

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE
MESQUITA FILHO"**

Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

Ivo Augusto Bortoloto Sossai

Realidade Virtual no Ambiente de Ensino e Aprendizagem Moodle

BAURU

2015

Ivo Augusto Bortoloto Sossai

Realidade Virtual no Ambiente de Ensino e Aprendizagem Moodle

Orientador: Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação

BAURU

2015

Ivo Augusto Bortoloto Sossai

Realidade Virtual no Ambiente de Ensino e Aprendizagem Moodle

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega
Professor Doutor
Dco - FC - UNESP - Bauru
Orientador

Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa
Professor Doutor
Dco - FC - UNESP - Bauru

Prof. Dr. João Pedro Albino
Professor Doutor
Dco - FC - UNESP - Bauru

Bauru, 30 de março de 2015

Dedico esse trabalho à minha segunda mãe, minha tia Kutty. Mulher que tanto me ensinou, acreditou e torceu por mim. Mas que partiu antes que eu pudesse tornar real um de seus maiores sonhos.

AGRADECIMENTOS

Não importa qual seja sua crença, o importante é que você tenha onde direcionar sua fé. Só então você não se sentirá desamparado e abandonado nos momentos de dificuldade. Agradeço, antes de tudo, à Deus por todas as pessoas colocadas em minha vida. Se não fosse por Ele, nada teria existido em minha vida.

Agradeço meus pais, Sérgio e Cidinha, por toda paciência e todo esforço enfrentado para me oferecer uma vida melhor. Agradeço minha irmã, Vivi, por todo incentivo e ensinamento compartilhado. Minha família é, sem dúvida, a base da minha vida.

Agradeço minha namorada, Vanessa, pela forma como ela me faz sentir verdadeiramente vivo, por sua capacidade em me trazer paz nos momentos de angústia e por me ajudar a entender o melhor que eu posso ser. Ela é a pessoa com quem eu amo partilhar a vida.

Agradeço meu orientador, Prof^o Dr. José Remo Ferreira Brega, e o amigo Mário pela oportunidade oferecida para concretização do trabalho e por estimular minha independência durante a realização. A liberdade é a forma mais simples para se construir uma vida próspera.

Agradeço o ex-companheiro de trabalho Virgílio que, mesmo não tendo uma relação verdadeira, foi um guia nos momentos de aperto. Agradeço, equitativamente, o amigo e companheiro de trabalho Diego que sempre esteve ao dispor para auxiliar em quaisquer questões de desenvolvimento. A generosidade sem dúvidas torna a vida mais rica e completa.

Agradeço, ainda, a todos familiares e amigos por todo incentivo, constante apoio e por jamais deixarem de acreditar em mim. Por mais que o tempo teime em tornar alguns mais distantes, vocês são os responsáveis pela integridade da minha vida.

"May you always do for others and let others do for you."

"May you grow up to be righteous; may you grow up to be true."

"May you always know the truth and see the lights surrounding you."

Bob Dylan.

RESUMO

SOSSAI, I. A. B. Realidade Virtual no Ambiente de Ensino e Aprendizagem Moodle. 47 f. Monografia – Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, 2015.

O uso de modernas tecnologias para o desenvolvimento de recursos para ambientes de ensino cria novas oportunidades para melhorar sua eficácia e aumentar o envolvimento no processo de aprendizagem. Como consequência, a educação à distância ganha um ambiente mais interativo e prazeroso para os alunos. Esta monografia apresenta um estudo dos meios que proporcionam maior imersão e relacionamento dos estudantes com os objetos de transmissão de conhecimento. Este trabalho estuda, também, uma forma para tornar a experiência de aprendizado em algo mais rico e proveitoso, mas atentando-se às integrações e adaptações que modernas tecnologias concedem. Sem uma correta orientação, o desenvolvimento torna-se custoso. São apresentados o conceito de ambiente virtual de aprendizagem, a evidência do melhor proveito de ambientes que oferecem interação com objetos mais próximos do real e as soluções para se alcançar tal realização. Finalmente, são exibidos os desenvolvimentos elaborados e é feita uma análise destes.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Educação à Distância, Moodle, Sloodle, SCORM.

ABSTRACT

SOSSAI, I. A. B. Virtual Reality in the Teaching and Learning Environment Moodle. 47 f. Monografia – Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, 2015.

The use of modern technologies for the development of resources for learning environments creates new opportunities to improve their efficiency and increase engagement in the learning process. As a result, distance learning gains a more interactive and enjoyable environment for students. This monograph presents a study of tactics which provide greater immersion and interaction of students with the knowledge transmission objects. This paper also studies a way to make the learning experience into something more rich and useful, but paying attention to additions and adaptations that modern technology grant. Without proper guidance, development becomes costly. It is presents the concept of virtual learning environment, the evidence of improved performance environments that provide interaction with objects closer to reality and the solutions to achieve such an accomplishment. Finally, are displayed the developments made and an analysis is made of these.

Keywords: Virtual Reality, Distance Learning, Moodle, Sloodle, SCORM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Classificação de Sistemas de Aprendizagem em Mundos Virtuais	21
Figura 2	– Modelo Conceitual do Sloodle	23
Figura 3	– <i>Show Room</i> para Estudos de Projeções Ortogonais	24
Figura 4	– Sala Virtual Integrada ao Moodle	26
Figura 5	– Ambiente Virtual Moodle Desenvolvido	27
Figura 6	– Execução do OpenSim	28
Figura 7	– Modelo 3D Importado para o Mundo Virtual OpenSim	28
Figura 8	– Acesso ao Moodle Através de um Monitor Adicionado no OpenSim	29
Figura 9	– Integração das Ferramentas do Moodle e OpenSim	29
Figura 10	– Modelo Virtual de um Crânio Humano	38
Figura 11	– Modelo Virtual Carregado em um Navegador Web	39
Figura 12	– Estrutura do Pacote SCORM	40
Figura 13	– Modelo Virtual Carregado à partir de uma Atividade no Moodle	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Documentação da Busca nas Bases Científicas Definidas	15
Tabela 2	– Resultados da Busca	15
Tabela 3	– Nova Documentação da Busca nas Bases Científicas Definidas	16
Tabela 4	– Novos Resultados da Busca	16

LISTA DE SIGLAS

DAE	Digital Asset Exchange
VLE	<i>Virtual Learning Environment</i>
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
LMS	<i>Learning Management System</i>
CMS	<i>Course Management System</i>
Sloodle	Simulated Linked Object-Oriented Learning Environment
SL	Second Life
OpenSim	Open Simulator
VR	<i>Virtual Reality</i>
SCORM	Sharable Object Content Reference Model
ADL	Advanced Distributed Learning
COLLADA	COLLABorative Design Activity

LISTA DE CÓDIGOS

6.1	Inserção Função Collada Loader JS	p. 38
6.2	Carregamento Arquivo Collada	p. 38
6.3	Inserção Função Orbit Control JS	p. 39
6.4	Criação Interação Objeto	p. 39
6.5	Definição Tag Manifest.....	p. 40
6.6	Definição Tag Metadata	p. 41
6.7	Definição Tag Organizations	p. 41
6.8	Definição Tag Resources	p. 41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.2	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	12
2	REVISÃO SISTEMÁTICA	14
3	AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	17
3.1	MOODLE	18
4	APRENDIZAGEM EM MUNDOS VIRTUAIS	20
4.1	SLOODLE	23
4.1.1	Second Life	24
4.1.2	Open Simulator	25
4.2	DESENVOLVIMENTO MOODLE E MUNDOS VIRTUAIS	26
5	ANÁLISE E INVESTIGAÇÃO	31
6	AMBIENTE DE ENSINO OTIMIZADO	33
6.1	PADRÕES E REUTILIZAÇÃO DE CONTEÚDOS	34
6.1.1	SCORM	35
6.1.2	WebGL	36
6.2	DESENVOLVIMENTO AMBIENTE OTIMIZADO	37
7	CONCLUSÃO	43
8	TRABALHOS FUTUROS	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Moore (1989), quando falamos em educação à distância, três modelos de interação logo nos vem a mente: aluno-professor, aluno-aluno e aluno-conteúdo. Entretanto, conforme nos lembram Hillman, Willis e Gunawardena (1994), há ainda um quarto tipo de interação que muitas vezes é passado despercebido, ou que, mesmo sendo de fundamental importância, é simplesmente ignorado: a relação aluno-interface.

Sendo os estudantes de hoje conhecidos por serem nativos da Era Tecnológica (PRENSKY, 2012), uma maior atenção precisa ser dada a esse quarto relacionamento de forma a tirar o máximo proveito da naturalidade e facilidade com que essa geração consegue se adaptar às tecnologias e aos demais recursos modernos. Além disso, Valente e Neto (2007) afirmam acreditar que a escola que temos hoje se tornará cada vez mais rara, pois, com o advento das tecnologias da Web 2.0 e da Web 3D, a distinção entre educação à distância e educação presencial será cada vez menos perceptiva.

Durante os últimos anos, devido à luta da indústria para manter os nativos da Era Tecnológica envolvidos com a informação e a tecnologia, houve uma significativa evolução no desenvolvimento de novas técnicas de ensino (KLOOS et al., 2010). Como consequência, inúmeras novas oportunidades de aprendizado e ensino se tornaram mais atingíveis (CALLAGHAN et al., 2009).

Todavia, conforme Kloos et al. (2010) nos alertam, ainda existem questões abertas na área, sendo a principal delas a usabilidade das diferentes abordagens e sua relação com a tecnologia de ensino adotada.

Ao se utilizar mundos virtuais em ambientes de estudo, conforme constatou Mattar (2008), ou mesmo em reformulados ambientes de ensino, de acordo com Scutaru et al. (2009), é garantido um aprendizado mais lúdico e contagiante, pois a interação com o conteúdo do estudo é mais intensa e prazerosa (MATTAR, 2008).

É importante, porém, ressaltar, conforme lembrado por Bloomfield e Livingstone (2009), Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010) e Callaghan et al. (2013), que, mundos virtuais possuem,

sim, excelentes ferramentas para criar um alto grau de imersão, transformando a experiência de aprendizado em algo mais rico e proveitoso. Todavia, conforme o trabalho elaborado por Scutaru et al. (2009), é necessário estar atento a respeito da integração virtual e da adaptividade de tais ambientes imersivos com a capacidade educacional da plataforma de ensino utilizada, pois, sem a orientação correta, isto se torna algo custoso de se alcançar.

O presente trabalho visou estudar e descobrir ferramentas que tornam o ensino mais contagiante e imersivo. Para isso, um objeto tridimensional em formato Digital Asset Exchange (DAE) foi utilizado como referência.

Nos tópicos seguintes são exibidos, detalhadamente, os objetivos do trabalho e a estrutura da monografia.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho são:

- Elaborar um estudo sobre a aprendizagem no ambiente virtual Moodle;
- Descobrir quais recursos viabilizam a utilização de conteúdos interativos tridimensionais com vínculo direto ao ambiente Moodle;
- Analisar, dentre os recursos abordados, quais os mais eficazes e práticos para tornar o aprendizado no ambiente Moodle mais contagiante e imersivo; e
- Desenvolver um conteúdo interativo de acordo com os resultados obtidos.

1.2 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Esta monografia está estruturada do seguinte modo:

- O Capítulo 2 aborda a importância da revisão sistemática no direcionamento das pesquisas científicas. Posteriormente, são apresentados os artifícios empregados para pesquisa desta monografia;
- O Capítulo 3 apresenta conceitos relacionados aos VLEs e a concepção do ambiente Moodle;
- O Capítulo 4 apresenta análises relacionadas à utilização de mundos virtuais como ferramenta educacional. Sequencialmente, é mostrado o desenvolvimento da integração obtida entre o mundo virtual OpenSim com o ambiente Moodle;

- O Capítulo 5 apresenta estudos e investigação da praticidade da adequação de mundos virtuais para o domínio educacional;
- O Capítulo 6 apresenta um mecanismo mais proveitoso e convincente para elaboração de um ambiente mais estimulante aos alunos. Após, é exibido o desenvolvimento de um recurso interativo utilizado diretamente no ambiente Moodle;
- O Capítulo 7 apresenta as conclusões deste trabalho baseadas nas pesquisas e nos desenvolvimentos; e
- O Capítulo 8 aborda os possíveis trabalhos para continuidade deste projeto.

2 REVISÃO SISTEMÁTICA

No presente capítulo será apresentado a definição de revisão sistemática, assim como o planejamento e a condução da pesquisa por artigos científicos para o desenvolvimento deste trabalho.

Conforme mostram Kitchenham et al. (2009), a revisão sistemática é a identificação, avaliação e interpretação de material científico para uma questão de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse. Todas as produções científicas utilizadas na revisão sistemática são chamadas de Estudos Primários.

Segundo Kitchenham et al. (2009), existem muitas razões para a execução da revisão sistemática, as mais comuns são:

- Sumarizar evidências sobre algum tratamento ou tecnologia, para se obter dados empíricos dos benefícios e limitações de um método ágil específico;
- Identificar lacunas em uma pesquisa, afim de sugerir áreas para maiores investigações; e
- Fornecer um *framework* ou base, afim de posicionar novas atividades de pesquisa apropriadamente.

A parte mais importante de qualquer revisão sistemática, conforme Kitchenham et al. (2009), é a especificação das questões de pesquisa. Tais questões guiarão a metodologia da revisão sistemática por completo. Para este trabalho, inicialmente foram feitas as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os fundamentos teóricos e meios técnicos que viabilizam o uso de mundos virtuais no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle?
- O uso de mundos virtuais no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle apresenta melhoria efetiva no ensino e aprendizagem?

Por meio das questões de pesquisa foi obtida a lógica de busca **LB1**:

(("virtual environment") OR ("virtual world") OR ("virtual reality")) AND (("virtual learning environment") OR ("e-learning") OR ("distance learning") OR ("computer supported collaborative learning") OR ("collaborative learning")) AND ("moodle") AND ("sloodle")

As Tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente, a documentação da busca nas bases científicas definidas e os resultados obtidos.

Tabela 1: Documentação da Busca nas Bases Científicas Definidas.

Base Científica	Lógica de Busca	Intervalo de Ano	Data
IEEE Xplore	LB1	2008-2013	07/02/2014
ACM Digital Libray	LB1	2008-2013	07/02/2014

Tabela 2: Resultados da Busca.

Base Científica	Produção Científica
IEEE Xplore	37
ACM Digital Libray	3
Total	40
Candidatos	32
Estudos Primários	8

Posteriormente, devido alguns questionamentos sobre as ferramentas até então utilizadas, tornou-se necessário levantar outras questões:

- É possível transportar a imersão e a interação que os mundos virtuais oferecem diretamente no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle?
- A imersão e interação providenciada pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle é de fato efetiva no ensino e aprendizagem?

Tendo essas novas questões elaboradas, um nova lógica de busca **LB1** foi estabelecida:

(("virtual environment") OR ("virtual world") OR ("virtual reality")) AND (("virtual learning environment") OR ("e-learning") OR ("distance learning") OR ("computer supported collaborative learning") OR ("collaborative learning")) AND ("moodle") AND (("scorm") OR ("three.js") OR ("collada") OR ("dae"))

A nova documentação da busca nas bases científicas definidas e os novos resultados obtidos estão, respectivamente, exibidos nas Tabelas 3 e 4

Tabela 3: Nova Documentação da Busca nas Bases Científicas Definidas.

Base Científica	Lógica de Busca	Intervalo de Ano	Data
IEEE Xplore	LB1	2009-2015	24/01/2015
ACM Digital Libray	LB1	2009-2015	24/01/2015

Tabela 4: Novos Resultados da Busca.

Base Científica	Produção Científica
IEEE Xplore	8
ACM Digital Libray	2
Total	10
Candidatos	8
Estudos Primários	4

Kitchenham et al. (2009) definem como estudos primários os trabalhos, entre os resultados da busca em bibliotecas científicas, que atendem melhor as questões de pesquisa e são assim efetivamente usados na revisão sistemática. Os artigos candidatos foram lidos e analisados para se obter os estudos primários que, por sua vez, foram usados na fundamentação teórica.

3 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

Com o objetivo de auxiliar os professores no gerenciamento de conteúdos para seus alunos e na administração do curso, o Ambiente Virtual de Aprendizagem (VLE) além de ajudar na montagem de cursos via Internet, ainda permite ao responsável acompanhar constantemente o progresso de cada estudante (KONSTANTINIDIS et al., 2010).

Para Konstantinidis et al. (2010), as características mais importante do VLE são adaptatividade, personalização, extensibilidade e adaptação:

- Adaptabilidade: engloba todas as facilidades que permitem a personalização da plataforma para as necessidades da instituição, como por exemplo, a língua;
- Personalização: os aspectos de personalização indicam a facilidade com que cada estudante pode personalizar a plataforma de acordo com seu ponto de vista;
- Extensibilidade: o grau de extensibilidade irá variar de uma plataforma para outra devido ao fato delas serem produtos de código aberto (*open-source*). Isto é, desde o estilo de programação adotado até a existência ou não de uma API poderá tornar a plataforma mais extensível ou não;
- Adaptação: indica todos os tipos de adaptação automática para as necessidades individuais de cada usuário, por exemplo, as anotações pessoais sobre determinado assunto estudado.

Para Scutaru et al. (2009), o VLE mudou os papéis dos professores: eles se tornaram companheiros dos alunos; eles se tornaram organizadores da atividade de aprendizagem. Vistos antes como pessoas que penalizavam a aprendizagem por meios de notas, os professores tornaram-se facilitadores da autossuficiência dos alunos.

Entretanto, o uso de tecnologias de informação desde os anos 80 do século passado, segundo Scutaru et al. (2009), tem influenciado as crianças e os adolescentes, que hoje são os alunos. A gratificação imediata, o desejo de apoio e *feedback* e a ânsia por novas tecnologias,

características marcantes dessa Geração Tecnológica, torna necessária constantes alterações e melhorias nos meios de ensino tradicionais (SCUTARU et al., 2009).

A aprendizagem virtual introduziu, conforme constata Scutaru et al. (2009), oportunidades diferentes e adequadas - comparando-se ao processo de ensino clássico - para a Geração Tecnológica. Paralelamente e de forma complementar, os recentes sucessos e avanços das técnicas da Web 2.0 e Web 3D promovem fortemente a utilização de modernos meios de ensino e aprendizado (KLOOS et al., 2010). Com isso, uma maior competição global em oferecer experiências mais eficazes de ensino nos é proporcionada (SCUTARU et al., 2009).

Assim sendo, de acordo com Scutaru et al. (2009), o processo de aprendizagem se tornou flexível, uma vez que o aluno é capaz de acessar seus materiais "onde, quando e como quiser". Para e com isso, conforme constatado por Hillman, Willis e Gunawardena (1994), o artifício utilizado para ensino necessita ser influente: um ambiente amigável poderá determinar o sucesso da aprendizagem, desde que este seja cativante e produtivo. Atualmente, o Moodle é um dos mais populares VLE.

3.1 MOODLE

O Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle), também conhecido como Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem (LMS) é um Sistema de Gerenciamento de Curso (CMS) para apoio ao ensino e aprendizagem, e é designado para o trabalho colaborativo através da Internet ou de uma rede local (MOODLE, 2015).

Sob licença GNU-GPL, o Moodle é distribuído com código aberto e gratuito e possui grande abrangência de uso. Esse sistema *e-learning* é capaz de administrar atividades educacionais, criando cursos *on-line* e processos destinados a educação (TORRES; SILVA, 2008).

Elaborado para gestão de ensino-aprendizagem e tendo como metodologia pedagógica o sócio-construtivismo, a plataforma Moodle oferece aos professores diversos recursos e funcionalidades visando acatar as necessidades de cada usuário (MOODLE, 2015).

Conforme mostrado por Torres e Silva (2008), o conceito de engenharia de software que conduz o desenvolvimento contínuo da plataforma é a adoção de uma arquitetura baseada em componentes, permitindo que diferentes módulos do sistema sejam elaborados pelo próprio usuário.

Como em qualquer outra plataforma de gerenciamento de conteúdo e tarefas, o Moodle também possui conceitos específicos para seu propósito e para administração de funcionalidades

e recursos (MOODLE, 2015), tais como:

- Usuários: durante a instalação do sistema, alguns tipos de usuários são pré-definidos (Visitante, Usuário Autenticado, Estudante, Monitor, Professor, Designer e Editor do Curso e Administrador); novos usuários podem ser criados conforme necessidade.
- Arquitetura: por ser uma aplicação desenvolvida em PHP, os serviços do ambiente são oferecidos em quatro camadas:

Servidor HTTP: Apache ou IIS;

Banco de Dados: MySQL, Oracle, MS-SQL Server, etc.;

Servidor de arquivos/diretórios;

Sistema Operacional: Linux, Solaris, Windows ou Mac OS.

- Funcionalidades: o sistema é dividido em atividades (Lições Interativas, Portefólios, Textos Colaborativos, Glossários, Perguntas Frequentes, Canais de Conversa, Fórum de Discussão, Diários, Questionários de Avaliação, Tarefas e Exercícios) e recursos (Página de Texto, Página de Internet, Diretório/Repositório, Pacote de Conteúdo, Rótulo).

Mais de 70.000 universidades, corporações e escolas em mais de 200 países, contabilizando mais de 80 idiomas, utilizam o Moodle para suas necessidades de aprendizagem *on-line* (MOODLE, 2015).

Entretanto, conforme visto por Valente e Neto (2007), Scutaru et al. (2009) e Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), com as inúmeras e contínuas melhorias que o mundo tecnológico sofre a cada dia, as expectativas da Geração Tecnológica também cresce. Com isso, a experiência no mundo *e-learning* precisa ser reformulada, de forma a trocar os simples textos e os modestos sistemas multimídias por algo mais estimulante (VALENTE; NETO, 2007).

4 APRENDIZAGEM EM MUNDOS VIRTUAIS

Mundos virtuais são definidos como ambientes 3D onde o usuário é representado por um avatar e é capaz de navegar, agir e comunicar-se. Apesar da semelhança aparente, os mundos virtuais se diferem dos jogos *on-line*, uma vez que não há um objetivo determinado para ser cumprido ou uma história a ser seguida (STIEGLITZ; LATTEMANN; FOHR, 2010).

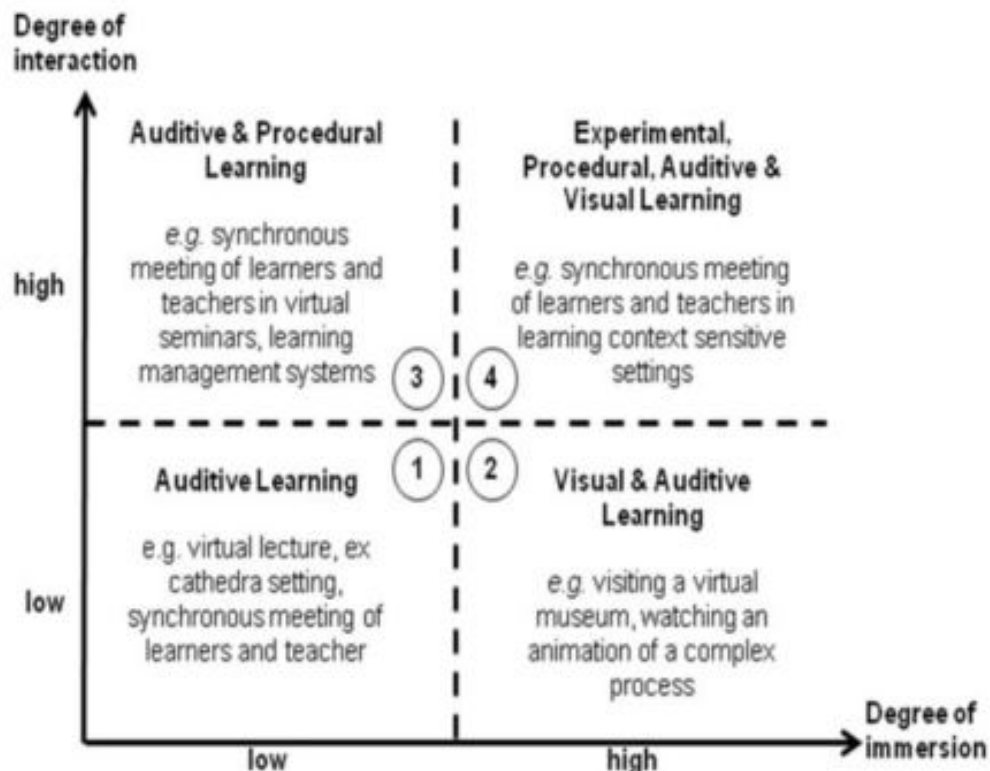
Quando comparado com as tecnologias da Web 2.0, como por exemplo, *wikis*, *podcasts* ou *blogs*, mundos virtuais são capazes, conforme mostram Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), de criar novas formas de comunicação, colaboração e cooperação via Internet através da utilização de um ambiente 3D com personificação de avatares e comunicação por voz, transferindo, assim, a sensação ao utilizador de que ele está em um ambiente real.

Conforme constataram Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), a partir do momento em que o usuário é capaz de criar seu próprio ambiente e mover-se em três dimensões experimentando outros sentidos, ele se torna parte da experiência e, por isso, é vivida a sensação de realismo do ambiente. Além disso, o usuário ainda é capaz de conviver e se comunicar com os demais objetos.

Os mundos virtuais têm um caráter altamente imersivo e interativo. Como consequência, ocorre um andamento mais efetivo na aprendizagem. As funcionalidades dos mundos virtuais são adequadas para transferir conhecimento visual e auditiva, conhecimento conceituado e processual, e, em particular, o conhecimento experimental (STIEGLITZ; LATTEMANN; FOHR, 2010).

Na Figura 1 é apresentada uma classificação dos sistemas de aprendizado em mundo virtuais, de acordo com o grau de interação e imersão, proposto por Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010).

Figura 1: Classificação de Sistemas de Aprendizagem em Mundos Virtuais



Fonte: (STIEGLITZ; LATTEMANN; FOHR, 2010)

- Quadrante 1: quando imersão e interação são baixos, a aquisição de conhecimentos é dada principalmente na forma auditiva. Isto é, enquanto o professor apresenta conteúdo de aprendizagem através da voz, texto, video ou apresentação de slides, os estudantes estão habilitados a ouvir, fazer perguntas e utilizar serviços adicionais da Internet para obter mais informações. Apesar de ser possível o emprego de mundos virtuais para estes fins, Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010) acreditam não existir reais vantagens para alunos e professores, uma vez que esses tipos de ambientes não usufruem de elementos para imergir e interagir aqueles que o utilizam;
- Quadrante 2: para melhor visualização de um ambiente com alto grau de imersão e baixo grau de interação, considere um museu. Mesmo que ambientes de aprendizado não exijam uma alta interação do usuário, é possível que este seja desenvolvido através de mundos virtuais. Conforme mostrado no trabalho de Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), a Universidade Técnica de Dresden reconstruiu o Dresdner Zwinger para permitir que pessoas de todo o mundo possam conhecer e explorar o edifício e suas pinturas sem a necessidade de gastar dinheiro e perder tempo viajando;
- Quadrante 3: combinando um baixo grau de imersão com um alto grau de interação, o am-

biente resultante oferece efeitos visuais e auditivos ideais para encontros virtuais como, por exemplo, seminários e reuniões de equipe. Ainda assim, esses casos não exploram completamente o potencial dos mundos virtuais; e

- Quadrante 4: abordagens de aprendizagem inovadoras são, conforme afirmam Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), baseadas em um alto grau de imersão e um alto grau de interação. Tais conceitos fazem com que o conhecimento seja transmitido via experimental, processual, auditiva e visual.

Em seu trabalho, Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010) constataram a adesão de três universidades alemãs ao inovador conceito de aprendizado que faz uso de um igual alto grau de imersão e interação. Na Faculdade de Direito da Universidade Saarbrücken foi desenvolvido um tribunal virtual que oferece aos estudantes a oportunidade de assumir a posição de um advogado ou procurador e defender suas declarações. Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010) contam que o tribunal simulado retrata de uma forma bastante impressionante o potencial de aprendizado dos alunos.

Na Faculdade de Düsseldorf, o Instituto Inglês de Literatura Medieval reconstruiu um ambiente medieval no Second Life que permite aos alunos conversar, compartilhar informações, experimentar o modo de trabalho e viver de acordo com as características de um milênio atrás. Essas características altamente imersivas, conforme dizem Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), são de uma importância crucial para fazer com que os alunos sintam-se como uma parte do mundo e, assim, tenham uma melhora no processo de aprendizagem.

No terceiro trabalho, realizado na Universidade de Potsdam, foi desenvolvido um ambiente inovador capaz de treinar os alunos de ciências da vida inexperientes na área de economia. É fornecido uma plataforma onde estes podem praticar atividades empresariais com risco livre, uma vez que, produtos, planos de negócios e pesquisas são virtuais. Conforme frisam Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010), esse ambiente fornece aos estudantes a oportunidade de obter e exercer experiências empresariais dentro de uma simulação autêntica sem os riscos das atividades do mercado real, como perda de dinheiro ou relações de negócio.

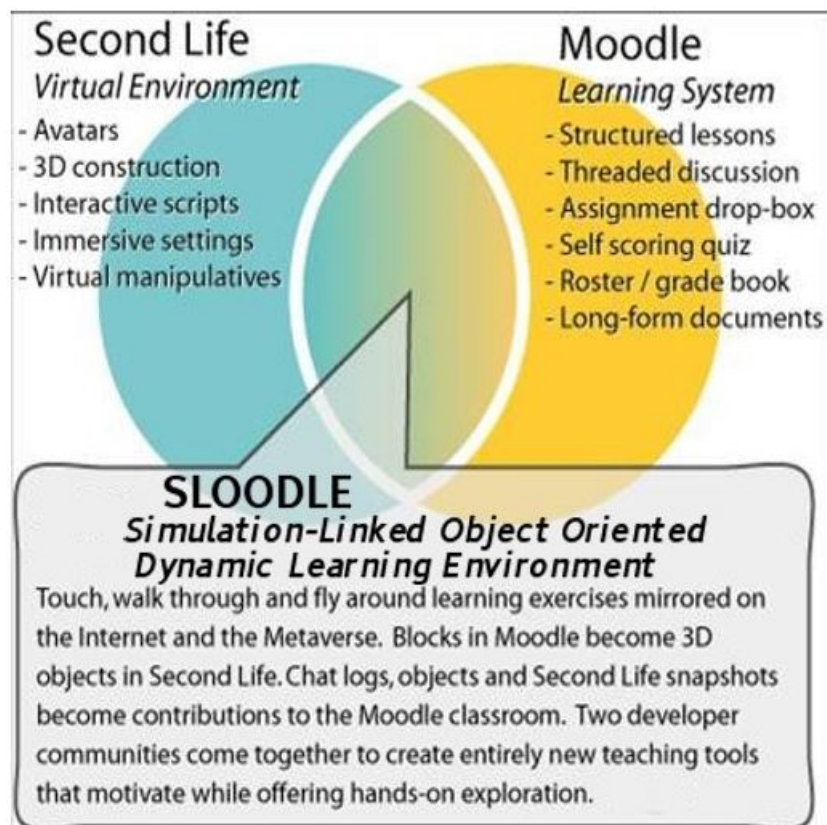
Apenas abordagens que se enquadram no quarto quadrante exploram completamente os potenciais que os mundos virtuais têm a oferecer. Mesmo com o intenso apoio ao ensino, o mundo virtual sozinho não é apropriado para o conduzir e gerenciar ambientes de aprendizado. Para tal, é necessário a integração do mundo virtual com uma plataforma de ensino à distância (STIEGLITZ; LATTEMANN; FOHR, 2010).

4.1 SLOODLE

Conforme observado por Konstantinidis et al. (2010), a integração de um ambiente virtual 3D com os tradicionais VLE se transformou em uma tendência. E esta integração é útil para interpor mundos imersivos em ambientes educacionais. Uma das mais recentes apostas nessa área é o Simulated Linked Object-Oriented Learning Environment (Sloodle), que permite que atividades criadas no Moodle possam se juntar a um ambiente 3D interativo do mundo virtual Second Life (SL) e/ou Open Simulator (OpenSim) (CALLAGHAN et al., 2009).

O maior benefício da união dessas duas plataformas distintas é a possibilidade de recriar espaços de aprendizagem, usufruindo das riquezas de cada uma das plataformas, conforme mostado na Figura 2.

Figura 2: Modelo Conceitual do Sloodle



Fonte: (SLOODLE, 2014)

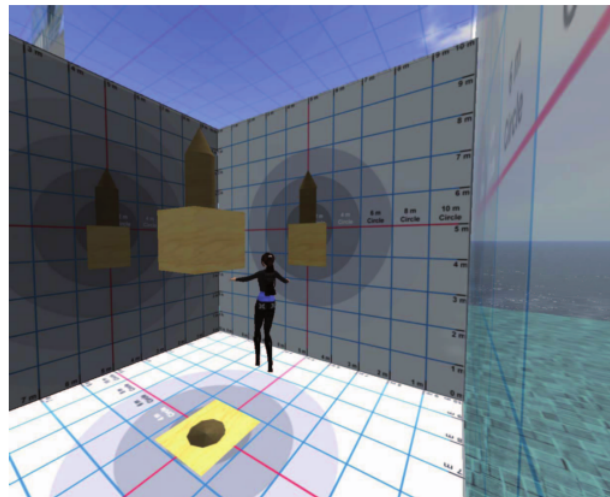
O Sloodle combina essas duas plataformas distintas em um único VLE 3D. Sendo assim, as atividades também podem ser agregadas com mútuo suporte de ambos os lados. Isto é, as ferramentas de ensino providas do Moodle passam a desfrutar da imersão criada pelo SL e/ou OpenSim.

4.1.1 Second Life

Lançado em 2003, o SL é um mundo virtual 3D que facilita, em um alto nível, a interação e socialização entre seus usuários. A exploração desse mundo pode ser feita tanto individualmente, quanto em grupo. Além do contato virtual, também é possível transmitir vídeos e mensagens de voz (CALLAGHAN et al., 2009; STIEGLITZ; LATTEMANN; FOHR, 2010).

O trabalho apresentado por Murad et al. (2011), desenvolve uma *Show Room* (Figura 3), onde se torna possível transportar o aluno para um ambiente tridimensional de auxílio ao estudo de projeções ortogonais. Fazendo o papel de um cubo de vidro, é possível que o usuário veja cada superfície do objeto projetado na respectiva face da *Show Room* (MURAD et al., 2011).

Figura 3: *Show Room* para Estudos de Projeções Ortogonais



Fonte: (MURAD et al., 2011)

O ambiente do SL oferece ao usuário a capacidade de mover, girar, dimensionar, colorir e conectar outros componentes a fim de obter o objeto desejado (MURAD et al., 2011).

Além dessas facilidades, o ambiente ainda enriquece a experiência do aluno através de diferentes modalidades de exibição, conforme apresentado por Murad et al. (2011):

- Câmera orbital, onde a câmera é rotacionada à partir de um ponto de vista determinado (objeto ou avatar);
- Câmera panorâmica, para se aperfeiçoar a visão vertical ou horizontal; e
- Câmera livre ou em primeira pessoa, onde o usuário pode se mover livremente.

Apesar dos mundos virtuais fornecerem camadas de apresentação altamente envolve, flexível e imersível, Callaghan et al. (2013) alertam, assim como Stieglitz, Lattemann e Fohr (2010) ditaram anteriormente, que, por falta de uma estrutura propriamente educacional, apenas o uso do mundo virtual não é eficaz. Todavia, Callaghan et al. (2013) completam que, devido à interoperabilidade entre o mundo virtual SL com o VLE Moodle, vulgo, Sloodle, um ambiente tridimensional pode substituir com sucesso os tradicionais ambientes 2D.

4.1.2 Open Simulator

Seguindo a mesma ideia do SL, o OpenSim foi lançado em 2008. Conforme observado por Konstantinidis et al. (2010), o OpenSim é amplamente usado por universidades e grandes empresas (por exemplo, Microsoft e IBM). Por ser uma aplicação *open-source*, torna-se possível a criação de uma infinidade de interfaces, simulações e ambientes. Além disso, diferentemente do SL, o OpenSim não restringe o número de objetos e o tamanho dos *scripts*. Em outras palavras, no OpenSim não há restrições.

Antes de iniciar o seu trabalho, Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012) levantaram quatro requisitos de análise:

- Capacidade de criar ambientes virtuais onde os alunos e os professores pudessem interagir com meta-objetos que simulam objetos do mundo real;
- Permissão para se comunicar através de qualquer lugar e de qualquer terminal (computador, *Smartphone*, *Tablet*);
- Integração com qualquer ferramenta: simuladores, ferramentas de comunicação, etc.; e
- Integração com um VLE.

Tendo esses requisitos em mente, Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012) descobriram que a melhor alternativa para a implementação seria utilizando um sistema que fosse flexível quanto as restrições, ou seja, um sistema *open-source*, como o OpenSim.

Na Figura 4, é possível observar que a sala virtual criada carregou uma aparência semelhante à sala real, e isso, segundo Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012), foi para tornar o local o mais confortável possível para os alunos e professores.

Através do ambiente virtual criado, conforme descrevem Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012), foi possível gerenciar aulas e cursos. Além disso, Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012) enfatizam

que além do conhecimento teórico, os alunos ainda puderam aperfeiçoar suas habilidades práticas através da interação com o mundo virtual.

Figura 4: Sala Virtual Integrada ao Moodle



Fonte: (VERNAZA; ARMUELLES; RUIZ, 2012)

Por meio da sala de aula criada, os alunos podem não somente realizar diferentes testes no mundo virtual, como também podem utilizá-la de forma a complementar os estudos para as avaliações (VERNAZA; ARMUELLES; RUIZ, 2012).

Vernaza, Armuelles e Ruiz (2012) consideram muito favorável a utilização de mundos virtuais para a prática do aprendizado, visto que a interação do aluno deixa de ser aquela clássica projeção bidimensional encontrada em inúmeras salas e laboratórios didáticos, para se tornar um modelo tridimensional.

4.2 DESENVOLVIMENTO MOODLE E MUNDOS VIRTUAIS

O primeiro desenvolvimento durante o trabalho visou estabelecer a comunicação entre o ambiente Moodle e o mundo virtual OpenSim. Para tal, quatro principais etapas foram necessárias: inicialmente, foi requerido escolher um *software* para exercer a função de servidor do sistema. Em seguida, a instalação e a configuração do Moodle e do OpenSim tornou-se disponível. Finalmente, através da implantação e ordenação do Sloodle, foi estabelecido a comunicação entre as duas ferramentas.

Para tornar possível o ambiente da simulação proposta, foi necessário utilizar a arquitetura cliente-servidor. Desta forma, conectando-se tanto pela Internet quanto por uma rede local,

torna-se possível realizar acessos aos conteúdos do Moodle e do OpenSim.

Por prover as tecnologias Apache, PHP e MySQL, que são necessárias para a instalação do Moodle e do OpenSim, além do fato de ser uma ferramenta gratuita, o WampServer foi escolhido para hospedar as aplicações necessárias para o funcionamento do projeto. Nele foi criado um servidor local capaz de executar as aplicações e armazenar os bancos de dados do mundo virtual OpenSim e do ambiente de ensino Moodle (WAMPSEVER, 2014), (MOODLE, 2015) e (OPENSIMULATOR, 2014).

Uma vez que o servidor foi instalado e devidamente configurado, foi possível realizar a instalação e configuração do Moodle e do OpenSim, conforme as documentações disponíveis em Moodle (2015) e OpenSimulator (2014).

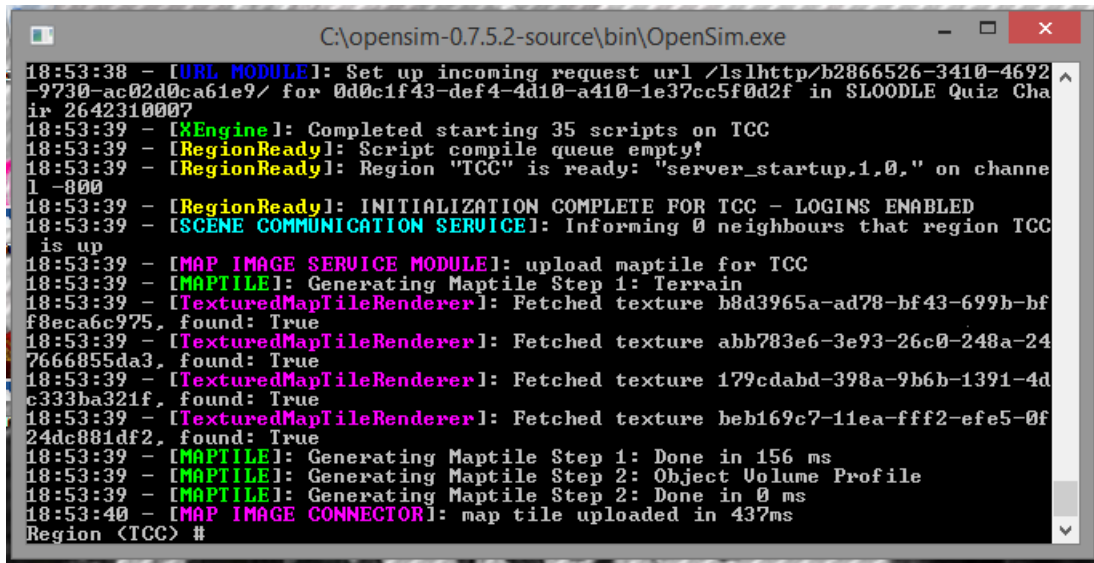
Na Figura 5 é apresentada a estrutura do ambiente virtual Moodle desenvolvida.

Figura 5: Ambiente Virtual Moodle Desenvolvido



Para tornar possível o acesso e a visualização do mundo virtual criado no OpenSim, foi necessário utilizar um *viewer*, isto é, um programa capaz de interpretar e exibir operações e comandos conforme apresentados na Figura 6 em um ambiente gráfico onde o usuário possa de fato interagir e se sentir imerso.

Figura 6: Execução do OpenSim



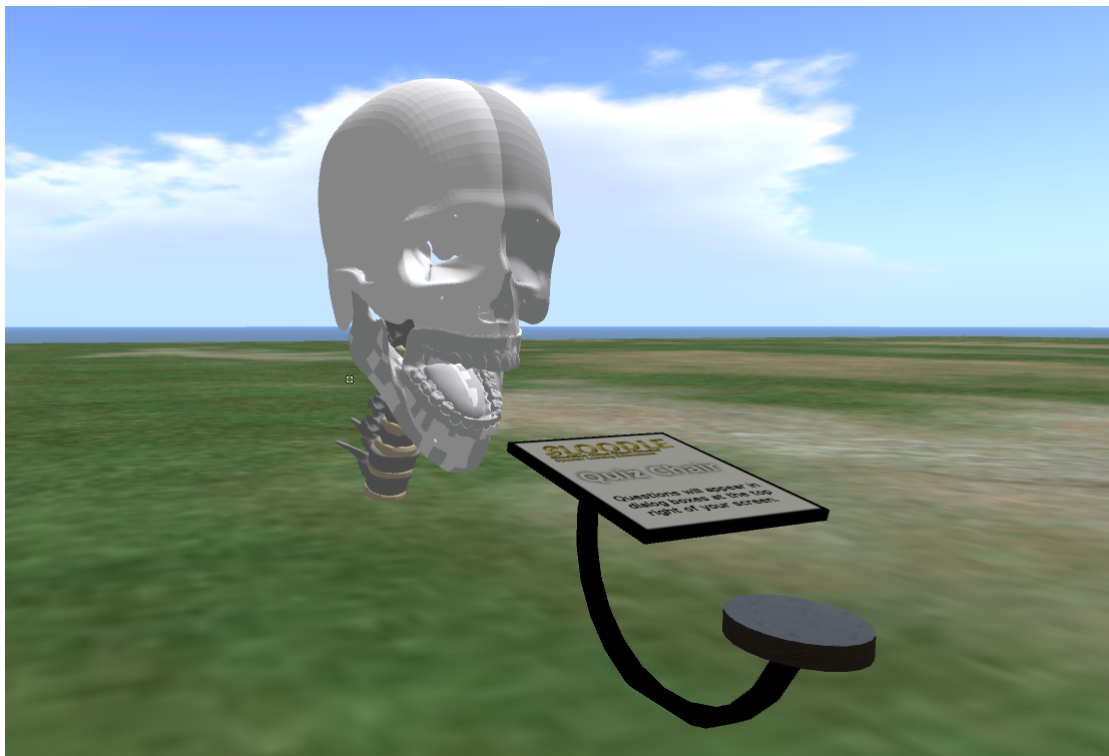
```

C:\opensim-0.7.5.2-source\bin\OpenSim.exe
18:53:38 - [URL MODULE]: Set up incoming request url /lshttp/b2866526-3410-4692
-9730-ac02d0ca61e9/ for 0d0c1f43-def4-4d10-a410-1e37cc5f0d2f in SLOODLE Quiz Cha
ir 2642310007
18:53:39 - [XEngine]: Completed starting 35 scripts on TCC
18:53:39 - [RegionReady]: Script compile queue empty!
18:53:39 - [RegionReady]: Region "TCC" is ready: "server_startup,1,0," on channe
l -800
18:53:39 - [RegionReady]: INITIALIZATION COMPLETE FOR TCC - LOGINS ENABLED
18:53:39 - [SCENE COMMUNICATION SERVICE]: Informing 0 neighbours that region TCC
is up
18:53:39 - [MAP IMAGE SERVICE MODULE]: upload maptile for TCC
18:53:39 - [MAPTILE]: Generating Maptile Step 1: Terrain
18:53:39 - [TexturedMapTileRenderer]: Fetched texture b8d3965a-ad78-bf43-699b-bf
f8eca6c975, found: True
18:53:39 - [TexturedMapTileRenderer]: Fetched texture abb783e6-3e93-26c0-248a-24
7666855da3, found: True
18:53:39 - [TexturedMapTileRenderer]: Fetched texture 179cdabd-398a-9b6b-1391-4d
c333ba321f, found: True
18:53:39 - [TexturedMapTileRenderer]: Fetched texture beb169c7-11ea-fff2-efe5-0f
24dc881df2, found: True
18:53:39 - [MAPTILE]: Generating Maptile Step 1: Done in 156 ms
18:53:39 - [MAPTILE]: Generating Maptile Step 2: Object Volume Profile
18:53:39 - [MAPTILE]: Generating Maptile Step 2: Done in 0 ms
18:53:40 - [MAP IMAGE CONNECTOR]: map tile uploaded in 437ms
Region <TCC> #
  
```

Para tal, foi escolhido o *viewer* Firestorm, Viewer (2014), que, não apenas é gratuito, mas, mais importante, possibilita a importação de objetos modelados em outros ambientes e/ou *softwares*.

Desta forma, conforme apresentado na Figura 7, tornou-se possível carregar a modelagem proposta para utilização no estudo de anatomia.

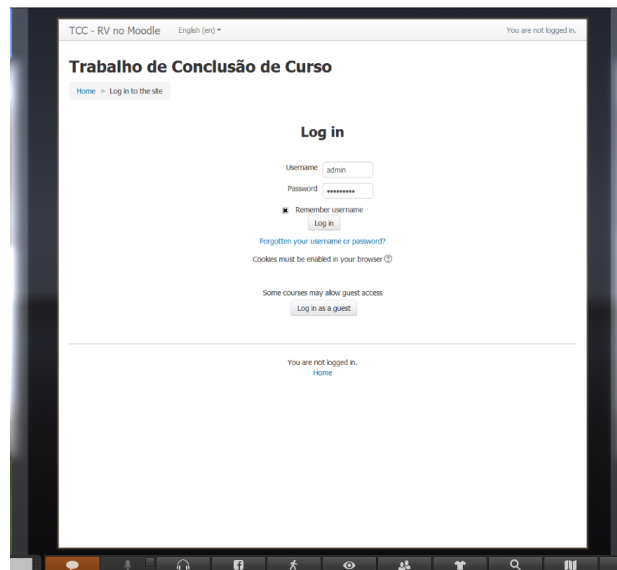
Figura 7: Modelo 3D Importado para o Mundo Virtual OpenSim



A Figura 6 também exibe uma *quiz chair* onde é disponibilizado ao aluno um questionário de avaliação criado no Moodle para realização direta no mundo virtual, tornando possível a interação do aluno com o objeto de estudo em questão.

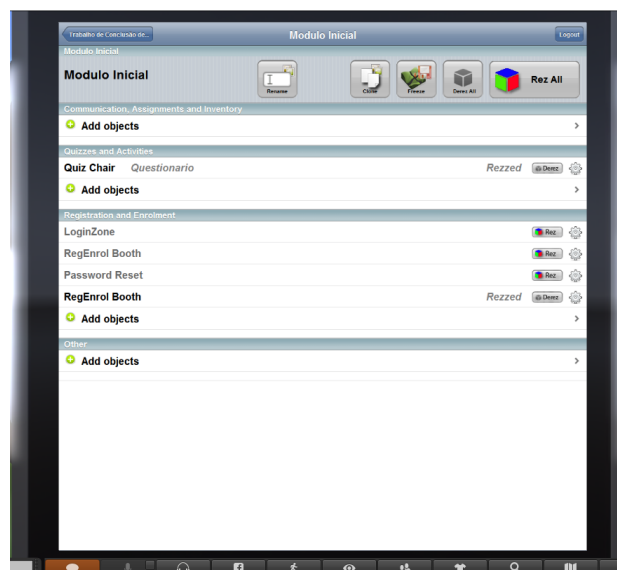
Na Figura 8, é possível observar o acesso de um usuário administrador ao ambiente Moodle através de um monitor adicionado no OpenSim.

Figura 8: Acesso ao Moodle Através de um Monitor Adicionado no OpenSim



Ao realizar a conexão, o usuário administrador é submetido a uma tela de acordo com a Figura 9, onde ele pode configurar o ambiente com ferramentas do Moodle integradas ao OpenSim.

Figura 9: Integração das Ferramentas do Moodle e OpenSim



Apesar da inicial integração, após uma atualização do Moodle a conexão estabelecida com o OpenSim foi perdida, tornando muito custoso elaborar todo um novo desenvolvimento. Além disso, algumas novas abordagens foram feitas de forma a buscar um resultado mais efetivo. Tais questões são abordadas no capítulo seguinte.

5 ANÁLISE E INVESTIGAÇÃO

Durante o desenvolvimento do projeto, muito tempo foi consumido para se concluir a conexão entre o Moodle e o OpenSim. Mais do que isso, questões como "Há, de fato, a necessidade de criar um mundo por completo para tornar o ensino mais estimulante?", "Todos os alunos terão um computador particular disponível para utilização das ferramentas necessárias?" e "Professores e alunos estarão interessados e disponíveis para aprender como se utilizar o novo cenário de ensino elaborado?" foram abordadas.

Conforme mostram Kloos et al. (2010), é de conhecimento geral que *frameworks* de *e-learning* são um bem essencial para as entidades envolvidas nos domínios da aprendizagem, educação e formação. Estas aplicações são de importância não apenas para preencher a lacuna física entre os alunos distantes e o professor, mas para melhorar a experiência de aprendizagem e resultados, fornecendo suporte para outras necessidades, como colaboração, personalização, adaptabilidade e novas abordagens de interação com os alunos e professores.

Sims (2007) destaca que os mundos virtuais fornecem, por certo, um meio capaz e convincente para o aprendizado. Entretanto, há fatores adicionais que necessitam seguir uma norma de padronização para que se tenha uma redução no custo do desenvolvimento.

Tal padronização também é vista por Kloos et al. (2010) não apenas como importante, mas primordial para se obter uma organização técnica e permitir a interoperatividade das ferramentas. Ainda para Kloos et al. (2010), ao se estabelecer uma padronização para qualquer organização técnica, obtém-se: interoperabilidade entre plataformas, proteção do investimento em desenvolvimento e troca de conteúdo local e globalmente.

Além da inexistência de um padrão, outro desafio enfrentado foi o paralelismo de trabalho, isto é, o trabalho em conjunto. Quando um objeto é modelado no mundo virtual, os dados vinculados a este objeto são os dados do usuário criador, isto é, os atributos Criador, Dono e Grupo do objeto são configurados com os dados do avatar, o que torna o objeto exclusivo para o usuário criador. Obviamente tal problema pode ser contornado ao se definir um usuário criador comum com configuração de compartilhado para o grupo todo. No entanto, o trabalho

simultâneo ainda seria impossível, uma vez que as permissões de acesso ao objeto limita a edição do objeto a um único usuário por vez.

Por fim, mas não menos importante, ainda há um terceiro quesito abordado: o formato adaptativo que o mundo virtual sofreria para excercer a função de ambiente de ensino. De acordo com Kloos et al. (2010), embora possível, tal adaptação anda na contra mão da própria filosofia de ambiente de ensino, uma vez que o ideal é ter um ambiente que englobe ao menos a essência do estudo.

Kloos et al. (2010) ainda complementam: quando uma experiência de aprendizado é implantado, os alunos, e mesmo os professores, podem ter diferentes experiências dependendo de uma variedade de fatores. Um ambiente de ensino deve fornecer aos usuários os recursos, as avaliações, a comunicação e o apoio da forma mais simples e direta possível, caso contrário, o ambiente será abandonado.

A adaptação é uma área ampla e complexa, informam Kloos et al. (2010), pois toca aspectos que afetam o cenário de aprendizagem: além do requerimento dos alunos terem a ferramenta adaptada (para o referido trabalho, o OpenSim) instalada em seus computadores pessoais, ainda seria imprescindível realizar a capacitação de todos os envolvidos na utilização da ferramenta.

Posto isso, o trabalho sofreu uma nova exploração e investigação para contornar os inconvenientes e impasses informados.

6 AMBIENTE DE ENSINO OTIMIZADO

O conceito de Realidade Virtual (VR), segundo Wickens (1992), é dito como uma impressionante e excitante tecnologia que facilmente atrai o interesse do usuário. Assim sendo, é razoável que tal conceito seja considerado por educadores como uma forma plausível para exploração, aperfeiçoamento e expansão dos meios de ensino e aprendizagem (WICKENS, 1992).

No entanto, conforme analisado por Kloos et al. (2010), tal impacto como ferramenta pedagógica é mais aconselhável e adequado quando inserida diretamente em um LMS, pois, só então obtém-se um ambiente de aprendizagem otimizado.

Diferentemente de como acontece com os mundos virtuais, ao se importar apenas os recursos de estudo para o ambiente de ensino, o aluno passa a ser verdadeiramente o usuário ativo (WICKENS, 1992). Isto é, ele se torna efetivamente o ator da atividade, enquanto nos mundos virtuais o avatar é quem faz o papel de executor.

Para tal descrição, Wickens (1992) dá o nome de aprendizado em circuito fechado, e complementa que, por ser mais realista a interação do aluno com o recurso, a aprendizagem é mais transparente e esclarecida.

Wickens (1992) ainda classifica a aprendizagem em ambientes de ensino otimizados como *inside-out*. Para Wickens (1992), o ponto de referência com que um recurso é observado tem influência no momento da interação e, conseqüentemente, na real obtenção do conhecimento.

O ponto de referência de um navegador de um mundo virtual (*world-referenced*), explica Wickens (1992), é baseado na perspectiva da posição do avatar no mundo *on-line*. Por outro lado, a perspectiva de visão de um usuário (*ego-referenced*) transmite um maior senso e uma maior percepção, uma vez que o ponto de referência é o mesmo que o de visão (WICKENS, 1992).

Tendo essas considerações feitas, um novo estudo foi iniciado de forma a alcançar o novo ambiente otimizado.

6.1 PADRÕES E REUTILIZAÇÃO DE CONTEÚDOS

Quando falamos de ensino à distância, torna-se necessário trocar e aplicar técnicas e métodos de ensino para que, tanto conhecimento teórico quanto conhecimento prático sejam transmitidos e obtidos pelos alunos (SANCRISTOBAL et al., 2010)

No trabalho de Sancristobal et al. (2010) é apresentado a opção de elaboração de um laboratório *on-line* a partir de um navegador de Internet carregado por um LMS. Para isso, o LMS se encarrega de prover a comunicação do laboratório com a Web, a administração do curso e a autentificação das ferramentas, enquanto o desenvolvimento do laboratório é gerido pela API Sharable Object Content Reference Model (SCORM).

SCORM, de acordo com o trabalho de Jones (2002) é uma iniciativa do governo americano que tem como finalidade unificar as especificações emergentes do ambiente *e-learning* em uma única referência. Hoje, ainda de acordo com o trabalho de Jones (2002), o SCORM é o padrão para conteúdos *e-learning* desenvolvidos para o Departamento de Defesa e outras agências nacionais. Uma vez implantado, este tem o poder de mudar drasticamente o uso do ambiente virtual, principalmente nas áreas de ciências exatas (JONES, 2002).

Jones (2002) mostra que, devido ao grande investimento por parte das faculdades, a maior preocupação destas é na reutilização dos recursos investidos em outros LMS, caso tal migração seja necessária. No entanto, sem que exista padrões de *e-learning*, essa hipótese não é possível.

Os custos de desenvolvimento para um *e-course* de engenharia, por exemplo, pode ser amortizado ao longo do ano, uma vez que as mudanças nos recursos inicialmente elaborados serão mínimas (JONES, 2002). Para isso, entretanto, é necessário que uma padronização de desenvolvimento do projeto seja estabelecida e seguida.

Além disso, com os constantes avanços tecnológicos, a reconstrução de um *e-course* será algo totalmente natural (JONES, 2002). Mesmo que o conteúdo se mantenha inalterado, para que a instituição de ensino consiga se manter competitiva, isto é, disponha das mais novas tecnologias, a reestruturação do ambiente deverá acontecer (JONES, 2002). Ao ser adotado um padrão para elaboração, o trabalho torna-se muito menos custoso.

Jones (2002) ainda aborda sobre a dificuldade ou até mesmo impossibilidade de transferir o banco de dados de um LMS para outro, dado que os formatos são diferentes.

Há, por fim, grande dificuldade para que os autores colaborem eficientemente com a elaboração de um projeto para *e-course* (JONES, 2002).

Em seu trabalho, Jones (2002) cita como exemplo a Texas AM University Corpus Christi:

para os cursos básicos de engenharia, matemática, ciências e inglês, o programa, por ser muito semelhante de um campus para outro, poderia ser simplesmente compartilhado entre os campus, e uma equipe de desenvolvimento com especialistas de cada campus trabalharia em tal desenvolvimento. Entretanto, devido a ausência de um padrão para construção do LMS, tornou-se necessário cada campus desenvolver sua própria aplicação.

A colaboração no desenvolvimento de conteúdos de aprendizado, como Jones (2002) explica, não apenas reduz os custos e o tempo, mas também pode resultar em cursos de melhor qualidade.

A falta generalizada de padrões internacionais para desenvolvimento de cursos e recursos impacta, conforme alerta Jones (2002), negativamente o desenvolvimento de *e-courses*.

Há, logo, uma clara necessidade em estipular e seguir um formato comum para reutilização de conteúdos de aprendizagem (JONES, 2002).

6.1.1 SCORM

A iniciativa de Aprendizagem Avançada Distribuída (ADL) lançada pelo Departamento de Defesa e o Escritório de Ciência e Tecnologia da Casa Branca tem como principal objetivo desenvolver uma economia da aprendizagem, proporcionando o acesso à educação de alta qualidade facilmente adaptado às necessidades individuais do aprendiz (JONES, 2002).

Para atingir tal meta, conforme mostrado por Jones (2002), a ADL consolidou as especificações *e-learning* emergentes de um abrangente número de grupos internacionais para uma única especificação, denominado SCORM.

De acordo com Jones (2002), SCORM é um conjunto de especificações para o desenvolvimento, empacotamento e distribuição de materiais educativos de alta qualidade para ser utilizado quando e onde eles forem necessários. Os recursos desenvolvidos sob a especificação SCORM, conforme Jones (2002), resultará em recursos com as propriedades RAID:

- Reutilizável (*Reusable*): os recursos são facilmente modificados e utilizados por diferentes ferramentas de desenvolvimento;
- Acessibilidade (*Accessible*): os objetos podem ser pesquisados e disponibilizados conforme necessidade de desenvolvedores ou usuários;
- Interoperabilidade (*Interoperable*): execução em uma ampla variedade de sistemas operacionais e navegadores Web; e

- Durável (*Durable*): não requer modificações significativas com novas versões do sistema.

De forma breve, Jones (2002) descreve o SCORM em termos de três componentes:

- Pacote de conteúdo (*Content packaging*);
- Comunicação de tempo de execução (*Runtime communications*); e
- Cursos metadados (*Course metadata*).

Pacote de conteúdo, explica Jones (2002), refere-se à embalagem de todos os recursos necessários para ministrar um curso em um único arquivo ZIP. Além disso, o arquivo ZIP também contém um arquivo XML denominado *imsmanifest*. Este, completa Jones (2002), descreve todo o sequenciamento e conteúdo do curso.

Os comandos *runtime* de um curso compatível com SCORM, conforme explicado por Jones (2002), realizam a comunicação das informações do estudante para e a partir do LMS, e armazenam as informações individuais dos alunos.

Por fim, Jones (2002) descreve cursos metadados como pacotes de informações que são armazenados em um repositório SCORM que permite autores e estudantes pesquisarem lições e cursos de seu interesse.

6.1.2 WebGL

A utilização de diversos meios de comunicação e tipos de tecnologias em atividades de *e-learning* aumenta a interação e visualização do conteúdo (GANAN et al., 2014). Como consequência, acrescentam Ganan et al. (2014), há um aumento no engajamento do aluno e na eficácia do ensino.

A evolução das tecnologias vêm ajudando, conforme mostram Ganan et al. (2014), a transformar os tradicionais recursos (livros, tabelas e figuras, por exemplo) de ensino em modernos e interativos materiais de aprendizagem. Consequentemente, mais poderosos e eficientes recursos podem ser elaborados com o propósito de complementar a colaboração e interatividade entre alunos e professores, principalmente para a área de educação a distancia (GANAN et al., 2014).

Segundo Ganan et al. (2014), ao se estabelecer um ambiente interativo para o ensino e aprendizagem, os alunos são habilitados a fazer novas descobertas de conhecimento de uma

maneira pró-ativa. Mais do que isso, eles podem controlar e gerenciar o ritmo de aprendizagem seguindo suas próprias necessidades (GANAN et al., 2014).

Tal ponto de vista, de acordo com Ganan et al. (2014), é de essencial relevância para os paradigmas educacionais, pois tornam os alunos os atores centrais no processo de aprendizagem (GANAN et al., 2014).

A fim de prover uma resposta às dificuldades e deficiências abordadas no Capítulo 5, uma nova tecnologia foi empregada. A tecnologia WebGL, combinada com o HTML5, permite que diferentes meios de comunicação e interação sejam processadas e prestadas diretamente de um navegador Web (GANAN et al., 2014).

WebGL é uma API de renderização imediata de objetos 3D projetado para a Web (GROUP, 2015), oferecendo a renderizado em um contexto HTML. Além disso, é permitido que a renderização utilize diferentes APIs (GROUP, 2015).

A maioria dos navegadores Web adotaram o WebGL, o que torna possível criar aplicações que executem ótimas aplicações 3D (PÓŁJANOWICZ et al., 2014).

A biblioteca Three.js, (THREE.JS, 2015), fornece uma API JavaScript com base nas características do WebGL e de fácil utilização (PÓŁJANOWICZ et al., 2014). Sendo assim, torna-se possível desenvolver gráficos 3D sem a necessidade de aprender os detalhes WebGL (PÓŁJANOWICZ et al., 2014).

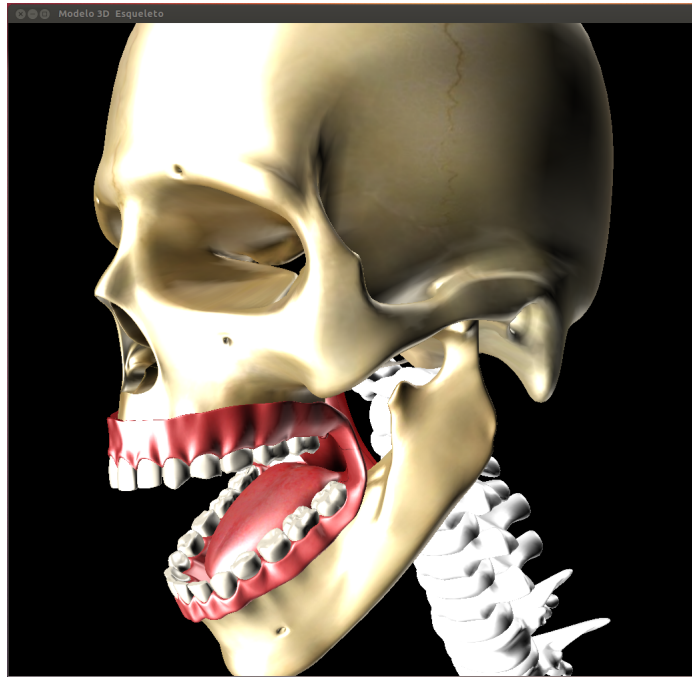
A tecnologia WebGL adiciona uma nova dimensão aos materiais de aprendizagem, o que, conforme complementam Póljanowicz et al. (2014), leva o aluno a um ambiente muito mais imersivo.

Em seu trabalho, Póljanowicz et al. (2014) citam como exemplo o BioDigital Human (Human (2015)). Tal plataforma é baseada em um ambiente Web interativo para ensinar sobre o corpo humano, facilitando o aprendizado da anatomia humana: os estudantes podem isolar estruturas, visualizar descrições detalhadas de anatomia, dissecar e explorar por partes conforme necessidade (PÓŁJANOWICZ et al., 2014).

6.2 DESENVOLVIMENTO AMBIENTE OTIMIZADO

Antes do desenvolvimento do pacote SCORM, foi desenvolvido primeiramente a renderização do objeto de estudo (Figura 10) diretamente em um navegador Web. Posteriormente, com o sucesso da renderização e a concretização de um mecanismo de interação, deu-se início à elaboração do pacote SCORM.

Figura 10: Modelo Virtual de um Crânio Humano



Fonte: (NETO et al., 2013)

Para a renderização se tornar possível, foi utilizado a biblioteca Three.js (THREE.JS, 2015). Entre todas suas funcionalidades, a API apresenta a função *ColladaLoader.js*. Esta é capaz de carregar modelos no padrão COLLaborative Design Activity (COLLADA).

COLLADA é um padrão de exportação e importação de arquivos. Esse padrão é definido em um esquema baseado em XML para tornar mais fácil a transferência de objetos 3D entre plataformas. Normalmente os arquivos são identificados pela extensão DAE (GROUP, 2015a).

O arquivo responsável por realizar o carregamento do modelo Collada é incluso ao projeto da seguinte maneira:

6.1: Inserção Função Collada Loader JS

```
<script src="js/loaders/ColladaLoader.js"></script>
```

Sequencialmente, o modelo é carregado por meio dos comandos:

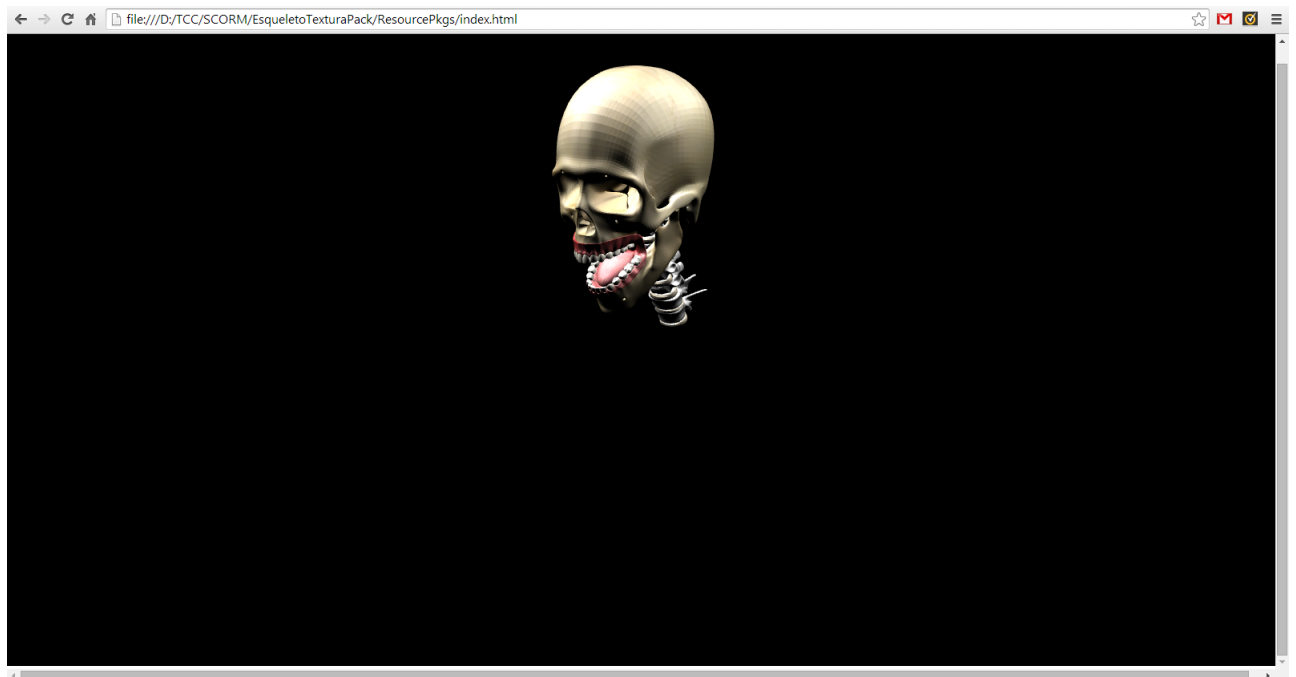
6.2: Carregamento Arquivo Collada

```
var dae;
var loader = new THREE.ColladaLoader();
loader.options.convertUpAxis = true;
loader.load( './models/collada/Esqueleto.dae', function(collada){
    dae = collada.scene;
```

```
scene.add(dae);
});
```

A Figura 11 apresenta o modelo virtual carregado diretamente em um navegador Web.

Figura 11: Modelo Virtual Carregado em um Navegador Web



Ainda utilizando-se das ferramentas disponibilizadas pela biblioteca Three.js, foi possível desenvolver um mecanismo de interação do objeto através de movimentos com *mouse* e o teclado.

Para tal, a função *OrbitControl* foi acrescentada ao código:

6.3: Inserção Função Orbit Control JS

```
<script src="js/OrbitControls.js"></script>
```

A interação é criada através da seguinte configuração:

6.4: Criação Interação Objeto

```
controls = new THREE.OrbitControls(camera, renderer.domElement);
```

Com isso, torna-se possível a utilização do *mouse* e do teclado como meio para gerar as seguintes interações:

- Clique esquerdo do *mouse* + movimento: girar a câmera em torno do centro da cena;

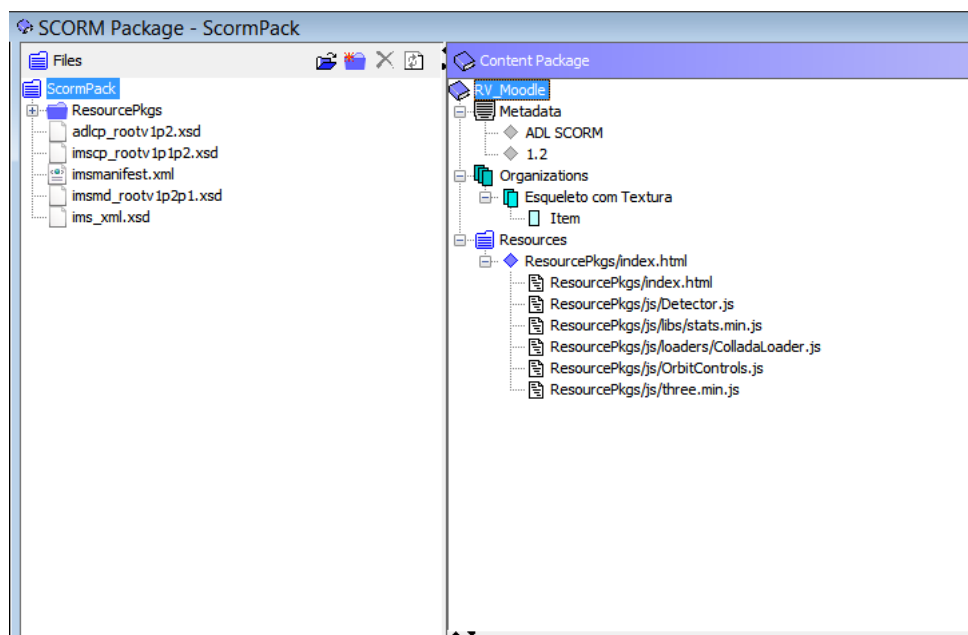
- *Scroll wheel* ou clique do botão médio do *mouse*: aproximar ou afastar;
- Botão direito do *mouse* + movimento: deslocamento em torno da cena; e
- Seta para esquerda, direita, cima e baixo: deslocamento em torno da cena.

Com a renderização concretizada, deu-se início ao desenvolvimento do pacote SCORM. Para isso, foi escolhido o conjunto de ferramentas oferecido pelo Reload Project (PROJECT, 2015).

Para a elaboração do pacote SCORM, os arquivos responsáveis por realizar a renderização do objeto de estudo foram utilizados como recursos base do pacote. A organização e os conteúdos de estudo (no caso, os recursos base) são definidos no arquivo *imsmanifest.xml*.

Conforme mostrado na Figura 12, a estrutura construída com a ferramenta Reload Editor apresenta quatro seções:

Figura 12: Estrutura do Pacote SCORM



A primeira, *Manifest*, é a seção introdutória do pacote SCORM. Nesta, o Reload Editor define os arquivos necessários para a validação do pacote. Através do arquivo *imsmanifest.xml*, tem-se a codificação dessa seção como:

6.5: Definição Tag Manifest

```
<manifest
  identifier="RV_Moodle" version="1.0"
  xmlns="http://www.imspj.org/xsd/imscp_rootv1p1p2"
```

```

xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2"
xsi:schemaLocation=
  "http://www.imsglobal.org/xsd/imsdp_rootv1p1p2 imscp_rootv1p1p2.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1 imsmd_rootv1p2p1.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2 adlcp_rootv1p2.xsd">

```

Sequencialmente, a seção *Metadata* indica a versão do pacote construído para questões de compatibilidade quando necessidade de reutilização em outro ambiente. No arquivo *imsmanifest.xml*, a seção *Metadata* é definida como:

6.6: Definição Tag Metadata

```

<metadata>
  <schema>ADL SCORM</schema>
  <schemaversion>1.2</schemaversion>
</metadata>

```

Dando sequência à estrutura, a seção *Organizations* contém um único nível de organização, visto que apenas um objeto é manipulado. A construção no arquivo *imsmanifest.xml* é dada como:

6.7: Definição Tag Organizations

```

<organizations default="RV_Moodle-org">
  <organization identifier="RV_Moodle-org" structure="hierarchical">
    <title>Esqueleto com Textura</title>
    <item identifier="I_E001" identifierref="E001" isvisible="true">
      <title>Item</title>
    </item>
  </organization>
</organizations>

```

Finalmente, a última seção, *Resources*, identifica os arquivos associados ao objeto utilizado na seção *Organizations*. O desenvolvimento no arquivo *imsmanifest.xml* é:

6.8: Definição Tag Resources

```

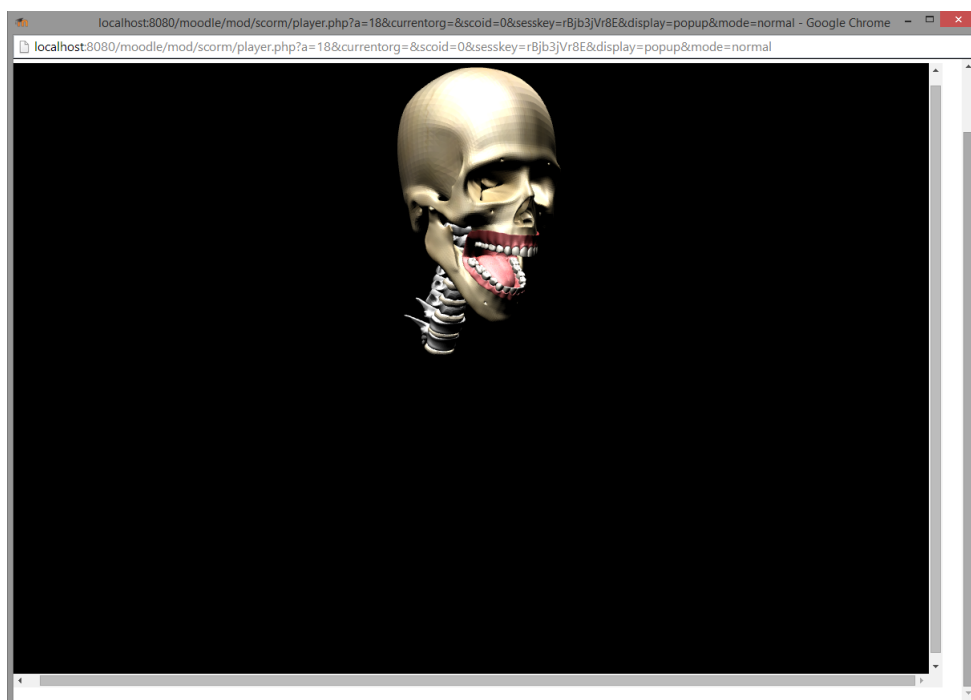
<resources>
  <resource identifier="RES-E001" type="webcontent" href="ResourcePkgs/
    index.html">
    <file href="ResourcePkgs/index.html" />
    <file href="ResourcePkgs/js/Detector.js" />
    <file href="ResourcePkgs/js/libs/stats.min.js" />

```

```
<file href="ResourcePkgs/js/loaders/ColladaLoader.js" />  
<file href="ResourcePkgs/js/OrbitControls.js" />  
<file href="ResourcePkgs/js/three.min.js" />  
</resource>  
</resources>
```

Uma vez finalizada a estruturação do pacote SCORM, é gerado um arquivo ZIP para importação e utilização no ambiente Moodle. A Figura 13 mostra o objeto carregado diretamente dentro do ambiente Moodle.

Figura 13: Modelo Virtual Carregado à partir de uma Atividade no Moodle



7 CONCLUSÃO

A utilização da tecnologia na área educacional resultou na inserção de novos paradigmas, técnicas e metodologias no processo de ensino, facilitando a realização de atividades que, em um ambiente tradicional, não eram tão claras ou de fácil manipulação. Ao aplicar VR no ambiente de ensino, o aprendizado se torna mais lúcido e contagiante, visto que o aluno é capaz de interagir com o conteúdo de uma forma mais intensa e prazerosa.

Entretanto, conforme constatado durante o trabalho, é necessário se atentar aos processos adotados. A utilização de mundos virtuais para a área pedagógica é afetada por se tratar de uma adaptação, uma vez que estes não foram necessariamente elaborados para tal propósito.

Ainda é mostrado como a ausência de um padrão para elaboração e construção de recursos pode vir a ser um problema, uma vez que sua reutilização pode ser prejudicada e, até mesmo, impraticável.

A elaboração de um ambiente de ensino otimizado, isto é, um ambiente de ensino tradicional, porém com recursos interativos para utilização diretamente no LMS, é melhor sucedida. Ao concentrar tanto administração do curso, como autenticação dos recursos exclusivamente no LMS, não apenas a ideologia de ensino é mantida, como também é ampliada a um nível de maior influência e clareza.

Para este contexto, o SCORM aparece como componente fundamental, permitindo a criação de objetos estimulantes e capazes de serem reutilizados em diversos cenários.

Como objetivo final, o desenvolvimento de um ambiente interativo resultou-se mais propício através da adoção de tecnologias que concedam otimização direta no conteúdo de estudo, isto é, sem necessidade de enfrentar processos de adaptação e fases adicionais de capacitação para real e melhor entendimento do meio.

Como desenvolvimento, o trabalho proporcionou a elaboração de um conteúdo interativo para a área da anatomia humana. Através de ações com o *mouse*, tornou-se possível relacionar-se com aplicações 3D fiéis à realidade diretamente do ambiente Moodle.

8 TRABALHOS FUTUROS

Foi iniciado o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem reforçado e melhor apropriado para o ensino à distância.

A continuidade no desenvolvimento do projeto pode oferecer melhores e mais perfeitos meios de interação do aluno com os objetos e recursos de estudo.

Uma vez que esses desenvolvimentos sejam concluídos, aplicações práticas no contexto real poderão ser iniciadas para atestar e constatar o aumento do envolvimento dos alunos e a melhor experiência no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BLOOMFIELD, P.; LIVINGSTONE, D. Multi-modal learning and assessment in second life with quizhud. In: **Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES '09. Conference in**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 217–218.
- CALLAGHAN, M. et al. Integrating virtual worlds; virtual learning environments for online education. In: **Games Innovations Conference, 2009. ICE-GIC 2009. International IEEE Consumer Electronics Society's**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 54–63.
- CALLAGHAN, M. et al. Using game-based learning in virtual worlds to teach electronic and electrical engineering. **Industrial Informatics, IEEE Transactions on**, v. 9, n. 1, p. 575–584, Feb 2013. ISSN 1551-3203.
- GANAN, D. et al. A systematic review of multimedia resources to support teaching and learning in virtual environments. In: **Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), 2014 Eighth International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 249–256.
- GROUP, K. **COLLADA, Digital Asset and FX Exchange Schema**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.collada.org>>.
- GROUP, O. K. **Khronos Group, Connecting Software to Silicon**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.khronos.org>>.
- HILLMAN, D. C.; WILLIS, D. J.; GUNAWARDENA, C. N. Learner-interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners. **American Journal of Distance Education**, Taylor & Francis, v. 8, n. 2, p. 30–42, 1994.
- HUMAN, I. B. **BioDigital Human, A Better Way to Understand Health and the Human Body**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.biodigital.com>>.
- JONES, E. R. Implications of scormTM and emerging e-learning standards on engineering education. In: **Proceedings of the 2002 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference**. [S.l.: s.n.], 2002. p. 20–22.
- KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering - a systematic literature review. **Inf. Softw. Technol.**, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA, v. 51, n. 1, p. 7–15, jan. 2009. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>>.
- KLOOS, C. et al. Some research questions and results of uc3m in the emadrid excellence network. In: **Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1101–1110.
- KONSTANTINIDIS, A. et al. Collaborative learning in opensim by utilizing sloodle. In: **Telecommunications (AICT), 2010 Sixth Advanced International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 90–95.

MATTAR, J. O uso do second life como ambiente virtual de aprendizagem. **Fonte, Belo Horizonte, ano**, v. 5, p. 88–95, 2008.

MOODLE, O. **Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.moodle.org>>.

MOORE, M. G. Three types of interaction. **American Journal of Distance Education**, Taylor & Francis, v. 3, n. 2, p. 1–6, 1989.

MURAD, S. et al. Virtualhop: Virtual worlds for experimentation and concretization of technical drawing. In: **Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2011 IEEE**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 888–894.

NETO, M. P. et al. Sistema de descrição semântica para visualização de modelos 3d da anatomia humana. WRVA, Jataí, GO, Brasil, 2013.

OPENSIMULATOR, O. **OpenSimulator**. Novembro 2014. Disponível em: <<http://www.opensimulator.org>>.

PÓŁJANOWICZ, W. et al. Using a virtual learning environment as a key to the development of innovative medical education. **Studies in Logic, Grammar and Rhetoric**, v. 39, n. 1, p. 123–142, 2014.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **wwwmarc prensky. com/writing/Prensky**, v. 9, n. 5, 2012.

PROJECT, A. R. **Reload, Reusable eLearning Object Authoring and Delivery**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.reload.ac.uk>>.

SANCRISTOBAL, E. et al. Integration view of web labs and learning management systems. In: **Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1409–1417.

SCUTARU, G. et al. Enhanced individualized learning environment's impact on the learning process. In: **E-Learning in Industrial Electronics, 2009. ICELIE '09. 3rd IEEE International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 51–56.

SIMS, E. M. Reusable, lifelike virtual humans for mentoring and role-playing. **Computers & Education**, Elsevier, v. 49, n. 1, p. 75–92, 2007.

SLOODLE, O. **Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment**. Maio 2014. Disponível em: <<http://www.sloodle.org>>.

STIEGLITZ, S.; LATTEMANN, C.; FOHR, G. Learning arrangements in virtual worlds. In: **System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–7. ISSN 1530-1605.

THREE.JS, O. **Three.js**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.threejs.org>>.

TORRES, A.; SILVA, M. O ambiente moodle como apoio a educação a distância. **II Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação**. Recife, 2008.

VALENTE, C.; NETO, J. A. M. **Second Life e Web 2.0 na educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias**. [S.l.]: Novatec Editora, 2007.

VERNAZA, A.; ARMUELLES, V.; RUIZ, I. Towards to an open and interoperable virtual learning enviroment using metaverse at university of panama. In: **Technologies Applied to Electronics Teaching (TAE)**, 2012. [S.l.: s.n.], 2012. p. 320–325.

VIEWER, I. F. **Firestorm Viewer, The Phoenix Firestorm Project, Inc.** Novembro 2014. Disponível em: <<http://www.firestormviewer.org>>.

WAMPSEVER, C. **Windows Apache MySQL P5.** Novembro 2014. Disponível em: <<http://www.wampserver.com/en/>>.

WICKENS, C. D. Virtual reality and education. In: IEEE. **Systems, Man and Cybernetics, 1992., IEEE International Conference on.** [S.l.], 1992. p. 842–847.