	41
UMA ARQUITETURA PARA VALIDAÇÃO DO USO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SLOODLE NO ENSINO À DISTÂNCIA	
Fernanda Pinto Mota	
Anselmo Rafael Cukla	
Marcelo Lacortt	
DOI: 10.35587/brj.ed.0002456	
CAPÍTULO 5	54
ESTUDO PRÁTICO EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS ATRAVÉS DA CONDUÇÃO DE CALOR PARA UMA BARRA DE COBRE	
Anselmo Rafael Cukla	
Gustavo André Vaccari	
Marcelo Lacortt	
Zequias Ribeiro Montalvam Filho	
Fernanda Pinto Mota	
DOI: 10.35587/brj.ed.0002457	

CAPÍTULO 1

ADA-TOPOBO: UM AMBIENTE DUAL DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO KITS EDUCACIONAIS

Fernanda P. Mota

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Iverton Santos

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Vagner da Rosa

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Marcos Amaral

Av. Roraima nº 1000 Cidade Universitária Bairro – RS, 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

Silvia S.C.Botelho

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Anselmo Rafael Cukla

Departamento de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Instituição: Polícia Militar do Paraná - Batalhão da Polícia Rodoviária
Endereço: Rua Cambará, 167, Centro, Londrina-PR, CEP: 86010-530

RESUMO: O presente trabalho visa disponibilizar um sistema computacional, o qual permite a representação virtual de robôs do kit Topobo em Realidade Dual. O objetivo é proporcionar o mapeamento dos movimentos associados ao robô simulado para um correspondente físico e vice-versa. Tal sistema possibilita ainda a representação computacional de elementos como as conexões, sensoriamento e acionamento do kit.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica; Topobo; Simulação computacional.

ABSTRACT: The present work aims to provide a computational system that allows the representation of robots of Topobo kit virtually in a Dual Reality fashion. The goal is to provide a way so that the movements associated with the virtual robot can be mapped into a corresponding physical and vice versa. This system also allows the computational representation of elements such as connections, sensing and actuation kit.

KEYWORDS: Robotics; Topobo; Computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, avanços nas áreas de computação gráfica e simulação de sistemas vem permitindo o desenvolvimento de ambientes virtuais. Dentre as áreas de estudo associadas às interfaces para mundos virtuais, este trabalho focaliza-se na Realidade Virtual (RV). Oriunda inicialmente da Computação Gráfica, a RV congrega tecnologias de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional, buscando recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar esta interação como uma de suas realidades temporais [Sabbadini, et. al., 2006].

Por sua vez, a computação Ubíqua e a Pervasiva congregam novas formas de interação usuário/computador, onde o computador é integrado ao dia-a-dia da sociedade em "qualquer momento" e em "qualquer lugar". A Computação Ubíqua contempla um modelo de computação, no qual o processamento está distribuído por todo o ambiente através de diversos dispositivos heterogêneos [Costa, Yamin and Geyer, 2008].

Mais recentemente, um novo conceito, integrando a realidade virtual e a computação ubíqua surge na literatura, sendo denominada de "Realidade Dual". A mesma é o resultado de uma troca de informações entre o mundo real e o virtual por meio de redes de sensores e atuadores. Segundo Lifton, Paradiso e Joseph [2007], os dois mundos são enriquecidos por sua habilidade de reflexão mútua e convergência de um mundo em outro, embora eles sejam completos.

Neste contexto, os mundos duais são uma interessante forma de contribuição no que se refere ao desenvolvimento de ambientes virtuais direcionados ao auxílio na aprendizagem. Esta é a principal motivação deste trabalho, que utiliza como ferramenta de aprendizagem física o *kit* comercial de robótica educacional Topobo[Raffle, et. al., 2004].

O Topobo é um *kit* de montagem robotizada semelhante ao Lego [Wienczek 1987] e Zoob [Raffle, 2011], o qual inclui componentes ativos (peças motorizadas) e passivos (peças estáticas) desenvolvidos para incentivar as crianças a elaborarem seus próprios brinquedos. O mesmo se destaca dos demais [Wienczek, Henry 1987] [Santin, Mateus; et. AL 2011] por apresentar memória cinética nos seus dispositivos ativos.

Segundo Raffle, Hayes [2003], tecnologias como o Topobo podem ser utilizadas para aplicar os conceitos de robótica na educação e torná-los menos cansativos aos alunos, fazendo com que o ensino/aprendizagem tenha um âmbito mais prático e interativo.

O objetivo deste trabalho é a concepção de um **Ambiente Dual de Aprendizagem** (ADA), o qual é um ambiente de Realidade Dual com base no *kit* Topobo para a utilização dos conceitos duais em ambientes de aprendizagem. Isso torna possível a integração de ambientes virtuais de aprendizado com elementos reais, de forma que o aluno possa interagir com os diferentes meios através de um sistema de fácil usabilidade e compreensão.

Nas próximas seções são abordados mais detalhes no que se refere a esta proposta. Este trabalho está organizado da seguinte forma: A seção 2 descreve os elementos principais do *kit* Topobo; a seção 3 descreve os módulos que foram desenvolvidos para a implementação da proposta; a seção 4 descreve os benefícios e limitações dos recursos. Por fim, a seção 5 descreve as considerações finais e trabalhos futuros.

2. TOPOBO

O *kit* Topobo foi um trabalho de doutorado de Parkes [2004], sendo desenvolvido para a Robótica Educacional que pode ser utilizado por crianças de sete a treze anos de idade.

Em um estudo de caso, o *kit* Topobo foi utilizado em um projeto de interação docente na Universidade Católica do Chile que visa capacitar professores em todo o país, de forma a disponibilizar ferramentas e conhecimentos, para que estes possam ser utilizados em escolas de forma que os alunos aprendam e desenvolvam suas habilidades. Um dos trabalhos realizados neste projeto foi o uso do *kit* na pré-escola do colégio Altamira no Chile em 2010, onde a ideia principal é integrar o material com algumas das classes de tecnologia do primeiro ano, possibilitando o desenvolvimento das habilidades das crianças para resolução de problemas e compreensão em sequências de ações e padrões [Colégio Altamira 2012].

2.1 ASPECTOS ARQUITETURAIS

Em relação aos aspectos arquiteturais, o *kit* Topobo é composto de peças de montagem (classificadas como peças passivas), e de sensores e motores para acionamento (classificados como peças ativas).

2.1.1 Peças Ativas

As peças ativas, demonstradas na Figura 1, possuem memória cinética que possibilita a gravação e repetição de movimentos realizados pelo usuário. Assim, esta característica permite além da concepção de estruturas, a possibilidade dos aprendizes “programarem com as mãos” os movimentos de suas montagens.

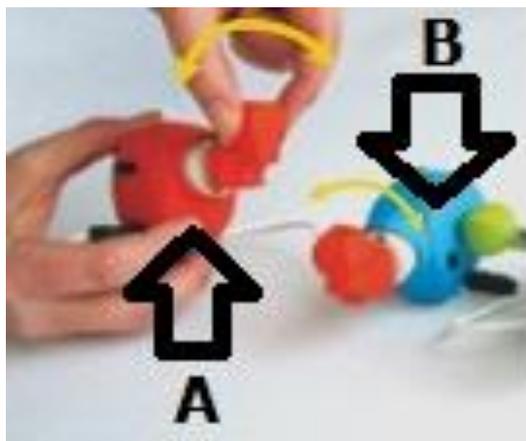
Figura 1: Peça ativa com memória cinética do kit Topobo



Fonte: Esta figura foi adaptada de [Raffle and Parkes (2004)]

Fundamentalmente o *kit* possui três tipos de motores: **Motor “rainha”**, o qual possui memória cinética e quando ligado a outros motores simples permite a replicação de seus movimentos (Figura 2); **Motor comum** que possui movimento independente, mas que quando está conectado à rainha repete seus movimentos; e **Motores com o firmware modificado** (Figura 3) que transmitem as informações dos outros motores para o computador.

Figura 2: Em “A” está representado o motor rainha. Em “B” está representado os motores comuns



Fonte: Esta figura foi adaptada de [Raffle and Parkes (2004)]

Figura 3: Motor com firmware modificado

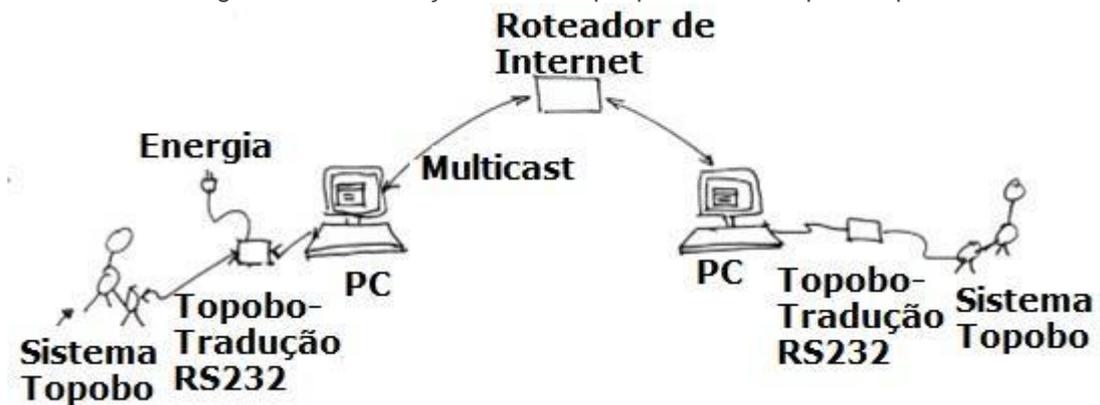


Fonte: Esta figura foi adaptada de [Raffle and Parkes (2004)]

Em especial o motor com firmware modificado é responsável pela troca de informações entre o computador e o motor rainha, e estando ligado ao computador, transmite a este os dados por meio de uma conexão serial;

Outro tipo de comunicação possível, demonstrada na Figura 4, é realizada por meio de uma rede de computadores, de forma que nela cada computador poderia ter um *kit* Topobo conectado. Assim, através do uso do protocolo *multicast* podem-se enviar informações produzidas em um robô Topobo para todos os computadores que estiverem ligados nesta mesma rede. Nesta comunicação os motores são definidos como “mestre” e escravos, ou seja, os motores “escravos” irão repetir os movimentos que o motor “mestre” realizar.

Figura 4: Comunicação em rede que pode ser feita pelo Topobo



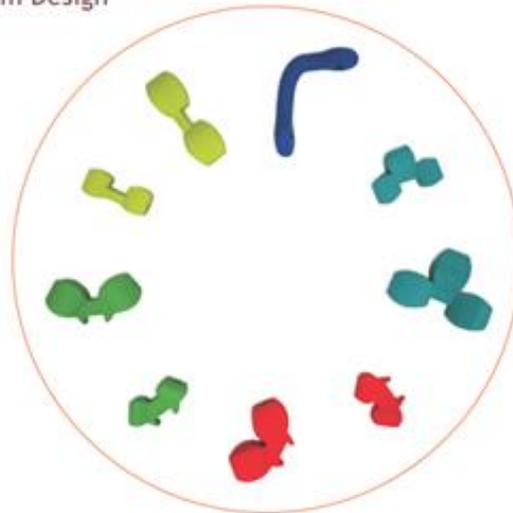
Fonte: Esta figura foi adaptada de [Raffle and Parkes (2004)]

2.1.2 Peças Passivas

Por sua vez, conforme Figura 5, as peças passivas (que não possuem atuadores - motores) são de nove tipos e permitem a construção de vários objetos, com diferentes ângulos entre suas patas, possibilitando construir diferentes criaturas quadrúpedes ou bípedes.

Figura 5: Peças passivas do kit Topobo, adaptada de Raffle and Parkes

System Design



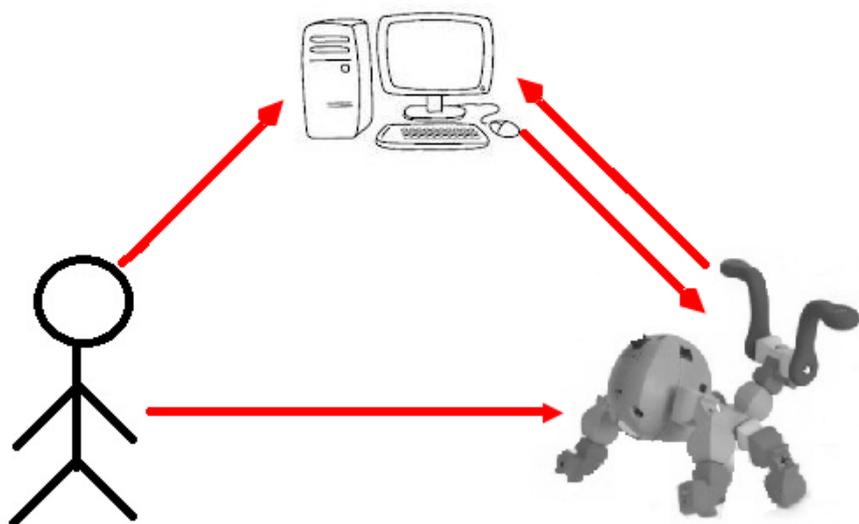
Fonte: Os autores

3. ADA: UM AMBIENTE DUAL DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO O TOPOBO

Nesta seção serão apresentados os elementos que constituem a principal

contribuição deste trabalho que é o Ambiente Dual de Aprendizado (ADA). Este tem por objetivo possibilitar o auxílio pedagógico em diversas atividades de aprendizado motor e intelectual. Através deste, os movimentos realizados no mundo real podem ser replicados no mundo virtual e vice-versa, conforme Figura 6. Este ambiente também possibilita o estudo de lógica de programação, por meio da manipulação dos componentes simulados do Topobo e de sua representação virtual. Para isto, a presente proposta explora as potencialidades do Kit Topobo como uma ferramenta pedagógica e um dispositivo de passagem entre mundos duais.

Figura 6: Ambiente Dual de Aprendizagem, demonstração da interação entre o Topobo real e sua interface virtual



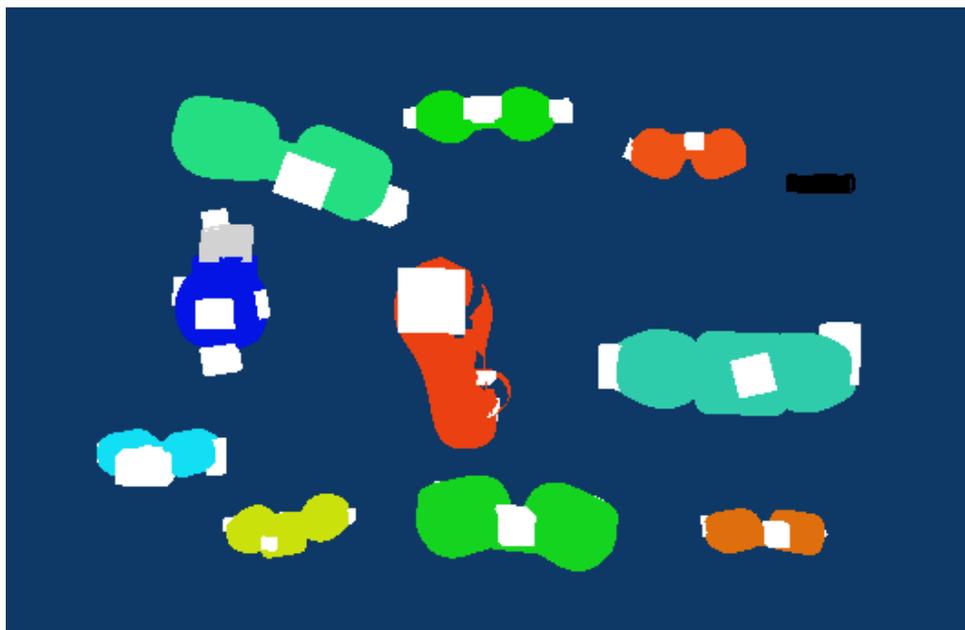
Fonte: Os autores

3.1 ADA: BIBLIOTECA: COMPONENTES COMPUTACIONAIS DE ELEMENTOS REAIS

A biblioteca de componentes ADA-Biblioteca visa modelar computacionalmente a representação gráfica da estrutura, bem como das funcionalidades e conexões de cada um dos componentes do kit Topobo. Deste modo, as peças foram construídas a partir das primitivas em 3D, demonstradas na Figura 7, sendo representadas por um conjunto de elementos principais que são constituídos de vértices e arestas. No que se refere especificamente à edição 3D dos elementos utilizou-se o software Blender,

o qual é um programa de computador de código aberto, desenvolvido pela Blender Foundation, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D, tais como jogos, apresentações e outros, através de seu motor de jogo integrado, o Blender Game Engine [Blender, 2011].

Figura 7: Demonstração das peças em 3D do kit Topobo



Fonte: Os autores

4. RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO

A interface ADA, representada na figura 6, é o elemento crucial da arquitetura proposta, de modo que concentra as abstrações necessárias para a interação usuário-máquina. A mesma foi desenvolvida a partir de três módulos principais: Módulo de Componentes, Módulo de Visualização e Módulo Cross. A seguir são descritas as características e resultados de cada módulo.

Módulo de componentes: consiste na programação em linguagem Python do comportamento inerente ao processamento computacional das possibilidades de interação com cada uma das peças do *kit*, por exemplo, movimentos de rotação, translação, e as diversas conexões possíveis entre as peças. Python é a linguagem de programação utilizada pelo *software* Blender, tendo como principais características uma sintaxe clara e concisa, que favorece a legibilidade do código fonte, tornando a

linguagem mais produtiva. A linguagem inclui diversas estruturas de alto nível (listas, dicionários, e outras). Possui ainda recursos encontrados em outras linguagens modernas, tais como: geradores, introspecção, persistência, metaclasses e unidades de teste. Também é Multiparadigma, ou seja, a linguagem suporta programação modular e funcional, além da orientação a objetos [Borges, Luiz E. 2010].

Módulo de manipulação: este módulo tem por objetivo concentrar em uma representação gráfica a metáfora de utilização de controles remotos, como por exemplo, de televisores (Figura 8). Deste modo, o manuseio das peças fica centralizado em operações de clique sobre os botões destes controles, representando respectivamente as possibilidades de movimento das peças passivas e ativas. Os controles são de dois tipos: o primeiro para os motores, conforme Figura 9, e o segundo para as demais peças, conforme Figura 10.

Figura 8: Módulo de Manipulação



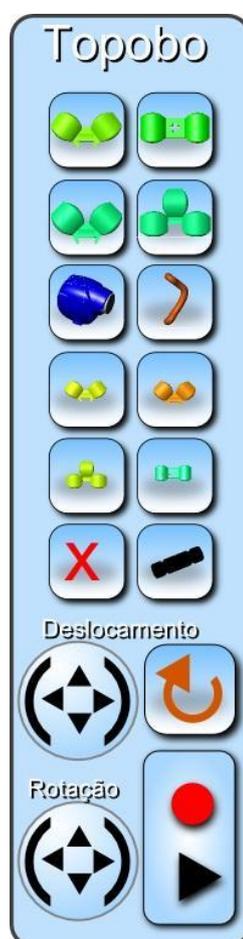
Fonte: Os autores

Figura 9: Controle responsável pela gravação e execução do movimento dos Motores



Fonte: Os autores

Figura 10: Controle responsável pela translação, rotação e posicionamento de todas as peças



Fonte: Os autores

Módulo Cross: responsável por transmitir as informações entre os ambientes real/virtual. Tal processo é estabelecido por meio da obtenção, pela linguagem Java,

dos sinais emitidos pelo motor físico ao movimentá-lo, e após, gravação dos mesmos em um arquivo texto, utilizando um protocolo que indica cada movimento. Deste modo, os dados que foram gravados podem ser acessados e enviados para o motor virtual. O mesmo ocorre com o motor virtual, o qual grava os movimentos que o usuário está fazendo nos controles do módulo de manipulação e é lido pelo motor real para que ele possa simular estes movimentos. Assim, a comunicação é feita, por meio de um serial gateway que permite a transmissão dos dados do motor para o computador (Figura 11).

Figura 11: Comunicação entre o computador e o motor rainha por meio do serial gateway



Fonte: Os autores

A seguir, um exemplo de saída gerada das primitivas do protocolo, pode-se analisar os itens que começam com "**0xd**" (mensagens enviada pela rainha), o próximo valor indica a posição do motor. Por exemplo, a entrada **0xd0x130x1** ([0xd] [0x13] [0x1]) esta é uma mensagem de posição "rainha" [0xd] com o valor [0x13] (valor de rotação do motor que varia de 0 a 255) e viajou 1 byte na rede [0x1] a partir do nó "rainha" para o computador.

Figura 12: Resultado do trecho do código lido de um motor ativo

```
rx: 0x240x1
rx: 0x210x10xc0x00x550x7f0x1
rx: 0xd0x130x1
rx: 0xd0x130x10xd0x120x1
rx: 0xd0x110x10xd0x100x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x100x10xd0x100x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x100x10xd0x110x1
rx: 0xd0x100x10xff0x00x800xd0x100x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x100x10xd0x110x1
rx: 0xd0x110x1
rx: 0xd0x100x10xd0x100x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x100x10xd0x100x1
rx: 0xd0x110x10xd0x100x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x100x10xd0x110x1
rx: 0xd0x100x1
rx: 0xd0x110x10xd0x110x1
rx: 0xd0x110x10xd0x110x1
rx: 0xd0x140x1
rx: 0x2e0x10xd0x180x10xd0x1d0x1
rx: 0xd0x230x1
```

Fonte: Os autores

Os códigos Java que foram utilizados neste módulo são adaptações do trabalho desenvolvido em [Raffle, Hayes, et. al. (2011)].

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais vantagens que pode-se citar em relação aos recursos oferecidos pelo Ambiente Dual de Aprendizagem proposto neste trabalho, são as seguintes vantagens: **ambiente educativo**, ou seja, o usuário pode utilizar o ambiente para analisar de uma forma prática os exercícios lógicos de manipulação manual apresentados em uma sala de aula; multiplataforma, devido a isso, o ambiente pode ser executado em qualquer sistema operacional; interface virtual, a qual permite ao usuário construir, por *software*, os mesmos objetos que são construídos com o *kit* Topobo; interação entre o Topobo real e a Interface Virtual, possibilitando assim, a comunicação entre as pessoas que tem sua representação real e as que não têm acesso a ela. Assim, mesmo que o usuário não tenha como comprar um *kit* Topobo real, este poderá interagir de forma virtual (Módulo de Interface) com os que possuem

o Topobo real; usabilidade, ou seja, os botões são auto-explicativos, assim o usuário não precisa disponibilizar muito tempo para aprender a utilizar a ferramenta.

Apesar de apresentar um grande conjunto de vantagens, o Ambiente Dual de Aprendizagem apresenta as seguintes limitações em sua concepção atual: número limitado de motores que podem ser inseridos no ambiente. Os usuários só poderão inserir seis motores, destes um é a rainha, três ativos comuns e dois motores serial gateway e troca de informações por meio de arquivos texto. Isto impossibilita a troca de informações em tempo real.

As principais contribuições deste trabalho foram criar a virtualização das peças reais do kit Topobo e concepção de um mecanismo de interação entre as peças virtuais com as reais por meio da gravação dos movimentos dos motores (ADA-Topobo). Com isso, torna-se possível que a realização de movimentos feitos por um motor pudessem ser repetidas por outro, de modo que os mesmos são capazes de participar de um conceito chamado Realidade Dual.

Ainda, como continuidade do trabalho, considera-se também realizar um estudo para que as trocas de informações entre o Topobo real e o virtual ocorram por outro método, superando a atual limitação existente na concepção atual onde a comunicação ocorre através de arquivos de posição. Também, pretende-se viabilizar que mais motores possam ser adicionados a interface em tempo de execução. Outra contribuição poderia ser utilizar este trabalho como uma alternativa de auxílio em tratamento de pessoas com dificuldades motoras.

Por fim, trabalhos podem ser realizados no que se refere a desenvolver experiências práticas em um cenário educacional de uma escola de ensino fundamental e avaliar o *feedback* do mesmo.

REFERÊNCIAS

Blender, (2011). Blender o que é? Disponível em:

http://www.oficinadanet.com.br/artigo/criacao_3d/blender_o_que_e. Acesso em 10 de dezembro de 2011.

Borges, Luiz E(2010). Python para desenvolvedores, 2º edição. Edição do autor, Rio de Janeiro.

Colégio Altamira (2012), Despertando la creatividad con Topobo. Acessado em: <http://www.colegioaltamira.cl/content/view/922498/Altamiran-s-primer-s-chilen-s-en-usar-TOPOBO.html>

Costa, C. A., Yamin, A. C. and Geyer, C. F. R. (2008). Toward a General *Software* Infrastructure for Ubiquitous Computing. IEEE Pervasive Computing, Los Alamitos, CA, USA, v.7, n.1, p.64–73.

Lin, James and Landay, James (2008). Employing Patterns and Layers for Early-Stage Design and Prototyping of CrossDevice User Interfaces, Proceedings Activity Based Prototyping and *Software*. Florence, Italy.

Lifton, Joshua and Paradiso, Joseph (2007). Dual Reality: Merging the Real and Virtual. MIT Media Lab.

Parkes, Amanda (2004). Topobo: A Gestural Design Tools with Kinetic Memory. MIT Media Lab.

Raffle, Hayes (2011). Kinesthetic: Media, Touch, Toys and Interactive Materials. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=117930>, December.

Raffle, Hayes and Parkes, Amanda(2004). Topobo: A 3D constructive assembly system with kinetic memory. Tangible Media Group MIT Media Lab.

Raffle, Hayes, Wang, Ruibing and Seada, Karim(2011). Communiclay: A Modular System for Tangible Telekinetic Communication. ACM.

Raffle, Hayes and Garcia, Cristobal(2003). Topobo for Tangible Learning.

Russo, Mario (2006). Polygonal Modeling: basic and advanced techniques. 1ª ed. Texas: Wordware Publishing, Inc.

Sabbadini, Francisco; Oliveira, Mário J. F. d. Simulação interativa visual: uma ferramenta para tomada de decisão, III SEGeT –Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia , Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil,2006.

Wiencek, Henry (1987). The World of Lego Toys. Publisher H.N. Abrams,year .

Santin,Mateus; Botelho,Silvia e Mota, Fernanda(2011). TOPOBO: Uma nova ferramenta pedagógica para a experimentação, Sintec

CAPÍTULO 2

UM CASO DE USO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (SLOODLE) NO ENSINO À DISTÂNCIA

Fernanda Pinto Mota

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Anselmo Rafael Cukla

Departamento de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Av. Roraima no 1000 Cidade Universitária Bairro – RS, 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO: Este trabalho pretende descrever as rotinas básicas para utilização do Sloodle e discutir os impactos de sua utilização. Um resumo dos principais recursos da ferramenta e uma breve análise dos resultados são apresentados a partir do uso desta plataforma como alternativa de interação na prática pedagógica do ensino a distância.

PALAVRAS-CHAVE: Sloodle; Interação; AVA; Opensim.

ABSTRACT: This paper intends to describe the basic routines for using Sloodle and discuss the impacts of its use. A summary of the main features of the tool and a brief analysis of the results are presented from the platform use as an alternative for pedagogical practice of interaction in distance education.

KEYWORDS: Sloodle; Interaction; AVA(Virtual Learning Environment); Opensim.

1. INTRODUÇÃO

Novos métodos de interação para o ensino a distância são um desafio constante para os educadores e desenvolvedores no que concerne a interação aluno-professor. Possibilitar ao discente o aprendizado intuitivo por meio de ambientes virtuais 3D caracterizam hoje o principal gargalo tecnológico desta nova modalidade de interação.

Nesta perspectiva, o Núcleo Tecnológico da SEaD-FURG (Secretaria de Educação à Distância da UAB) busca apresentar primeiramente, através de testes de uso da ferramenta, as principais questões relacionadas ao emprego desta tecnologia. O SLOODLE permite a construção de um ambiente virtual 3D possibilitando a comunicação entre as pessoas em uma sala de aula virtual com a presença de avatares-professores e avatares-alunos.

Neste contexto e mais especificamente, os esforços deste trabalho, estão relacionados a indicar uma infra-estrutura de software na qual as tarefas realizadas no ambiente virtual de aprendizagem Moodle, possam ser feitas e discutidas em um ambiente virtual 3D. Semelhante a uma sala de aula, porém sem os formalismos de sua representação real, cada indivíduo poderá ter sua representação virtual em forma de avatar podendo simular o encontro real com o avator virtual do professor. Neste encontro, dúvidas e discussões a respeito do tópico da disciplina poderão ser realizadas através dos recursos do AVA.

As vantagens da interação propiciada pelo SLOODLE estão na navegabilidade intuitiva pelos recursos da ferramenta virtual de aprendizagem e estimulação do frequente uso do ambiente AVA. O ganho pretendido com a implantação do SLOODLE é a redução da evasão através do aumento do interesse do aluno e diminuição do tempo de aprendizagem. Entretanto estratégias pedagógicas devem ser pensadas, discutidas e implantadas através da programação dos recursos da ferramenta para o escalonamento e elaboração dos roteiros de navegação para execução das tarefas.

A seguir a seção 2 contextualiza os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a seção 3 descreve os Métodos para para utilização da ferramenta, a seção 4 apresenta os Resultados e a seção 5 expõe as Considerações finais e Perspectivas futuras.

2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM (AVA)

Conhecidos como AVAs estes softwares auxiliam na montagem de cursos acessíveis pela Internet e simulam a sala de aula presencial para cursos de EaD. Recursos de chats, blogs, diários, dicionários, envio de tarefas entre outros buscam prover ao aluno ferramentas para interação e comunicação com colegas e professores. Além disso, recursos para o gerenciamento de conteúdos das disciplinas e a administração do curso também são fornecidos pelos AVAs, permitindo o acompanhamento constante do andamento dos estudantes. Segundo Milligan (1999), para a gestão do aprendizado e a disponibilização de materiais, um AVA deve apresentar algumas ferramentas como:

Controle de acesso: realizado comumente através de senha;

Administração: refere-se ao acompanhamento do estudante dentro da plataforma, registrando seus acessos por meio das atividades e das páginas consultadas;

Controle de tempo: configuração de prazos temporais na plataforma para disponibilização materiais e atividades em momentos determinados;

Avaliação: usualmente formativa (como por exemplo, a auto-avaliação);

Comunicação: promovida de forma síncrona e assíncrona;

Espaço privativo: disponibilizado para os participantes trocarem e armazenarem arquivos;

Gerenciamento de uma base de recursos: como forma de administrar recursos menos formais que os materiais didáticos, tais como FAQ (perguntas freqüentes) e sistema de busca;

Apoio: como por exemplo, a ajuda *on-line* sobre o ambiente;

Manutenção: relativo à criação e atualização de matérias de aprendizagem.

Desta forma, podemos classificar as principais funcionalidades do AVA como: (i) o acesso, armazenamento e disponibilização de documentos (materiais didáticos digitais); (ii) a comunicação síncrona e assíncrona; (iii) o gerenciamento administrativos/pedagógicos; (iv) o desenvolvimento/produção de atividades(tarefas) no AVA.

Os ambientes virtuais de aprendizagem possuem caracter de distribuição livre e proprietários. Aspectos conceituais referentes aos recursos oferecidos por estes

ambientes devem ser identificados posteriormente ao uso, pela instituição de ensino que pretende utiliza-lo. Este aspecto definirá a necessidade de desenvolvimento de um AVA próprio para a instituição ou uso de plataformas livres disponíveis para a comunidade acadêmica. Entre os AVAs existentes citam-se: AulaNet (PUC-RJ <http://guiaaulanet.eduweb.com.br>), Blackboard (EUA – <http://www.blackboard.com.br>), CoSE (Staffordshire University -UK Reino Unido - <http://www.staffs.ac.uk/case>), Learning Space (Lotus Education – Institute IBM – EUA – <http://www.lotus.com/>), Teleduc (Unicamp NIEED <http://www.hera.nied.unicamp.br/teleduc>), WebCT (Univ. British Columbia - Canadá). As seguintes subseções descrevem os AVAs utilizados para o caso de uso proposto neste estudo (Ibáñez et al., 2010) (Metrio et al., 2007).

2.1 MOODLE

O Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), é um dos AVAs mais conhecidos e utilizados na comunidade acadêmica. Um dos motivos da disseminação de uso desta ferramenta deu-se devido a este ser software livre (Dong et al., 2005).

Figura 1: Ambiente virtual de aprendizagem

The screenshot displays the Moodle LMS interface for the Secretaria de Educação a Distância - FURG. The page is organized into several functional sections:

- Acesso (Access):** Includes fields for 'Nome de usuário' (Username) and 'Senha' (Password), an 'Acesso' button, and links for 'Cadastramento de usuários' (User registration) and 'Perdeu a senha?' (Forgot password?).
- Material de apoio aos cursos presenciais (Support material for on-site courses):** Lists various educational resources such as 'Edital nº15/2010 - "Fomento ao uso das tecnologias de comunicação e informação nos cursos de graduação" Rede de Convivência Digital: (RE) significando os modos de ensinar e aprender.', 'Graduação', 'Pós-Graduação', 'Grupos de Estudo e Pesquisa', 'Extensão', 'Formação Continuada - FURG', 'Projetos de EAD', 'Oficinas Permanentes', 'PIBID', 'Prodôcência', 'Observatório da Educação', 'Espaço Administrativo e Pedagógico para Professores', 'Diálogos Sobre EJA e Diversidade', 'Guia de Funcionalidades Moodle', 'REUNI', and 'Capacitação para Técnicos Administrativos em Educação - FURG'.
- Suporte Técnico (Technical Support):** Provides contact information including 'Contatos' (Contacts) for Fabiano Ezequiel Barbosa and Rafael Simões de Castro, an 'e-mail de contato' (contact email) at suporte Moodle@uab.furg.br, and a 'Manual' (Manual) for Moodle functionality and a course for professors.
- Relógio (Clock):** Shows the 'Servidor' (Server) time as 5:31:22 pm and the 'Local' (Local) time as 5:32:00 pm.
- Usuários Online (Online Users):** Lists users who have been online in the last 10 minutes, including Luis Frederico Siqueira Lemes, bruno pas, Kalebe Hartmann de Oliveira, Dárcia Ávila, Régis Henrique Schenkel, and Adela malena Borba.

Fonte: Os autores

O Moodle apresenta vários recursos que auxiliam na aprendizagem do aluno, tais como: consultar material auxiliar disponibilizado para consulta pelo professor; enviar tarefas virtuais (questionário, tarefa de envio único, glossário, entre outras); conversar com o professor/colegas virtualmente (chat); discutir temas propostos pelo professor por meio de fórum entre outros. Cabe também ressaltar a grande usabilidade do Moodle como ferramenta de apoio as atividades do ensino presencial.

2.2 SECOND LIFE

O Second Life é um ambiente virtual e tridimensional que simula em alguns aspectos a vida real e social do ser humano. Devido a isso, muitas universidades e empresas estão investigando o uso Second Life para educar e treinar diferentes atores. Algumas pesquisas podem ser encontradas nas Universidades de Harvard e Oxford utilizando o Second Life como um meio de ensino de línguas estrangeiras (portal da educação, <http://www.portaleducacao.com.br/gestao-e-lideranca/artigos/7821/second-life-escola-virtual-tera-ensino-real-de-idiomas>).

Figura 2: Sala de aula em um ambiente tridimensional



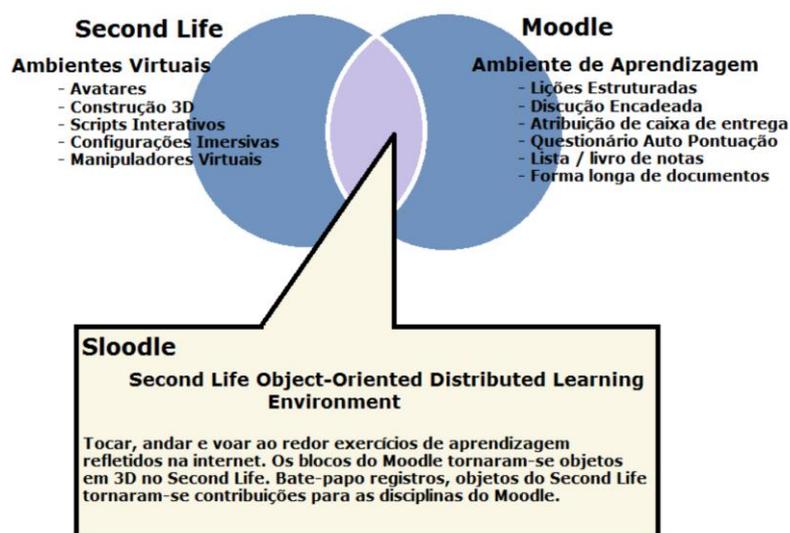
Fonte: Os autores

2.3 SLOODLE

O nome Sloodle é um acrônimo modificado do moodle para Second Life Object-

Oriented Distributed Learning Environment (Boulos et. al. ,2007) . Este sistema integra o ambiente Second Life com o Moodle permitindo diferentes interações e representação para professores, alunos e tutores. Através do Sloodle uma conceituação de presença emerge para o usuário que utiliza o ambiente.

Figura 3: Integração entre Moodle e Second Life



Fonte: Os autores

Devido a imersão, representação do participante através do avatar e representação 3D dos componentes de cena (sala de aula virtual), o Sloodle é considerado um ambiente virtual 3D.

3. MÉTODOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Basicamente são duas as etapas para implementação do Sloodle: (i) instalação das ferramentas, (ii) construção da Ilha-SEaD. Sendo esta proposta implementada dentro da Secretaria de Educação a Distância, criou-se a Ilha SEaD - uma pequena parte do ambiente 3D que representa a Secretaria. Estes ambientes modelados necessitam de um local (servidor) para hospedagem, onde usuários geograficamente distribuídos possam acessar estas ilhas e navegar no ambiente virtual compartilhado e cooperativo.

O *OpenSimulator*, frequentemente chamado de *OpenSim*, é um servidor open source para hospedagem de mundos virtuais oriundos do *Second Life*. O servidor

utiliza-se do *libsecondlife* para cuidar da comunicação entre o cliente e o servidor, possibilitando a conexão em um servidor OpenSim por meio da utilização do cliente *Second Life* da *Linden Lab*. Outros clientes para o *Second Life* também podem ser utilizados uma vez que o *Second Life* e *Opensim* utilizam os mesmos protocolos de comunicação.

O servidor OpenSim tem dois modos de execução: o modo *standalone*, simples de configurar porém limitado em relação ao número de usuários e o modo *Grid*, este pode ser escalonável conforme crescimento do número de usuários (Ibáñez et al., 2010). No modo *Grid*, a estrutura é dividida entre no mínimo cinco servidores: servidor de usuários, servidor de *Grid*, servidor de ativos, servidor de inventário e o servidor de simulação (ou região) (Ibáñez et al., 2010).

Além do registro das atividades do *Second Life* no *Moodle*, é possível transformar algumas atividades do *Moodle*, como por exemplo, blocos, em elementos virtuais do *Second Life*. Isso trás um novo nível de interação motivando os participantes em relação ao uso da ferramenta. É importante destacar que boa parte dos recursos do *Second Life* são pagas, devendo a instituição de ensino ou empresa que estiver interessada, investir economicamente nesse tipo de iniciativa (Ibáñez et al., 2010).

É possível através da ferramenta OpenSim importar qualquer Ilha contendo vários prédios, auditórios e outros objetos que podem no formato oar (formato para importar ilhas inteiras) e formato iar (formato para objetos desde cadeiras a prédios).

As Ilhas visam aumentar a comunicação entre professores, tutores e alunos, pois possibilitam a estes atores estarem no mesmo ambiente virtual de modo a motivar a interação e auxiliar no aprendizado. Outra característica é que as ilhas visam propiciar um ambiente mais descontraído para os alunos, uma vez que estes estarão em um ambiente 3D como *avatars*, os quais podem ser construídos de forma divertida sem a representação fiel de seu aspecto físico. Além disso, os alunos estarão em uma sala de aula diferenciada com componentes que não podem ser representados no mundo real podendo voar, correr e construir objetos de acordo com sua imaginação.

Figura 4: Imagem superior da ilha SeaD



Fonte: Os autores

3.1 INSTALAÇÃO DO SLOODLE NO MOODLE

Para instalar o *Sloodle* no *Moodle* é necessário escolher o sistema operacional no qual o servidor do *Moodle* está instalado (no nosso caso, Linux) para baixar o pacote de ferramentas do Sloodle, após instalamos no servidor do Moodle.

3.2 INSTALAÇÃO DO SLOODLE NO OPENSIM

Para instalar o Sloodle no OpenSim é escolher o sistema operacional no qual o servidor do Moodle está instalado (no nosso caso, Linux) para baixar o pacote de ferramentas do Sloodle e instalá-lo no servidor do Moodle.

Inicialmente trabalhou-se na instalação do Sloodle o qual integra o ambiente Second Life com o Moodle. Para que viabilizar a comunicação do OpenSim com Moodle foi necessário a instalação dos pacotes do Sloodle no servidor do Moodle e do OpenSim. Assim, toda a comunicação é feita por meio da comunicação Sloodle - OpenSim e Sloodle- Moodle.

3.3 CONSTRUÇÃO DA ILHA SEAD

A segunda etapa foi a modelagem virtual da Ilha, construiu-se um ambiente para teste das tarefas disponíveis da ferramenta Sloodle e um prédio para a

representação de uma disciplina criada no Moodle para testar as ferramentas do Moodle que estão disponíveis no Second Life. Os componentes deste ambiente são os seguintes:

Controller

O controller é um objeto do ambiente virtual 3D que faz conexão da disciplina do Moodle com a região da disciplina na Ilha do Second Life. É um recurso criado pelo Moodle no Moodle. Este componente Controller, é o responsável por criar e controlar os demais objetos na ilha, tais como: o Choice Vertical, Choice Horizontal, Primdrop, entre outros.

Figura 5: Representação do Controller na Ilha SeaD

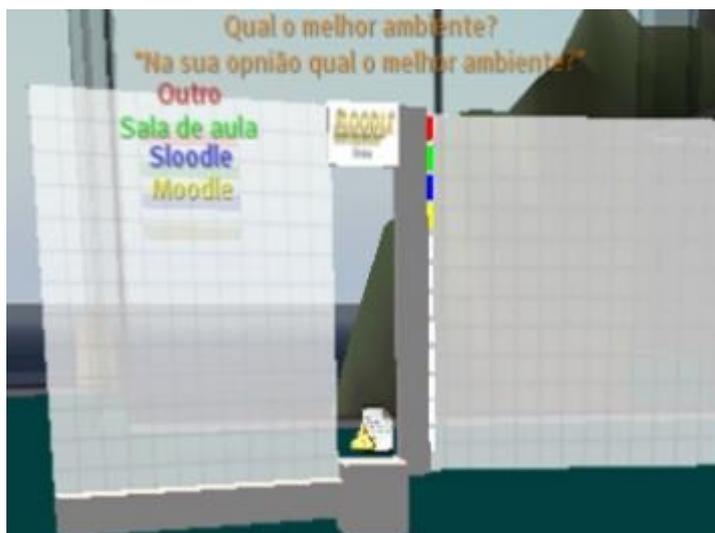


Fonte: Os autores

Vertical

O Choice Vertical da mesma forma que o Choice Horizontal é um objeto do ambiente virtual 3D que representa o Quiz, este recurso simula uma pesquisa de opinião sobre determinado assunto do Moodle no Second Life.

Figura 6: Representação do Choice Vertical na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Primdrop

O Primdrop é um recurso que permite que o Moodle receba um objeto da Ilha do Second Life. Esse objeto pode ser desde uma cadeira a um prédio.

Figura 7: Representação do Primdrop na Ilha SeaD

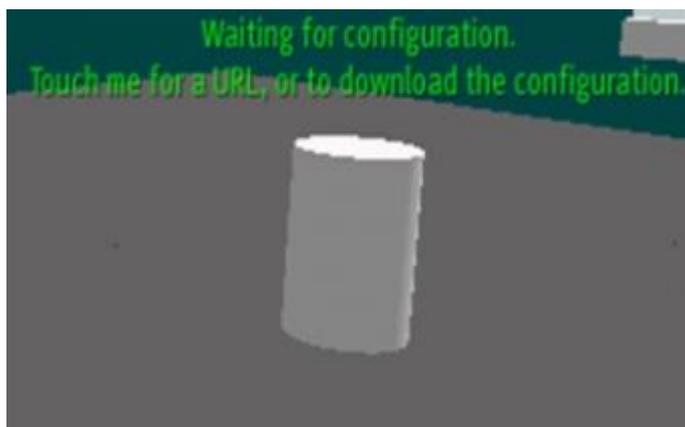


Fonte: Os autores

Quizpile

Recurso do Sloodle que permite a elaboração de questionários no ambiente virtual, permitindo ao professor realizar listas de exercícios avaliadas.

Figura 8: Representação do QuizPile na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Lite Toolbar

Recurso do ambiente virtual Sloodle que é responsável pelo controle de gestos do Avatar no ambiente 3D, permitindo ao avatar ter movimentos que simbolizem questionamentos, dúvidas entre outros.

Figura 9: Representação do Lite Toolbar na Ilha SeaD

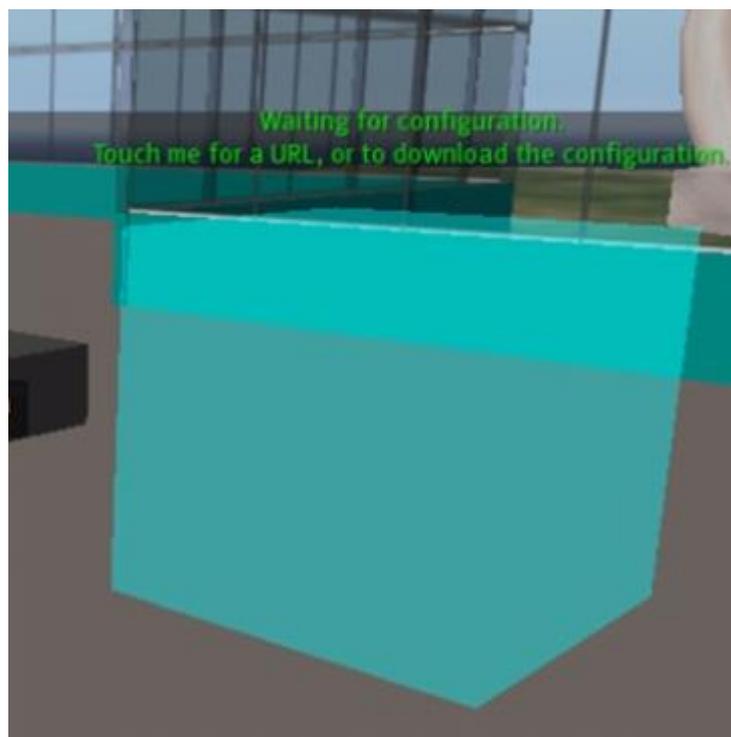


Fonte: Os autores

LoginZone

Este recurso identifica quando um avatar entra na região da disciplina e determina quais pessoas podem acessar a área da disciplina na Ilha. O LoginSone define permissões possibilitando ao professor determinar quem pode ou não assistir sua aula.

Figura 10: Representação do LoginZone na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

4. RESULTADOS

Foram confeccionados instrumentos para instalação e validação do caso de uso proposto. Mais especificamente foram elaborados dois manuais: um para instalação do Sloodle; e outro para utilização do Sloodle. O manual de utilização descreve como acessar (caminhar, voar, construir objetos e vestir seus avatares) na Ilha SeaD. O manual de instalação descreve como instalar o navegador *Hippo OpenSim* e o *Second Life*. Estes documentos demonstram os passos de instalação e as alterações necessárias para que usuários possam navegar na Ilha SEaD.

Com base nestes manuais, oficinas periódicas para treinamento do uso da ferramenta Sloodle demonstram todos os passos para a instalação da Ilha SEaD, personalização dos *avatares* e recursos. Este treinamento visa a demonstração das tarefas do Moodle que estão disponíveis para a Ilha SeaD do Sloodle a fim de capacitar professores e tutores para o uso e investigação das potencialidades desta modalidade de interação. O objetivo destas capacitações é desenvolver instrumentos de avaliação, uso e teste embasados em metodologias pedagógicas pensadas para a prática docente de ensino a distância.,

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentre as contribuições alcançadas por este trabalho tem-se a descrição do método proposto para utilização de ambientes virtuais de aprendizagem 3D e a disponibilização de manuais de uso e instalação do caso de uso do Sloodle. A construção de um instrumento de validação através da modelagem da Ilha SEaD viabilizará a realização de testes futuros em termos de tempo de aprendizagem, interesse de implementação e tempo de resposta referente a navegação.

Um desafio identificado no decorrer desta implementação é a necessidade de poder computacional para o processamento da modelagem de cenários 3D complexos. Além disso, a ilha foi instalada num servidor local e depende da banda da rede para utilização em locais remotos, podendo muitas vezes ocorrer um atraso considerável para navegação no ambiente. Sendo assim, soluções em comunicação permanecem como o gargalo nas aplicações de EaD.

O caso de uso proposto apresentou alguns desafios não suportando um número de usuários superior a 20 usuários acessando ao mesmo tempo a Ilha-SeaD. Em nossos testes utilizamos cerca de 10 a 12 pessoas navegando na Ilha o que possibilitou uma navegação aceitável em termos temporais (os usuários conseguiram navegar na ilha sem problemas de conexão ou atrasos de transmissão).

Até o presente momento foram realizados apenas testes de utilização da ferramenta, faz-se necessário implantar o uso do Sloodle em uma disciplina de EaD para validação com usuários alunos. Testes de desempenho dos alunos, análise de evasão, navegabilidade da ferramenta deverão ser realizados a fim de demonstrar se os ganhos de implantação do Sloodle justificam o custo-benefício de utilização dessa modalidade de interação. Além disso, servidores de maior poder computacional, e transmissão em redes não locais devem ser avaliados.

BIBLIOGRAFIA

Ibáñez, María; García, José; Galán, Sergio; Maroto, David; Morillo Diego; Kloos Carlos. Multi-User 3D Virtual Environment for Spanish Learning A Wonderland Experience. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010.

Dong, Aijuan; Li, Honglin. Multimedia Access Platform for Virtual Learning Environment, Department of Computer Science, North Dakota State University Fargo, 2005.

Kemp, W; Livingstone, Daniel; Bloomfield, Peter R. SLOODLE: Connecting VLE tools with emergent teaching practice in Second Life. Article. British Journal of Educational Technology, first published online: 15 APR 2009

Alves, Lynn; Brito, Mário. O Ambiente Moodle como Apoio ao Ensino Presencia, 05/2005.

Boulos, N. Kamel; Hetherington, Lee; Wheeler Steve. Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. Maged Health Information & Libraries Journal, 14 nov. 2007

Fishwick, P.A. An introduction to OpenSimulator and virtual environment agent-based M&S applications. This paper appears in: Simulation. Conference (WSC), 13-16 Dec. 2009.

Metrio, Adriano; Pereira, Arthur. ALOHA: Um Ambiente Virtual de Aprendizado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

Milligan, C. Delivering Staff and Professional Development Using Virtual Learning Environments. In: The Role of Virtual Learning Environments in the Online Delivery of Staff Development. Institute for Computer Based Learning, Heriot-Watt University Riccarton, Edinburgh EH14-4AS. October 1999. Disponível em: <<http://www.icbl.hw.ac.uk/jtap-573/573r2-3.html>>. Acesso em: junho 2012.

Second Life. Acesso em 1 de dezembro de 2011, <http://pt.wikipedia.org/wiki/Second_Life>. **OpenSimulator.** Acesso em 10 de dezembro de 2011, <http://pt.wikipedia.org/wiki/OpenSimulator>

Moodle. Acesso em 10 de dezembro de 2011, < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>

Sloodle. Acesso em 10 de dezembro de 2011, <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>><http://www.sloodle.org/>

Ambiente Colaborativo: Moodle e Second Life. Acesso em 10 de dezembro de 2011 <<http://www.colaborativo.org/blog/2007/11/07/sloodle-uniao-entre-o-moodle-e-o-second-life/>>.

Second Life. Acesso em 10 de dezembro de 2011. < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>http://pt.wikipedia.org/wiki/Second_Life

Educação. Acesso em 27 de junho de 2012. <<http://wwwsecondlifevirtual.blogspot.com.br/2012/04/educacao.html>>

Second Life: Escola virtual terá ensino real de idiomas. Portal da educação. 30 de setembro de 2009.

CAPÍTULO 3

IMERSÃO COLABORATIVA NA EDUCAÇÃO: UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO

Fernanda Pinto Mota

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Anselmo Rafael Cukla

Departamento de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Av. Roraima no 1000 Cidade Universitária Bairro – RS, 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo preliminar sobre as tecnologias envolvidas na implantação de ambientes virtuais imersivos colaborativos aplicados a educação. O trabalho propõe um modelo de classificação para formalização conceitual destas ferramentas.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientes imersivos de aprendizagem; Realidade Virtual.

ABSTRACT: This paper presents a preliminary study of the technologies involved in deploying virtual immersive collaborative environment for education. The paper proposes a selection model to formalize the concept about these tools.

KEYWORDS: Learning immersive environments; Virtual reality.

1. INTRODUÇÃO

Mundos duais, realidade aumentada, computação pervasiva e ubíqua são temas cada vez mais discutidos nas comunidades científicas que estudam novos modelos de interação (Tutwiler et. al., 2012), (Piovesan, S. et. al., 2011). Devido a isso, a busca por interfaces intuitivas deixa de ser uma questão de entretenimento e passa a ser uma vantagem competitiva em termos de tempo e custo. Esta concorrência deu origem ao desenvolvimento de interfaces imersivas, as quais buscam disponibilizar interações humano-computador (IHC – Human-Computer Interaction) que facilitem a aquisição de conhecimento através da percepção (Dunleavy et. al, 2009). Além disso, a sensação de imersão propiciada pelo aumento das percepções sensoriais de visão audição e tato permite um maior envolvimento do usuário e conseqüentemente aceleram o processo de aprendizagem (Ficheman, et. al., 2008) (Alves, et. al., 2007).

Os primeiros conceitos de realidade virtual surgiram em 1994 (Milgram et. al, 1994), onde um espectro variável descreve os tipos de ambientes de realidade virtual variando de um ambiente totalmente real até um ambiente totalmente virtual. Já a definição de realidade mista está associada à mistura de componentes do mundo real com objetos do mundo virtual. Assim, a união de elementos reais e virtuais em uma mesma cena possibilita interações tangíveis e intuitivas através da interface.

O surgimento desse tipo de interface concretizou as discussões sobre mundos duais e computação pervasiva previstas por (Weiser, 1991), o qual vislumbrava a computação do futuro como uma computação implícita nos diversos ambientes e objetos. Além disso, Weiser (Weiser, 1991) imaginava uma computação não percebida pelo homem, onde os humanos, as máquinas e os ambientes poderiam interagir autonomamente através de dispositivos e sensores.

Além disso, as previsões de (Weiser, 1991) são constatadas hoje pela multiplicidade de interfaces computacionais ocasionadas pela era digital da informação, onde crianças começam a ser alfabetizadas por meio de jogos em dispositivos móveis. Este novo contexto digital adverte uma mudança no paradigma dos métodos de ensino-aprendizagem para a educação do futuro. Assim, torna-se emergente a discussão dessas representações virtuais como interfaces de comunicação e interação para educação.

Assim, este trabalho irá apresentar um embasamento conceitual e técnico preliminar sobre os recursos disponíveis em ferramentas imersivas colaborativas como instrumento de interação entre aluno professor. A seção 2 descreverá as principais ferramentas disponíveis para implantação de ambientes virtuais imersivos, a seção 3 classificará as principais características desses sistemas, a seção 4 apresentará um caso de implementação de ambiente imersivo 3D no âmbito técnico. Por fim, a seção 5 expõe as discussões e indica as perspectivas futuras.

2. AMBIENTES VIRTUAIS IMERSIVOS APLICADOS A EDUCAÇÃO

Ambientes virtuais imersivos fazem com que o usuário tenha a sensação de estarem inseridos no ambiente virtual. Um dos recursos utilizados para isso é a perspectiva do observador, ou seja, utilizam modo de visualização FPS-First Person Shooter (atirador em primeira pessoa), cuja navegação no ambiente dá-se na perspectiva da visualização do operador da interface, ou seja, em primeira pessoa (Machado et. al., 2011).

Entre as ferramentas existentes para o desenvolvimento de ambientes virtuais imersivos colaborativos, citam-se: Active Worlds (Dickey et. al, 2005); Open Wonderland, Second Life, Sloodle (Guomin, et. al., 2010); OpenSimulator ou OpenSim, RealXtend, 3DXplorer.

Uma ferramenta que merece destaque é o Active Worlds (AW), o qual é utilizado por diversas instituições de ensino nacionais que hospedam e desenvolvem seus mundos virtuais, Figura 1. O mesmo foi criado em 1995 para ser equivalente ao 3D do browser para criação de escritórios, prédios, salas, etc. Posteriormente, em 1999 o AWEDU (Active Worlds Educational Universe) foi fundado, e tinha iniciativas educacionais e seu objetivo é dar suporte aos criadores de mundos virtuais, oferecendo uma vasta biblioteca de objetos educacionais. No entanto, para a navegação é necessário um software-client e um cadastro de usuário. Por se tratar de um ambiente controlado a educação é extremamente necessária. Por fim, a comunicação entre os usuários no AW é feita por meio da troca de mensagens de texto (chat).

Figura 1: Active Worlds



Fonte: Website do AWEDU

Outra ferramenta atualmente utilizada é *Second Life*, este é usado em conjunto com o ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*. Esta integração deu-se através projeto denominado *Sloodle (Second Life Object- Oriented Distributed Learning Environment)* (Kemp, et. al, 2006). Este projeto visa propiciar um ambiente 3D com interface amigável intrinsecamente imersivo, onde os usuários colaboraram e visualizam os materiais de ensino. Avaliações do *Sloodle* podem ser encontrados em (Kirriemuir, 2007), o qual desenvolveu o mundo *VirtuAlba* para o ensino universitário no Reino Unido.

O *Second Life* é um jogo amplamente difundido na *internet*, cujo sucesso deu-se em grande parte pela disponibilização de uma interface tridimensional imersiva para representação do mundo real. Este mundo virtual criado pelo *Second Life* simula aspectos da vida real e social do ser humano propiciando envolvimento e motivação durante a navegação no ambiente. Devido a isso, muitas universidades e empresas estão investigando o uso *Second Life* para educar e treinar diferentes profissionais, professores e alunos. Segundo (Noyelles, et. al, 2012) o *Second Life* é o ambiente virtual multi-usuário mais citado na literatura educacional.

Contrário ao *Second Life*, o *OpenSim* é um servidor open source para hospedagem de mundos virtuais oriundos do *Second Life*. O servidor utiliza a

biblioteca *libsecondlife* para gerenciar a comunicação entre o cliente e o servidor. Esta biblioteca possibilita a conexão no servidor *OpenSim*, por meio da utilização do cliente *Second Life* da *Linden Lab*.

Diversos são os desafios para as ferramentas digitais na educação tecnológica no que tange ao ensino-aprendizado. Ambientes virtuais 3D com suporte ao modo multi-usuário, a interação síncrona, aos objetos de aprendizagem elaborados e a experiência multisensorial são uma promessa para quebrar o paradigma de transmissão do conhecimento. Para (Dillenbourg, 2008) os limites entre educação presencial e a educação à distância estão fadados a desaparecer com o avanço dessas tecnologias.

Figura 2: Sloodle



Fonte: Kemp et.al, 2006

A próxima seção introduz conceitualmente as características de ambientes imersivos colaborativos para ensino-aprendizagem, comparando as funções dessa tecnologia com aspectos de cognição através de um modelo gráfico de classificação. A ideia é que o modelo classifique os principais recursos das ferramentas para auxiliar na compreensão conceitual destas tecnologias.

3. MODELO DE CLASSIFICAÇÃO

Um cenário virtual considerado imersivo possui alto grau de presença no ambiente, isto é, a impressão de imersão. Essa sensação em ambientes virtuais de aprendizagem pode ser mensurada pelo nível de envolvimento do aluno. Assim, modos de controle (mobilidade-dispositivos com n graus de liberdade, gerenciamento de recursos - acessibilidade) e fatores sensoriais (riqueza do ambiente, apresentação multi-modal, sensoreamento do ambiente) são algumas das características que determinam o nível de imersão no mundo virtual.

Quanto maior o nível de imersão no ambiente virtual, mais efetivo torna-se o processo de ensino-aprendizagem. Em uma dimensão pedagógica, as possibilidades para análise, síntese e compreensão por meio de um aprendizado colaborativo e construtivista devem ser as características suportadas pelo ambiente virtual de aprendizagem imersivo. Neste contexto, o modelo proposto pela Figura 3 pretende classificar os principais eixos para o desenvolvimento e escolha da ferramenta imersiva para os propósitos educacionais.

Figura 3: Modelo de classificação



Fonte: Os autores

Três dimensões são apresentadas pelo modelo de classificação como sendo os principais eixos de definição de um ambiente imersivo: colaboração, comunicação e interação. O eixo de comunicação é a principal dimensão para a ferramenta imersiva, pois sem ela não há aprendizado. Esta pode referir-se a comunicação entre usuários ou entre máquina e operador. A partir da informação transmitida, esta pode ser avaliada como: **síncrona** (diversos usuários presentes num mesmo ambiente comunicando-se no mesmo instante de tempo) ou **assíncrona** (comunicando-se em instantes diferentes de tempo).

A colaboração é crucial para o ambiente de aprendizagem imersivo. Devido a isso, o aprendizado deve ser construído a partir do conhecimento prévio do aluno e modificado pelas interações e conhecimentos adquiridos através da colaboração com colegas, professores e materiais. Sendo assim, uma ferramenta pode ser classificada como colaborativa-cooperativa quando suporta comunicação síncrona e/ou assíncrona, mesmo que a colaboração não se estabeleça. Além disso, a colaboração pode ser multi-usuário (MUVE- *Multi-User Virtual Environment*), multiagente e/ou agente-usuário. Assim, o uso de agentes inteligentes representados por tutores *avatars* auxiliame instruem a navegação em ambientes virtuais de aprendizagem colaborativos (CSCL - *Computer Support Collaborative Learning*).

O eixo de interação concretizará a compreensão e o aprendizado pretendido pela ferramenta imersiva, a qual dá-se em duas perspectivas: visualização e navegação. A visualização que pode ser bidimensional ou tridimensional, podendo as interfaces 3D serem mistas, reais ou virtuais. E a navegação pode ser: guiada, é quando o estudante possui um recurso computacional indicando os passos de interação, além disso, este recurso pode ser desde avisos gráficos até agentes inteligentes; autônoma é quando o estudante deve descobrir ou intuir a sequência de navegação. Conteúdos programados utilizando lógica de jogos educacionais implementam este tipo de navegação.

Portanto, o processo de ensino-aprendizagem pode ser observado no ciclo formado pelo modelo de classificação para ambientes imersivos de aprendizagem: avaliação (momento em que o aluno tem acesso a informação); construção (de posse da informação e através da colaboração com o ambiente e com os demais usuários são construídos os modelos cognitivos de aprendizagem); compreensão (entendimento do conteúdo através da interação com a interface imersiva

colaborativa).

A próxima seção descreverá em uma perspectiva tecnológica os passos para implementação de uma ferramenta imersiva colaborativa para propósitos educacionais.

4. IMPLEMENTAÇÃO DE AMBIENTE 3D IMERSIVO: PERSPECTIVA TÉCNICA

Esta seção pretende apresentar os principais recursos para desenvolvimento de ambientes virtuais colaborativos utilizando a ferramenta Sloodle. Além disso, será introduzida as etapas de instalação e os principais recursos para o desenvolvimento de mundos virtuais utilizando a ferramenta.

Foram realizadas três etapas para instalação do Sloodle: (i) instalação das ferramentas Moodle, Second Life e OpenSim; (ii) instalação de recursos do Sloodle no Moodle e no OpenSim; (iii) construção do ambiente virtual no OpenSim.

O ambiente modelado foi a secretaria de educação a distância (SEaD) da instituição. O cenário necessita de um local (servidor) para hospedagem, para que os usuários distribuídos geograficamente possam acessar a secretaria virtual e navegar no ambiente de modo compartilhado e cooperativo.

Figura 4: Imagem superior da ilha SeaD



Fonte: Os autores

O *OpenSim* foi utilizado para importação de ambientes disponibilizados gratuitamente (denominados ilhas) para modelagem da secretaria virtual. Dois modos de execução do *OpenSim* foram testados: o modo *standalone*, simples de configurar, porém limitado em relação ao número de usuários; e o modo *grid*, este pode ser escalonável conforme o aumento do número de usuários. No modo *grid*, a estrutura é dividida entre, no mínimo cinco servidores: servidor de usuários, servidor de *grid*, servidor de ativos, servidor de inventário e o servidor de simulação.

É possível registrar atividades do *Second Life* no *Moodle* e importar recursos do *Moodle* para o *Second Life*. Através do *OpenSim* importou-se ambientes contendo prédios, auditórios etc, em formato *oar* (formato para importar ilhas inteiras) ou no formato *iar* (formato para objetos desde cadeiras a prédios).

Para a modelagem virtual da ilha (secretaria de EaD) foram utilizados os seguintes recursos criados pelo *Sloodle no Moodle: Controller, Choice Vertical, Choice Horizontal, Primdrop, Quizpile, Lite Toolbar e Login Zone*.

O *Controller* é um objeto do ambiente virtual 3D que faz conexão da disciplina do *Moodle* com a região da disciplina na ilha do *Second Life*. Este elemento é responsável por criar e controlar os demais objetos na ilha, tais como:

Choice Vertical e Choice Horizontal: são objetos do ambiente virtual 3D que representa o *Quiz*, recurso que simula uma pesquisa de opinião sobre determinado assunto do *Moodle* no *Second Life*;

Primdrop: permite que o *Moodle* receba um objeto 3D da ilha do *Second Life*

Quizpile: permite a elaboração de questionários no ambiente virtual permitindo ao professor realizar listas de exercícios avaliadas;

Lite Toolbar: é responsável pelo controle de gestos dos *avatars* no ambiente 3D fornecendo movimentos que simbolizem questionamentos, dúvidas entre outros.

LoginZone: identifica quando um *avatar* entra na região da disciplina e determina quais pessoas podem acessar a área da mesma. As permissões possibilitam ao professor determinar quem pode ou não assistir a aula.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A introdução de novas ferramentas computacionais para educação não é um processo trivial, pois além das barreiras tecnológicas como acesso irrestrito a internet

e alto poder computacional em termos de armazenamento e velocidade, os sistemas imersivos colaborativos com finalidades educacionais exigem interfaces que integrem a identidade virtual do ambiente a aspectos pedagógicos, a fim de prover o envolvimento e engajamento do aluno. Assim, a utilização de avatares como mediadores da comunicação entre os estudantes/professores acarretam desafios pedagógicos para construção compartilhada do conhecimento. Entre estes desafios citam-se: participação ativa, simulações realísticas do ambiente tradicional da sala de aula, propósitos compartilhados, alta interatividade e alcance dos objetivos da aprendizagem.

Em relação ao caso de teste de implementação do ambiente Sloodle descrito na seção 4, algumas limitações foram observadas tais como: a utilização de scripts programáveis para automação de conteúdo exige tempo de desenvolvimento e conhecimentos de programação, o que pode ser um problema para usuários não técnicos na área e a escalabilidade da ferramenta suportou a utilização de um limite máximo de 20 usuários com tempo de resposta aceitável para a largura de banda e velocidade da rede institucional.

As próximas etapas deste estudo são: (i) projeto e implementação de disciplina didática utilizando a ferramenta Sloodle, considerando aspectos de IHC para design de interação; (ii) testes de uso do Sloodle para a disciplina em questão; (iii) desenvolvimento e aplicação de instrumento avaliativo em termos de usabilidade e aprendizagem; (iv) aprimoramento de recursos de interface através de técnicas de realidade mista e conceito de jogos.

Embora as potencialidades dos ambientes imersivos colaborativos sejam muitas, existe ainda um longo caminho a ser trilhado, pois apesar de urgentes, são raros os estudos focando em metodologias para o desenvolvimento de interfaces imersivas/cooperativas com enfoques diferenciados para aluno e professor. Enquanto não forem disponibilizados, para os professores, métodos intuitivos para o desenvolvimento de interfaces educacionais nestas ferramentas, maior será o tempo para a apropriação destas tecnologias.

É indiscutível o apelo e a atração ocasionados por esse ambiente, no entanto, manter o engajamento do aluno deve ser o principal foco das pesquisas. Estratégias para sustentar o envolvimento do aluno estão sendo implantadas através do uso de agentes inteligentes representados por tutores avatares e inserção de conceitos de

jogos educacionais onde disciplinas são estruturadas em níveis e o aluno possui regras e etapas de aprendizagem para atingir o objetivo do jogo (disciplina). Estes tipos de abordagem auxiliam na manutenção do interesse do estudante pela interface.

Bancos de dados especialistas para a aquisição e armazenamento de sugestões, comentários e requisitos estão sendo discutidos para aprimoramento e implementação de inteligência embarcada para ambientes imersivos. Nesta mesma direção, ambientes ubíquos com mistura de elementos reais e virtuais e interações autônomas através de dispositivos e sensores (RFIDs, sensores e atuadores) são estratégias avançadas para interfaceamento de sistemas. A realidade aumentada para experimentos laboratoriais é outra aposta da comunidade científica em interfaces avançadas de visualização e interação.

Em um futuro, não muito distante, alunos se encontrarão em espaços virtuais imersivos, através de dispositivos móveis, para assistir aulas presenciais. A navegação e interação colaborativa com os conteúdos didáticos da disciplina ocorrerão em tempo real, e o aluno escolherá entre sua ida física ou a ida virtual de seu avatar. Logo, é inegável a mudança e a necessidade de novos métodos de ensino-aprendizagem. Para isso, professores devem ser capacitados para adoção destes recursos e alunos motivados para sua utilização. A consequência do avanço das tecnologias em interface gráfica é a inevitável convergência entre as modalidades presencial e a distância.

REFERÊNCIAS

- Alves, et. al. (2007). "Ampliando o Suporte à Percepção Social em Groupware Síncronos de Aprendizagem", In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE. São Paulo – SP, p. 391-401.
- Cheng, K-H., Tsai, C-C. (2012) "Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research", *Journal of Science Education Technology*, Springer, p.1-14.
- Dickey, M. D. (2005) "Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education." *British Journal of Educational Technology*, v.36 No.3 p. 439–451.
- Dillenbourg, P. (2008). "Integrating technologies into educational ecosystems." *Distance Education*, 29(2), p.127-140. Dunleavy, M., Dede, C., Mitchell, R. (2009) "Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning", *Journal of Science Education Technology*, Springer, p.7-22.
- Ficheman, I. K. et. al. (2008) "Uma Aventura no Espaço com a Nave Mário Schenberg: Ambiente Colaborativo em Realidade Virtual para Aprendizagem de Ciências" XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE2008, p.746-755.
- Freitas, S., Neumann, T. (2009). "The use of 'exploratory learning' for supporting immersive learning in virtual environments.", *Computers & Education*, 52(2009), p.343-352.
- Guomin, Z., Jianxin, Z. (2010). "An Educational Value Analysis of SLOODLE-based Distributed Virtual Learning System", *Second International Workshop on Education Technology and Computer Science*, IEEE, p. 402-405.
- Kemp, J.; Kabumpo, S. J. (2006) "Putting a Second Life 'Metaverse' Skin on Learning Management Systems." In: *Second Life Education Workshop at Second Life Community Convention*, 2006, San Francisco, USA. p.13–18.
- Kirriemuir, J. (2007) "The Second Life of UK Academics." *Ariadne Magazine*, Bath, UK, n.53, Oct. 2007.
- Machado, A. et. al. (2011). "Uma Proposta de Jogo Educacional 3D com Questões Didáticas", In: XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE. São Paulo – SP, p. 620-629.
- Milgram, P. et al. (1994) "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum." In: *TELEMANIPULATOR AND TELEPRESENCE TECHNOLOGIES*, 1994, Boston. Proceedings... London: Springer-Verlag, v.2351, n.1, 1994a. p. 282-292.
- Noyelles, A., Seo, K. (2012). "Inspiring equal contribution and opportunity in a 3d multi-user virtual environment: Bringing together men gamers and women non-gamers in Second Life!", *Computers & Education*, 58(2012), p.21-29.
- Piovesan, S. et. al. (2011). "U-Sea: Um Ambiente De Aprendizagem Ubíquo Utilizando Cloud Computing", In: XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE. São Paulo – SP, p. 720-729.
- Tutwiler, M., Lin, M-C., Chang, C. (2012) "Determining Virtual Environment "Fit": The Relationship Between Navigation Style in a Virtual Field Trip, Student Self-Reported Desire to Visit the Field Trip Site in the Real World, and the Purposes of Science Education", *Journal of Science Education Technology*, Springer, p.1-14.
- Weiser, M. (1991) "The Computer for the 21st Century." *Scientific American*, September, 1991.

CAPÍTULO 4

UMA ARQUITETURA PARA VALIDAÇÃO DO USO DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SLOODLE NO ENSINO À DISTÂNCIA

Fernanda Pinto Mota

Universidade Católica de Pelotas R. Gonçalves Chaves, 373, Pelotas, RS

Anselmo Rafael Cukla

Departamento de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Av. Roraima no 1000 Cidade Universitária Bairro – RS, 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

Marcelo Lacortt

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Passo Fundo
Estrada Perimetral Leste, 150, Passo Fundo – RS

RESUMO: O artigo apresenta uma arquitetura para validação do uso do ambiente virtual de aprendizagem SLOODLE no ensino à distância, discutindo a importância da interação aluno-professor nesse contexto. A proposta visa criar um ambiente virtual que permita uma comunicação eficaz entre docentes e discentes, promovendo a presença de avatares-professores e avatares-alunos em um mesmo espaço virtual, independentemente de suas localizações físicas. A arquitetura proposta busca facilitar a realização de testes futuros em termos de tempo de aprendizagem, interesse de implementação e eficiência na navegação, contribuindo para a melhoria da experiência de ensino e aprendizagem no ambiente virtual. Além disso, o artigo destaca a importância dos ambientes virtuais 3D na educação a distância, permitindo a imersão dos participantes em um ambiente computadorizado e interativo. A utilização de ferramentas como o Second Life é mencionada como uma forma de simular situações da vida real e promover a aprendizagem em um ambiente virtual. A pesquisa apresentada evidencia o potencial dessas tecnologias para educar e treinar diferentes atores, como demonstrado em estudos realizados em universidades renomadas. Essas iniciativas visam proporcionar uma experiência de ensino mais dinâmica e envolvente, explorando as possibilidades oferecidas pelos ambientes virtuais 3D na educação

PALAVRAS-CHAVE: Ensino à distância; Ambientes virtuais; Interatividade, SLOODLE.

1. INTRODUÇÃO

O ensino a distância é um desafio constante para os educadores e pedagogos no que concerne a interação aluno-professor. Possibilitar ao discente aprender e satisfazer suas dúvidas por meio de ambientes virtuais de aprendizagem caracterizam hoje o grande desafio tecnológico desta nova modalidade de ensino.

Nesta perspectiva, o Núcleo Tecnológico da SEaD (Secretaria de Educação à Distância da UAB) da Furg busca construir uma arquitetura que possibilite a interação entre docentes e discentes que permita uma maior interação entre ambos por meio do ambiente virtual. Visando a construção de um ambiente que possua representações virtuais que permitirão a comunicação entre as pessoas em uma sala de aula virtual com a presença de avatares-professores e avatares-alunos em um mesmo ambiente independente de sua localização física.

Dentro deste contexto e mais especificamente, os esforços deste trabalho, estão relacionados a condicionar uma infra-estrutura na qual as tarefas realizadas no ambiente de aprendizagem virtual utilizado na UAB nos seus cursos à distância, por intermédio do Moodle, possam ser feitas e discutidas em um ambiente 3D virtual semelhante a uma sala de aula sem os formalismos de sua representação real, pois cada indivíduo poderá ter sua representação da forma que mais lhe agrada sem que seja necessária uma representação fiel de sua forma real. Além disso, busca-se propor ao aluno um contato, mesmo que virtual, com seu professor podendo sanar suas dúvidas e discutir o conteúdo da disciplina.

Nas seguintes seções serão apresentados aspectos mais específicos desta infra-estrutura, sendo a seção 2 Ambientes Virtuais, a seção 3 Ambientes Virtuais 3D, a seção 4 Descrição da arquitetura e implementação, seção 5 Resultados e por fim na seção 6 Considerações finais e perspectivas futuras.

2. AMBIENTES VIRTUAIS 3D

Os Ambientes Virtuais 3D possibilitam a imersão dentro de um modelo computadorizado, possibilitando aos seus participantes estarem imersos e rodeados por informações virtuais. Ambiente Virtual pode ser visto também como um software disponível na web, que permite aos usuários construir ambientes virtuais de

aprendizagem e ensino, simulando a sala de aula, para compartilhar documentos, realizar discussões (fóruns e chats), executar tarefas, entre outras. Comumente são aplicados em educação à distância (EaD) (Ibáñez et al., 2010), o Moodle (Dong et al., 2005), Teleduc (Metrio et al., 2007) e Blackboard (Metrio et al., 2007).

2.1 SECOND LIFE

O Second Life é um ambiente virtual e tridimensional que simula em alguns aspectos a vida real e social do ser humano. Devido a isso, muitas universidades e empresas estão investigando o uso Second Life para educar e treinar diferentes atores. Algumas pesquisas podem ser encontradas nas Universidades de Harvard e Oxford. Pesquisas utilizando o Second Life como um meio de ensino de línguas estrangeiras também estão sendo objeto de estudos.

Figura 1: Sala de aula em um ambiente tridimensional



Fonte: Os autores

2.2 OPENSIMULATOR

O *OpenSimulator*, frequentemente chamado de *OpenSim*, é um servidor open source para hospedagem de mundos virtuais similar ao Second Life. O servidor utiliza-

se do libsecondlife para cuidar da comunicação entre o cliente e o servidor, possibilitando a conexão em um servidor OpenSim por meio da utilização do cliente *Second Life* da Linden Lab. Outros clientes para o *Second Life* também podem ser utilizados uma vez que o *Second Life* e *Opensim* utilizam os mesmos protocolos de comunicação.

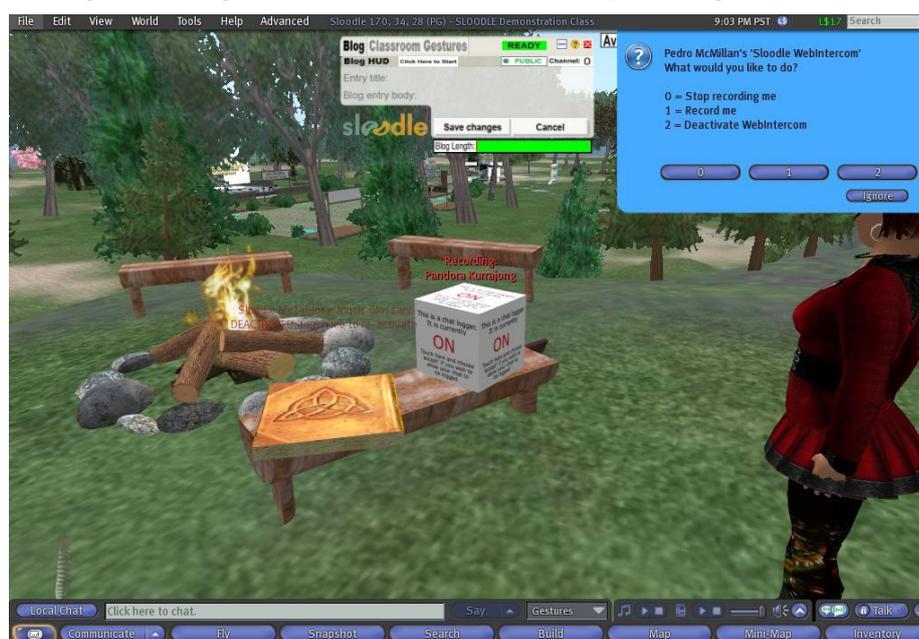
3. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM (AVA)

Conhecidos como AVAs estes softwares auxiliam na montagem de cursos acessíveis pela Internet e simulam a sala de aula presencial para cursos de EaD. Recursos de chats, blogs, diários, dicionários, envio de tarefas entre outros buscam prover ao aluno ferramentas para interação e comunicação com colegas e professores. Neste âmbito, recursos para ajudar os professores no gerenciamento de conteúdos das disciplinas e na administração do curso, permitem o acompanhamento constante do andamento dos estudantes.

3.1 MOODLE

Um exemplo destes ambientes virtuais é o Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), um software livre, de apoio à aprendizagem, executado em um ambiente virtual (Alves et. al., 2005).

Figura 2: Imagem de um ambiente virtual de aprendizagem – Moodle



Fonte: Os autores

O Moodle apresenta várias ferramentas que auxiliam na aprendizagem do aluno. Permitindo ao discente: consultar material auxiliar que o professor disponibiliza para consulta; enviar tarefas virtuais (questionário, tarefa de envio único, glossário, entre outras); conversar com o professor/colegas virtualmente (chat); discutir sobre um tema que o docente julgue interessante com seus colegas por meio de um fórum. Assim, o Moodle é um ambiente virtual que possibilita tanto ao aluno presencial quanto à distância desenvolver tarefas do curso de seu interesse.

3.2 SLOODLE

O nome Sloodle é um acrônimo modificado do moodle para Second Life Object-Oriented Distributed Learning Environment (Boulos et. al. ,2007). Este sistema integra o ambiente Second Life com o Moodle permitindo diferentes interações e representação para professores, alunos e tutores. Através do sloodle uma conceituação de presença emerge para o usuário que utiliza o ambiente.

4. DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO

Sendo esta proposta implementada dentro da Secretaria de Educação a

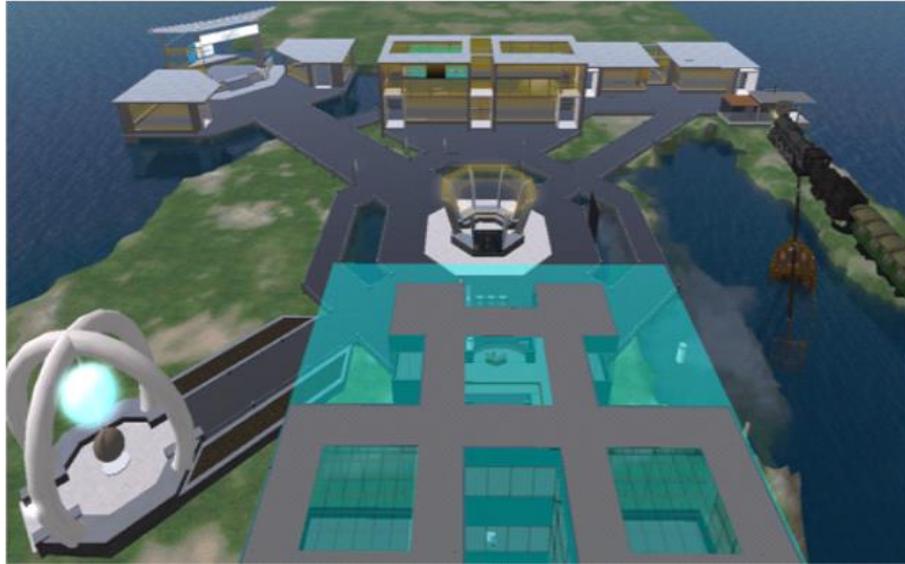
Distância, criou-se a ilha SEaD - uma pequena parte do ambiente 3D do servidor OpenSim que representa a SEaD de uma forma menos formal. O servidor OpenSim tem dois modos de execução: o modo standalone que é simples de configurar, mas limitado em relação ao número de usuários e o modo Grid, este pode ser escalonável conforme crescimento do número de usuários (Ibáñez et al., 2010). No modo *Grid*, a estrutura é dividida entre no mínimo cinco servidores: servidor de usuários, servidor de *Grid*, servidor de ativos, servidor de inventário e o servidor de simulação (ou região) (Ibáñez et al., 2010).

Além do registro das atividades do *Second Life* no *Moodle*, é possível transformar algumas atividades do *Moodle*, como por exemplo, blocos, em elementos virtuais do *Second Life*. Isso trás um novo nível de interação motivando os participantes em relação ao uso da ferramenta. É importante destacar que boa parte dos recursos do *Second Life* são pagas, devendo a instituição de ensino ou empresa que estiver interessada investir economicamente nesse tipo de iniciativa (Ibáñez et al., 2010).

É possível através da ferramenta OpenSim importar qualquer Ilhas contendo vários prédios, auditórios e outros objetos que podem no formato oar (formato para importar ilhas inteiras) e formato iar (formato para objetos desde cadeiras a prédios).

Ilhas visam aumentar a comunicação entre professores, tutores e alunos, pois possibilitam a estes atores estarem no mesmo ambiente virtual de modo a motivar a interação e auxiliar no aprendizado. Outra característica é que as ilhas visam propiciar um ambiente mais descontraído para os alunos, uma vez que estes estarão em um ambiente 3D como *avatares*, os quais podem ser construídos de forma divertida sem a representação fiel de seu aspecto físico. Além disso, os alunos estarão em uma sala de aula diferenciada com componentes que não podem ser representados no mundo real podendo voar, correr e construir objetos de acordo com sua imaginação.

Figura 3: Imagem superior da Ilha SeaD



Fonte: Os autores

4.1 INSTALAÇÃO DO SLOODLE NO OPENSIM E NO MOODLE

Inicialmente trabalhou-se na instalação do *Sloodle* o qual integra o ambiente *Second Life* com o *Moodle*. Para que viabilizar a comunicação do *OpenSim* com *Moodle* foi necessário a instalação dos pacotes do *Sloodle* no servidor do *Moodle* e do *OpenSim*. Assim, toda a comunicação é feita por meio da comunicação *Sloodle - OpenSim* e *Sloodle- Moodle*.

4.2 CONSTRUÇÃO DA ILHA SEAD

A segunda etapa foi a modelagem virtual da Ilha, construiu-se um ambiente para teste das tarefas disponíveis da ferramenta *Sloodle* e um prédio para a representação de uma disciplina criada no *Moodle* para testar as ferramentas do *Moodle* que estão disponíveis no *Second Life*. Os componentes deste ambiente são os seguintes:

Controller

O controller é um objeto do ambiente virtual 3D que faz conexão da disciplina do *Moodle* com a região da disciplina na Ilha do *Second Life*. É um recurso criado pelo *Sloodle* no *Moodle*. Este componente Controller, é o responsável por criar e controlar

os demais objetos na ilha, tais como: o Choise Vertical, Choise Horizontal, Primdrop, entre outros.

Figura 4: Representação do Controller na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Choice Vertical

O Choice Vertical da mesma forma que o Choice Horizontal é um objeto do ambiente virtual 3D que representa o Quiz, este recurso simula uma pesquisa de opinião sobre determinado assunto do Moodle no Second Life.

Figura 5: Representação do Choice Vertical na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Primdrop

O Primdrop é um recurso que permite que o Moodle receba um objeto da Ilha do Second Life. Esse objeto pode ser desde uma cadeira a um prédio.

Figura 6: Representação do Primdrop na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Quizpile

Recurso do Sloodle que permite a elaboração de questionários no ambiente virtual, permitindo ao professor realizar listas de exercícios avaliadas.

Figura 7: Representação do QuizPile na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

Lite Toolbar

Recurso do ambiente virtual Sloodle que é responsável pelo controle de gestos do Avatar no ambiente 3D, permitindo ao avatar ter movimentos que simbolizem questionamentos, dúvidas entre outros.

Figura 8: Representação do Lite Toolbar na Ilha SeaD

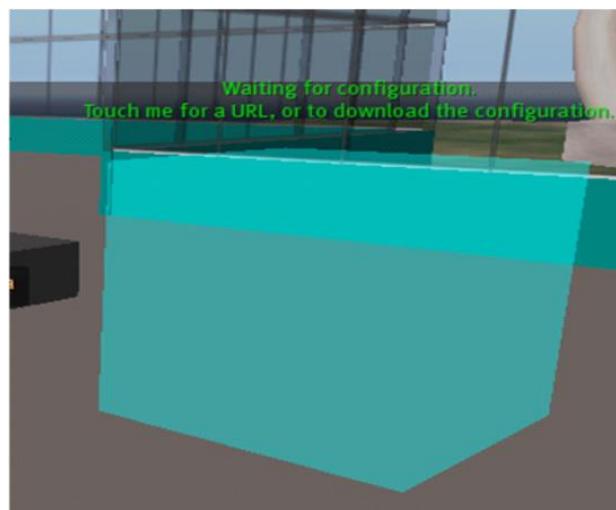


Fonte: Os autores

LoginZone

Este recurso identifica quando um avatar entra na região da disciplina e determina quais pessoas podem acessar a área da disciplina na Ilha. O LoginSone define permissões possibilitando ao professor determinar quem pode ou não assistir sua aula.

Figura 9: Representação do LoginZone na Ilha SeaD



Fonte: Os autores

5. RESULTADOS

Por fim, foram confeccionados instrumentos para instalação e validação da arquitetura proposta. Mais especificamente foram elaborados dois manuais para instalação e utilização do servidor *Second Life* e para o *OpenSim* descrevendo como acessar (caminhar, voar, construir objetos e vestir seus avatares) o ambiente virtual da SEaD (Ilha SEaD) e instalar o navegador *Hippo OpenSim* e o *Second Life*. Estes documentos demonstram todos os passos de instalação e as alterações necessárias para que usuários possam acessar a Ilha SEaD. O manual do *OpenSim* busca propiciar aos futuros usuários deste servidor um conhecimento mais rápido e detalhado sobre os procedimentos operacionais de utilização e instalação.

A sessão 2 do manual demonstra as ferramentas que podem ser utilizadas por meio da comunicação *Moodle* "C *OpenSim*, demonstrando todas as ferramentas que estão disponíveis no ambiente virtual e no Moodle. Desta forma, a equipe do núcleo tecnológico pode avaliar e analisar se a Ilha SEaD proverá um avanço para uma maior aproximação entre os professores, tutores e alunos da EaD. O treinamento demonstrou todos os passos para a instalação da Ilha SEaD, personalização dos *avatares* e demonstração das tarefas do Moodle que estão disponíveis para a Ilha SEaD.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentre as contribuições principais alcançadas por este trabalho tem-se a arquitetura proposta para utilização de ambientes virtuais de aprendizagem 3D. A construção de um instrumento de validação através da modelagem da ilha SEaD viabilizará a realização de testes futuros em termos de tempo de aprendizagem, interesse de implementação e tempo de resposta referente a navegação.

Um desafio identificado no decorrer desta implementação é a necessidade de poder computacional para o processamento da modelagem de cenários 3D complexos. Além disso, a ilha foi instalada num servidor local e depende da banda da rede para utilização em locais remotos, podendo muitas vezes ocorrer um atraso considerável para navegação no ambiente. Sendo assim, soluções em comunicação permanecem como o gargalo nas aplicações de EaD.

A arquitetura possui alguns gargalos de rede, pois não suporta um número muito grande de usuários acessando ao mesmo tempo, em nossos testes utilizamos cerca de 10 a 12 pessoas navegando na Ilha o que possibilitou uma navegação aceitável (os usuários conseguiram se mover na ilha sem problemas de conexão ou delays de conexão). Acreditamos que para um número superior a 20 pessoas a conexão fique bem lenta pois nosso servidor é um servidor de teste o que não nos possibilita um acesso em massa. Como trabalho futuro vamos testar em outro servidor com um processamento maior.

Por fim, é importante considerar que estão sendo realizados estudos no que se refere a utilização dos resultados deste trabalho como uma contribuição à UAB.

BIBLIOGRAFIA

Ibáñez, María; García, José; Galán, Sergio; Maroto, David; Morillo Diego; Kloos Carlos. Multi-User 3D Virtual Environment for Spanish Learning A Wonderland Experience. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010.

Dong, Aijuan; Li, Honglin. Multimedia Access Platform for Virtual Learning Environment, Department of Computer Science, North Dakota State University Fargo, 2005.

Kemp, W; Livingstone, Daniel; Bloomfield, Peter R. SLOODLE: Connecting VLE tools with emergent teaching practice in Second Life. Article. British Journal of Educational Technology, first published online: 15 APR 2009

Alves, Lynn; Brito, Mário. O Ambiente Moodle como Apoio ao Ensino Presencia, 05/2005. Boulos, N. Kamel; Hetherington, Lee; Wheeler Steve. Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. Maged Health Information & Libraries Journal, 14 nov. 2007

Fishwick, P.A. An introduction to OpenSimulator and virtual environment agent-based M&S applications. This paper appears in: Simulation. Conference (WSC), 13-16 Dec. 2009.

Metrio, Adriano; Pereira, Arthur. ALOHA: Um Ambiente Virtual de Aprendizado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

Second Life. Acesso em 10 de dezembro de 2011, <http://pt.wikipedia.org/wiki/Second_Life>.

OpenSimulator. Acesso em 10 de dezembro de 2011, <http://pt.wikipedia.org/wiki/OpenSimulator>

Moodle. Acesso em 10 de dezembro de 2011, < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>

Sloodle. Acesso em 10 de dezembro de 2011, <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>><http://www.sloodle.org/>

Ambiente Colaborativo: Moodle e Second Life. Acesso em 10 de dezembro de 2011 <<http://www.colaborativo.org/blog/2007/11/07/sloodle-uniao-entre-o-moodle-e-o-second-life/>>.

Second Life. Acesso em 10 de dezembro de 2011. < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>http://pt.wikipedia.org/wiki/Second_Life

Educação. Acesso em 27 de junho de 2012. < <http://wwwsecondlifevirtual.blogspot.com.br/2012/04/educacao.html>>

Second Life: Escola virtual terá ensino real de idiomas. Portal da educação. 30 de setembro de 2009.

CAPÍTULO 5

ESTUDO PRÁTICO EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS ATRAVÉS DA CONDUÇÃO DE CALOR PARA UMA BARRA DE COBRE

Anselmo Rafael Cukla

Departamento de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Av. Roraima no 1000 Cidade Universitária Bairro – RS, 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

Gustavo André Vaccari

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Passo Fundo
Estrada Perimetral Leste, 150, Passo Fundo, RS, Brasil

Marcelo Lacortt

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Passo Fundo
Av. da Amizade, 74 - Centro, Tabatinga - AM, Brasil

Zequias Ribeiro Montalvam Filho

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
R. Gonçalves Chaves, 373 - Centro, Pelotas - RS, Brasil

Fernanda Pinto Mota

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Computação
Universidade Católica de Pelotas (UCPel)
R. Gonçalves Chaves, 373 - Centro, Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: Buscando propor aos alunos que estudam equações diferenciais parciais a realização de tarefas práticas, a pesquisa em questão aborda um problema de condução de calor, o qual foi desenvolvido em dois momentos, sendo um em laboratório com o aquecimento de uma barra de cobre e outro modelado por uma equação diferencial parcial, a qual descreve a equação do calor. Dessa forma, o trabalho consiste no estudo do resfriamento de uma barra com extremidades isoladas, a qual no laboratório foi inicialmente aquecida e posteriormente resfriada a temperatura ambiente. Para coleta de dados no laboratório foi utilizado sensores e para obtenção dos resultados pela equação de condução de calor foi feito o uso do software Maple. De posse dos resultados foram feitas análises de resultados e comportamento, com auxílio de Tabelas e Gráficos. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com semelhanças significantes entre os mesmos, implicando assim na viabilidade de aplicação da tarefa prática no desenvolvimento da disciplina.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa; Equações diferenciais parciais; Condução de calor.

ABSTRACT: Seeking to propose to students who study partial differential equations to perform practical tasks, this research addresses a heat conduction problem, which

was developed in two moments, one in the laboratory with the heating of a copper bar and the other modeled. by a partial differential equation, which describes the heat equation. Thus, the work consists in the study of the cooling of a bar with isolated ends, which in the laboratory was initially heated and subsequently cooled to room temperature. Sensors were used to collect data in the laboratory and the results were obtained using the heat conduction equation using the Maple software. With the results were made analysis of results and behavior, with the help of tables and graphs. The results obtained were satisfactory, with significant similarities between them, thus implying the feasibility of applying the practical task in the development of the discipline.

KEYWORDS: Research; Partial differential equations; Heat conduction.

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de analisar a teoria com a prática, a pesquisa consiste em uma comparação de resultados obtidos por um experimento em laboratório, e resultados obtidos através da equação condução de calor.

A motivação pela pesquisa se deu ao ministrar a disciplina de equações diferenciais parciais, onde pensando em proporcionar um momento prático na disciplina, foi realizado um estudo piloto, com o intuito de viabilizar ou não a referida tarefa.

Levando em conta que a disciplina de equações diferenciais parciais é muito teórica, com exemplos e exercícios compostos por problemas, que apesar de proporcionar uma visão da aplicabilidade dos conceitos, não proporciona um conhecimento ao nível de uma aplicação prática, envolvendo laboratórios e uso de tecnologias.

A pesquisa foi realizada em um laboratório de física, entre um grupo de professores e estagiários da instituição, utilizando e operando com os materiais de maneira criativa e improvisada.

Com a cooperação e envolvimento de ambos os envolvidos no experimento, tivemos resultados interessantes e que certamente são viáveis no desenvolvimento da disciplina, assim como contribuirá positivamente para o entedimento do estudo das equações diferenciais parciais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para desenvolver a pesquisa foi necessário um resgate teórico em assuntos que nortearam o referido estudo, baseado esta em autores que tratam sobre conceitos de modelagem matemática, equações diferenciais parciais, equação de calor, Maple e Excel.

2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

A Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Dessa forma, um modelo matemático é uma representação abstrata, ou uma

aproximação, de um problema real. Tal representação pode ser expressa em termos de expressões matemáticas (equações), por meio de uma série de células inter-relacionadas em uma planilha de cálculo, entre outras. Em qualquer que seja o caso, o propósito de um modelo matemático é representar a essência de um problema de forma concisa. Isso traz uma série de vantagens, como permitir ao analista uma melhor compreensão do problema em estudo. (LACORTT, 2011, p. 23).

Ainda, segundo Bassanezi (2004), a modelagem matemática é um “método”, com etapas previamente definidas. Para ele a modelagem de uma situação problema ou problema real deve seguir uma sequência de etapas. Etapas estas que são: a Experimentação, parte onde se processa a obtenção dos dados; a Abstração, procedimento que deve levar à formulação dos modelos matemáticos, a Resolução, substituição da linguagem natural pela linguagem matemática e a Validação que é processo de aceitação ou não do modelo proposto.

2.2 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS DE SEGUNDA ORDEM

As equações diferenciais parciais EDP, são equações envolvendo duas ou mais variáveis, x, y, z, t, \dots e derivadas parciais de uma função (variável independente) $u = u(x, y, z, t, \dots)$. (IÓRIO, 2016).

Uma EDP com n variáveis independentes x_1, x_2, \dots, x_n pode ser denotada de maneira genérica como:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial u}{\partial x_n}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2}, \dots, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_n}, \dots, \frac{\partial^k u}{\partial x_n^k}) = g(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (01)$$

Onde κ denota a ordem da derivada mais alta presente na equação e $g(x_1, x_2, \dots, x_n)$ é o termo da equação que só depende das variáveis independentes.

Já as equações diferenciais parciais de segunda ordem são equações composta por variáveis descrita por derivadas parciais de funções de duas variáveis independentes, podendo ser definida de forma genérica:

$$F(x_1, x_2, u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \frac{\partial u}{\partial x_2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2}) = g(x_1, x_2) \quad (02)$$

Para resolver uma equação diferencial parcial de segunda ordem o método

mais utilizado é de separação de variáveis (NAGLE; SAFF; SNIDER, 2012). Essa técnica resulta em uma função $u(x_1, x_2)$, a qual pode ser escrita como o produto das funções $X_1(x_1)$ e $X_2(x_2)$, sendo que cada uma depende de uma variável independente, isto é, a solução será:

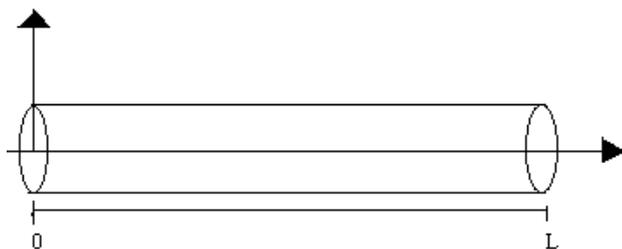
$$u(x_1, x_2) = X_1(x_1) \cdot X_2(x_2) \quad (03)$$

2.3 EQUAÇÃO DO CALOR

A equação do calor ou de difusão de calor é uma equação diferencial parcial parabólica de segunda ordem. Essa equação determina o campo de temperatura, ou seja, representa como a temperatura varia com a posição no meio. (INCROPERA et. al., 2008, p. 44).

A conceitualização da equação do calor, para Melo (2011), expressa um equilíbrio físico fundamental, no qual a taxa de calor que entra em qualquer parte da barra é igual à taxa de absorção de calor naquela parte barra.

Para estudarmos o fenômeno da transmissão do calor e a equação diferencial parcial que modela o problema, convencionalmente se considera uma barra uniforme, de comprimento L , isolada termicamente na superfície lateral e com seção transversal pequena.



A equação diferencial que descreve a condução de calor, com variação de temperatura nas extremidades nula é descrita pela equação 04.

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & (0 < x < L, t > 0) \\ u_x(0, t) &= u_x(L, t) = 0, & t > 0 \\ u(x, 0) &= f(x), & (0 < x < L) \end{aligned} \quad (04)$$

2.4 MAPLE

Para equacionamento e resolução da função condução de calor, para o problema estudado, foi utilizado o software Maple, o qual é de fácil manuseio e de grande capacidade para implementar e resolver problemas compostos por equações algébricas dos mais complexos níveis.

Onde, de acordo com Muniz e Marczak.

O software MAPLE consiste em um sistema de computação algébrica. Formalmente, computação algébrica (às vezes chamada de manipulação algébrica ou computação simbólica) pode ser definida como a computação com variáveis e constantes de acordo com as regras da álgebra, análise e outros ramos da matemática. Realiza manipulação de expressões que envolvem símbolos, variáveis e operações formais, de preferência a trabalhar com dados convencionais, na forma de números e *strings* de caracteres. Resumidamente, o MAPLE é um software matemático cuja característica principal é a possibilidade de trabalhar com informação na forma algébrica. (2001, p. 471).

2.5 EXCEL

Para representação e análise gráfica foi utilizado o software Excel, o qual é muito utilizado pelo mundo acadêmico, por ser de fácil manuseio e de grande capacidade.

De acordo com Battisti o,

O Excel é um software para criação e manutenção de Planilhas Eletrônicas, que permite, além da manipulação de cálculos em planilhas, a inclusão de gráficos criados com base nos dados da planilha. Podem ser criadas planilhas de cálculos para orçamentos, previsões e planejamentos para investimentos futuros, diversos tipos de tabelas, controle de gastos entre outras funções. (2010, p. 07).

Como dito pelo autor, o Excel é um software de fácil operação, com planilhas eletrônicas, onde é possível analisar resultados e representar gráficos diretamente em sua planilha.

3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, após definido problema, foi feita simulação em laboratório, onde foi aquecida uma barra de cobre de espessura fina, de comprimento

25,8 cm, isolada nas extremidades por tijolos refratários e aquecida por uma toxa de fogo. Experimento este relatado na Figura 02, abaixo.

Figura 1: Realização do experimento em laboratório



Fonte: Os autores

Para coleta de dados foi utilizado quatro sensores que coletavam a temperatura ao mesmo tempo, em intervalo de 17,5 segundos. Com a obtenção destes valores foi possível obter a condição inicial $u(x,0) = f(x)$ para a equação diferencial, ou seja, o equacionamento da função temperatura no início do resfriamento, considerando o tempo igual a zero.

O problema se deu de acordo com a Equação (05).

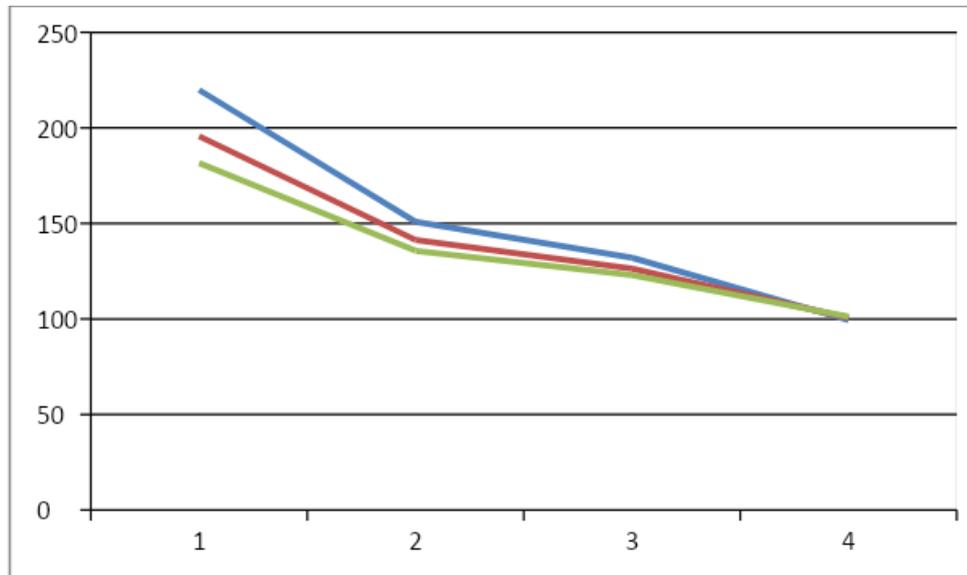
$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & (0 < x < 25.8, t > 0) \\ u_x(0,t) &= u_x(25.8,t) = 0, & t > 0 \\ u(x,0) &= f(x), & (0 < x < 25.8) \end{aligned} \tag{05}$$

Sendo que no problema em questão, considerando a que a barra é cobre, o valor de $\alpha = 0,99$.

Considerando que há uma simetria de difusão de calor, com a fonte

centralizada, foi feita a análise de resfriamento somente de um lado da barra, sendo que para o problema foi coletado e plotado quatro valores obtidos identificado pelos sensores, nos tempos 0; 17,5 e 35 segundos.

Gráfico 1: Valores de 3 amostrasa coletados pelos sensores



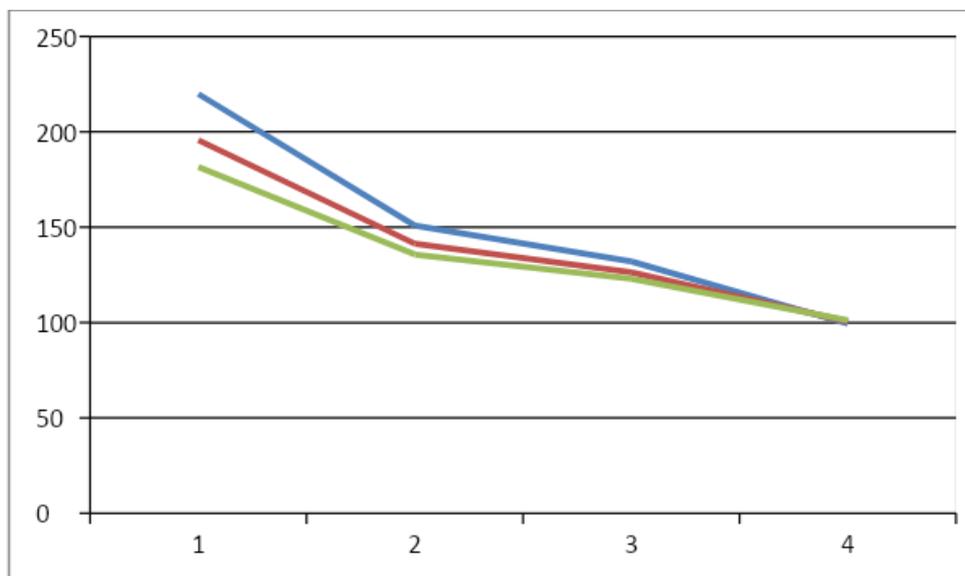
Fonte: Os autores

Com a utilização de processos matemáticos, inclusive numéricos, foram implementadas as funções no software Maple, obtendo assim uma função condução de calor para o problema trabalhado (Equação 06), com series numéricas com dez termos, a qual foi utilizada para a obtenção dos resultados, através de diversas simulações, para comparação dos valores obtidos via equação condução de calor e os obtidos via aquecimento realizado em laboratório.

$$\begin{aligned}
 u(x, t) = & 104.8 - 24.08397853\cos(0.03676470588\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & - 60.99160414\cos(0.07352941176\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & + 23.74645463\cos(0.1102941176\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & + 5.125982802\cos(0.1470588235\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & - 6.772070902\cos(0.1838235294\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & - 33.23661704\cos(0.2205882353\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & + 14.55765905\cos(0.2573529412\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & + 7.147300507\cos(0.2941176470\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & - 9.116259658\cos(0.3308823529\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t} \\
 & - 8.238112494\cos(0.3676470588\pi x) e^{-0.001324745891 \pi^2 t}
 \end{aligned} \tag{06}$$

Os valores exposto neste artigo, encontrados pela equação 06, são correspondentes aos tempos 0; 17,5 e 35 segundos, expressos no Gráfico 02, abaixo.

Gráfico 2: Valores de 3 amostras obtidos pela equação do calor



Fonte: Os autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após todo o processo que compõe a pesquisa, foi possível obter valores da temperatura, através do aquecimento da barra, assim como os valores da temperatura para a barra através da Equação condução de calor, onde foram comparados os resultados. Estes resultados estão expostos nas Tabelas 01 e 02 abaixo e nos Gráficos 01 e 02, descritos na metodologia.

Tabela 01: Amostra dos dados obtidos via laboratório [autor]

Comp/Tempo	0 s	17,5 s	35 s
13,6 cm	306	272	243,5
6,8 cm	120,5	118,75	115,75
10,2 cm	102,75	98,75	97
23,8 cm	80	81,75	82,25

Tabela 02: Amostra dos dados obtidos via Equação do calor

Comp/Tempo	0 s	17,5 s	35 s
13,6 cm	219,8	195,6	181,6

6,8 cm	150,9	141,33	135,7
10,2 cm	132	126,3	123
23,8 cm	99,4	100,5	101,2

Os resultados se assemelham nos valores e comportamento, onde somente para o tempo zero há uma diferença mais considerável.

Tais diferenças podem ser responsabilizadas pelas condições do experimento, como fonte de calor, isolamento das extremidades e temperatura ambiente, assim como a formação da equação condução de calor, sendo que a mesma é constituída por processo numérico com apenas dez termos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentou resultados significante, onde realizando uma análise dos valores obtidos pelo experimento realizado no laboratório e os obtidos pela equação condução de calor, se observa uma proximidade nos valores e principalmente comportamento gráfico dos resultados.

Pesquisas comparativas entre resultados práticos e teóricos são de fundamental importância nas academias, pois leva aos pesquisadores um enriquecimento de conhecimentos, além de proporcionar recursos diferenciados para serem trabalhados em sala de aula, levando aos alunos uma abordagem diferenciada de estudos.

Considerando que é possível melhorar os resultados, tratamos esta pesquisa aberta para melhorias, com necessidade de aprimoramentos, tanto no experimento como na modelagem da equação.

Já, levando em conta o principal objetivo da pesquisa, que é verificar viabilidade ou não de realização de uma tarefa prática, envolvendo o assunto de equações diferenciais parciais, conclui-se que certamente é possível, assim como é um momento que proporcionará aos alunos um momento estimulante e agradável de obtenção de conhecimentos.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, Joni Rodney Carlos. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. 2ed. São Paulo: Contexto, 2004, 389p.

BATTISTI, Júlio Cesar Fabris. Excel básico em 120 Lições. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

INCROPERA, F. P. Z. gM. Fundamentos de Transferência de calor e de massa. Tradução e revisão técnica Eduardo Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. Rio de Janeiro : LTC, 2008.

IÓRIO, V. M. EDP: Um Curso de Graduação. Coleção Matemática Universitária: Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Rio de Janeiro, 2010.

LACORTT, Marcelo. Modelagem matemática para otimização do tráfego urbano semaforizado. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Concentração Infraestrutura e Meio Ambiente) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo.: RS 2011.

MELO, Kelly Jacqueline Moura de,. Aplicação do método das diferenças finitas explícito na solução da equação do calor para o caso transiente e unidimensional. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. 2011.

MUNIZ, André R., MARCZAK, Lígia D. F., Uso do software maple no ensino de transferência de calor. Cobenge, 2001.

NAGLE, R. K.; SAFF, E. B.; SNIDER, A. D. Equações Diferenciais. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-6016-048-4