

# TCN<sup>5</sup> – Desenvolvimento de um laboratório virtual de redes de computadores sensível ao contexto

Gleizer B. Voss<sup>1</sup>, Felipe B. Nunes<sup>1</sup>, Taciano B. Oliveira<sup>1</sup>, Roseclea D. Medina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

{gleizer.voss, nunesfb, tacianobalardin, roseclea.medina}@gmail.com

**Abstract.** *Technological advances have created new possibilities in education, requiring the development of new pedagogical practices that contribute to the process of teaching and learning. The creation of virtual environments and treatment of issues related to context-aware computing can help in this process. The objective of this work is to develop an immersive virtual environment for teaching computer networks that handle user context information, providing the same significant learning from the integration and interaction between users and technology.*

**Resumo.** *Os avanços tecnológicos criaram novas possibilidades na educação, exigindo o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que contribuam para o processo de ensino e aprendizagem. A criação de ambientes virtuais e o tratamento de questões relacionadas com a computação sensível ao contexto podem auxiliar nesse processo. Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver um ambiente virtual imersivo para o ensino de redes de computadores que trate informações de contexto do usuário, proporcionando ao mesmo uma aprendizagem significativa, a partir da integração e interação entre usuários e tecnologia.*

## 1. Introdução

O avanço tecnológico vivido nas últimas décadas tem modificado os mais diversos setores da sociedade (e.g., indústria, comércio, agricultura, entre outros). Na área educacional, essas diferentes tecnologias permitem a criação de novas formas de aprender e de ensinar, de comunicar e de representar conhecimento, beneficiando-se das vantagens que estes recursos tecnológicos têm a oferecer nessa área pedagógica (Voss et al. 2012).

Uma das formas de se aproveitar a tecnologia a favor da educação é a utilização de laboratórios virtuais de ensino, que de acordo com Medina (2004) permitem que o aluno realize simulações/animações a partir da construção de um percurso formado por etapas, conduzindo-o ao objetivo pretendido. Facilitando, desta forma, a conceptualização e compreensão dos processos vivenciados e a elaboração das conclusões obtidas a partir desta experiência.

Além disso, a utilização de um laboratório real de ensino pode ser muito onerosa, pois envolve investimento em infraestrutura, funcionários (e.g., professores, monitores/tutores de laboratório, etc.), entre outras restrições como limite de horários, disponibilidade de espaços físicos (i.e., para comportar um número maior de alunos/turmas). Todos esses fatores, além do avanço tecnológico, levaram a construção de uma vasta gama de laboratórios virtuais aplicados a diferentes áreas do conhecimento

(e. g., Ensino de Línguas, Matemática, Medicina, entre outros). Dentre os tipos de laboratórios virtuais existentes, estão os laboratórios de redes de computadores, os quais de acordo com Wong (2007) possuem os mesmos objetivos propostos por Ernst (1983 *apud* Wong 2007) há mais de 20 anos no contexto do ensino geral de engenharia, ou seja, aprofundar a compreensão do aluno dos conceitos de rede, desenvolver habilidades e aumentar a experiência com a avançada tecnologia de rede.

Além de servirem como ferramentas na preparação de profissionais, os laboratórios virtuais proveem aos alunos o conhecimento técnico em redes, e ainda a habilidade de aplicar estes conhecimentos em problemas reais, bem como a noção de buscar o aperfeiçoamento por meio da aprendizagem e do trabalho colaborativo. Simultaneamente propiciam uma economia tanto em termos de aquisição de equipamentos quanto em custos com pessoal.

Ao mesmo tempo, a partir da utilização de um laboratório virtual é possível oferecer um ensino personalizado com base no contexto dos usuários. Knappmeyer et al. (2012), definem contexto como qualquer informação que fornece conhecimento e características sobre uma entidade (e.g., um usuário, um aplicativo/serviço, um dispositivo, ou um lugar delimitado) que é relevante para a interação entre as próprias entidades e com o mundo digital, e pode ser classificado como sendo estático, dinâmico ou mudando rapidamente. As informações de contexto podem ser utilizadas para realizar a análise de diversas questões envolvendo os usuários, tais como a caracterização dos estilos cognitivos, análise da aprendizagem, a expertise do aluno e ainda podem ser aplicadas regras e definições para garantir a qualidade do contexto adquirido.

Neste sentido, este artigo apresenta a proposta da construção de um laboratório virtual imersivo para o ensino de redes de computadores, visando a uma aprendizagem significativa dos conceitos e situações envolvidas nesta área tão complexa e dinâmica, que exige cada vez mais dos profissionais que nela atuam. Como diferencial, este laboratório virtual imersivo propõe, desenvolve e trata questões de *context-aware computing*, integrando estas características na base do Laboratório Virtual ASTERIX (Medina 2004). Para atingir o objetivo, é proposta a utilização de diversas informações de contexto dos usuários, como: estilos cognitivos, tecnologia utilizada, análise de aprendizagem, expertise e qualidade do contexto.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção dois são apresentados alguns trabalhos relacionados sobre a utilização de laboratórios virtuais e as razões para a construção de um novo laboratório, na seção três é apresentada uma fundamentação teórica para o presente trabalho. Na seção quatro é descrita a proposta do laboratório que está sendo desenvolvido e por fim são apresentadas algumas conclusões parciais e as intenções para o prosseguimento da pesquisa.

## **2. Trabalhos Correlacionados**

Muitas propostas para a utilização de laboratórios virtuais têm sido desenvolvidas com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, alguns trabalhos foram analisados a fim de utilizar o conhecimento adquirido a partir da experiência desses estudos para a formulação desta proposta. Alguns trabalhos relevantes são descritos a seguir:

Medina (2004) apresenta o laboratório virtual ASTERIX (Aprendizagem Significativa e Tecnologias aplicadas no Ensino de Redes de computadores: Integrando e eXplorando possibilidades). O Asterix é um laboratório virtual para o ensino da disciplina de redes de computadores, que incorpora aspectos da realidade virtual, inteligência artificial e simulação/animação, a fim de facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos básicos de redes. A validação do ambiente foi realizada por meio do desenvolvimento de projetos de redes, da criação de mapas conceituais e da aplicação de questionários, mostrando resultados que influenciaram a aprendizagem significativa dos conceitos de redes.

O trabalho de Pinheiro e Filho (2005) mostra o protótipo do Laboratório Virtual de Redes (LVR), uma aplicação que permite a configuração e testes em uma rede virtual de computadores, por meio de uma Interface Gráfica de Usuário (GUI, do inglês *Graphical User Interface*). Foram utilizadas características da Realidade Virtual (RV) para que seus usuários tenham uma visão completa dos componentes envolvidos com um laboratório real de redes.

Thompson e Irvine (2011) apresentam o CyberCIEGE, um vídeo game voltado para o ensino de conceitos de segurança de redes e computadores. O jogo permite que o jogador crie redes de computadores e tome decisões que afetam o funcionamento das mesmas. No entanto, o formato de jogo que é oferecido pelo CyberCIEGE, conforme estudos realizados pelo autores, faz com que muitas vezes os estudantes avancem direto para o jogo sem ler os manuais e os tutoriais de ajuda on-line. Isso fez com que os desenvolvedores reformulassem vários cenários para fornecerem feedbacks mais detalhados, além da adição de questões de múltipla escolha dentro do jogo.

Amaral et al. (2012) descrevem o processo de implementação de um laboratório virtual imersivo para o ensino da Geometria. O laboratório foi denominado VEGA (*Virtual Environment for Geometry Acquaintance*), e utiliza o OpenSim em conjunto com o Firestorm para a visualização do mundo virtual. É ainda um protótipo que está em fase de desenvolvimento, e é voltado para um público alvo constituído por alunos do ensino fundamental e médio.

Além desses, outros trabalhos, tais como o de Voss et al. (2012) e o de Gurgel et al. (2012) têm sido desenvolvidos no sentido de apresentar alternativas de laboratórios virtuais e mostrar a viabilidade da utilização dessa tecnologia. Ao mesmo tempo, apresentam algumas vantagens em se utilizar tais ferramentas, além de apresentarem sugestões para o emprego das mesmas no ensino de redes de computadores.

Semelhante à proposta deste trabalho, Medina (2004) e Pinheiro e Filho (2005) apresentam laboratórios voltados ao ensino de redes de computadores utilizando realidade virtual. Amaral et al. (2012) apresentam um laboratório para o ensino de Geometria, diferente da proposta deste artigo que é voltada para o ensino de redes, no entanto os autores abordam os conceitos de ambientes virtuais imersivos e utilizam o OpenSim em conjunto com o Firestorm, as mesmas tecnologias utilizadas nesta proposta. Já o trabalho de Thompson e Irvine (2011) é voltado predominantemente para o ensino de segurança, embora aborde alguns conceitos fundamentais de redes, além disso, é um jogo sério onde a interação se dá apenas entre o jogador e o jogo, ao

contrário dessa proposta onde um dos objetivos é motivar a interação entre os alunos dentro do mundo virtual por meio de seus avatares<sup>1</sup>.

Diferente dos trabalhos apresentados, a proposta deste trabalho é construir um ambiente imersivo, que implementa e trata as diversas informações de contexto do aprendiz (e.g., tecnologia utilizada, estilo cognitivo, análise de aprendizagem, expertise e qualidade) oferecendo assim uma experiência individualizada e diferenciada de aprendizagem.

### 3. Proposta

A construção do “TCN<sup>5</sup>” (*Teaching Computer Networks in a Free Immersive Virtual Environment*) terá como referência física um laboratório real de ensino de redes de computadores, conforme ilustrado na Figura 1. A escolha em utilizar esse laboratório real como referência levou em consideração a importância do aluno sentir-se imerso na sala, assim, é importante que o ambiente virtual lembre o seu contexto real do ambiente das aulas. Além disso, contribuiu para a escolha o fato de este laboratório ter sido projetado e construído exclusivamente para o ensino de redes de computadores, ao mesmo tempo em que conta com equipamentos e ferramentas de última geração, permitindo aos professores ministrarem aulas práticas que demonstram a realidade que os alunos irão encontrar nos ambientes reais de trabalho fora do ambiente acadêmico.



**Figura 1 – Imagens do Laboratório Real**

O laboratório virtual, Figura 2, é composto por bancadas com computadores, além de racks com roteadores, switches, etc. Ao mesmo tempo, segue o modelo de implementação do laboratório real, ou seja, caso o aluno/instrutor queira realizar alguma atividade/configuração nesses roteadores e switches, ele deve acessar uma das máquinas (PCs) disponíveis nas bancadas, verificar se ela está com o cabo *rollover* conectado à sua porta serial (RS-232) e através do *software* simulador realizar a configuração dos mesmos.

Ao contrário do laboratório real, onde o aprendiz não pode contar com a presença de um instrutor/professor em tempo integral, no laboratório virtual há a presença de um avatar (chamado Elektra), que é um tutor virtual que atua no ambiente recomendando vídeos, tutoriais, objetos de aprendizagem, de acordo com o perfil do usuário (Medina, 2004). Esse perfil do usuário é definido por um conjunto de fatores, que são obtidos a partir das informações de contexto. Essas informações são integradas

---

<sup>1</sup> representações gráficas dos usuários no mundo virtual

e tratadas pelo TCN<sup>5</sup> com o intuito de oferecer uma aprendizagem significativa aos usuários.



**Figura 2 – Imagens do Laboratório Virtual**

De acordo com Satyanarayanan (2001), a computação sensível ao contexto deve estar ciente do estado do usuário e seus arredores, e deve modificar o seu comportamento com base nesta informação. Para tentar melhorar a aprendizagem dos alunos, os dados obtidos por meio da interação desses com o sistema serão analisados com base nos conceitos de *Learning Analytics* (LA), que conforme Elias (2011) é um campo emergente, onde sofisticadas ferramentas analíticas são utilizadas para melhorar o aprendizado e a educação.

Para indicar estratégias educacionais mais eficazes, o sistema irá considerar também o contexto de estilo cognitivo. Mozzaquatro (2010) entende que os estilos cognitivos referem-se ao meio preferido pelo qual um indivíduo processa a informação, descrevendo o seu modo típico de pensar, lembrar ou resolver problemas. As informações de contexto tecnológico irão ser utilizadas para adaptar o laboratório virtual às necessidades tecnológicas dos alunos, para isso serão considerados os diferentes tipos de dispositivos e as respectivas velocidades de conexão dos mesmos.

Nem todos os aprendizes possuem a mesma *expertise* (i.e., experiência, prática e conhecimento técnico), nesse sentido, esse contexto também será considerado no momento de sugerir atividades aos usuários, pois podem ocorrer casos, por exemplo, em que os usuários mais experientes podem ficar frustrados ao terem que realizar uma atividade de nível mais básico, por considerarem aquele exercício muito trivial, do mesmo modo pode ocorrer o contrário, usuários iniciantes serem solicitados a desenvolverem atividades complexas distantes da realidade de conhecimento dos mesmos.

Do mesmo modo, podem ocorrer situações de conflito onde as informações de contexto obtidas não estejam de acordo com a realidade do estudante, podendo até mesmo causar transtornos aos usuários, neste sentido, é importante tomar providências quanto à qualidade do contexto (QoC), que conforme Buchholz et al. (2003), refere-se a qualquer dado que descreva a qualidade da informação que é utilizada como informação de contexto. A partir disto, a área de QoC busca tratar dificuldades relacionadas às informações obtidas, por exemplo, dados imprecisos e fontes não confiáveis, a fim de produzir alternativas válidas para a obtenção de um contexto apropriado à situação em que o usuário se encontra.

### 3.1. Implementação

Para viabilizar a integração dessas tecnologias, será realizada uma versão adaptada do ambiente virtual de aprendizagem (AVA) Moodle. Essa versão é composta pelos seguintes módulos:

- U-SEA (Sistema de Ensino Adaptado Ubíquo) – esse sistema foi desenvolvido por Piovesan (2011), com o objetivo de adaptar-se ao contexto computacional do aluno, para isso utiliza características técnicas como velocidade de conexão e interface gráfica do usuário. Minimizando assim, dificuldades que possam ocorrer a partir das limitações técnicas de acesso dos usuários.
- SEDECA (Sistema para Diagnosticar Estilos de Aprendizagem) – o sistema criado por Mozzaquatro (2010) visa identificar o estilo de aprendizagem do aluno a partir de uma adaptação do *Mobile Learning Engine Moodle* (MLE Moodle). Com isso, é possível criar e/ou indicar materiais educacionais de acordo com o perfil definido pelos indicadores.

Além desses, outros três trabalhos serão utilizados como base para a estruturação do sistema proposto. Atualmente esses trabalhos encontram-se em estágio de desenvolvimento no mesmo grupo de pesquisa dos autores, são eles:

- Learning Analytics – o sistema tem como objetivo medir, coletar e analisar os dados sobre os alunos e seus contextos. Assim, é possível personalizar e adaptar o curso conforme o perfil do aluno com o objetivo de aumentar a motivação do mesmo. A análise pode ser realizada pelo professor conforme a periodicidade que desejar.
- Expertise do contexto – esse sistema oferece uma página personalizada no ambiente de ensino com base no nível de conhecimento do usuário (desde o básico até o avançado). Com base no perfil do aluno, o sistema recomenda materiais educacionais utilizando hipermídia adaptativa.
- UVLE<sup>QoC</sup> (*Ubiquitous Virtual Learning Environment with Quality of Context*) - Aplica indicadores de qualidade do contexto (QoC) tratando essas informações com o objetivo de estabelecer um nível mínimo de qualidade. Auxiliando dessa forma na construção de um contexto adequado à situação em que o usuário está inserido.

Quanto às ferramentas que estão sendo utilizadas para a implementação do TCN<sup>5</sup>, Figura 3, estão o OpenSimulator<sup>2</sup>, o Firestorm<sup>3</sup> e o WampServer<sup>4</sup>. O OpenSimulator permite realizar a criação do mundo virtual, em que são inseridos todos objetos desejados, como a criação da sala de aula, cadeiras, *scripts* de interação, entre outros. Os usuários acessam o mundo virtual no OpenSimulator através de *viewers*, que são aplicações utilizadas para visualizar o ambiente gráfico criado. Para isso, foi escolhido o *viewer* FireStorm, que permite fazer a importação de estruturas e objetos criados em ferramentas já reconhecidas, tais como AutoCad e Google Sketchup, além de permitir a importação de objetos disponibilizados em repositórios online.

---

<sup>2</sup> [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page/](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page/)

<sup>3</sup> <http://www.firestormviewer.org/>

<sup>4</sup> <http://www.wampserver.com/>

O WampServer provê as tecnologias do Apache, PHP e MySQL, necessárias para implementar o laboratório, criando um servidor local para rodar as demais aplicações e armazenar as informações no banco de dados. O Apache funciona como um servidor local para a hospedagem do ambiente. Como base de dados, o MySQL armazena todas as informações do AVA. Por fim, o PHP é a linguagem de programação em que o Moodle foi desenvolvido e está sendo usado no desenvolvimento dessa proposta.

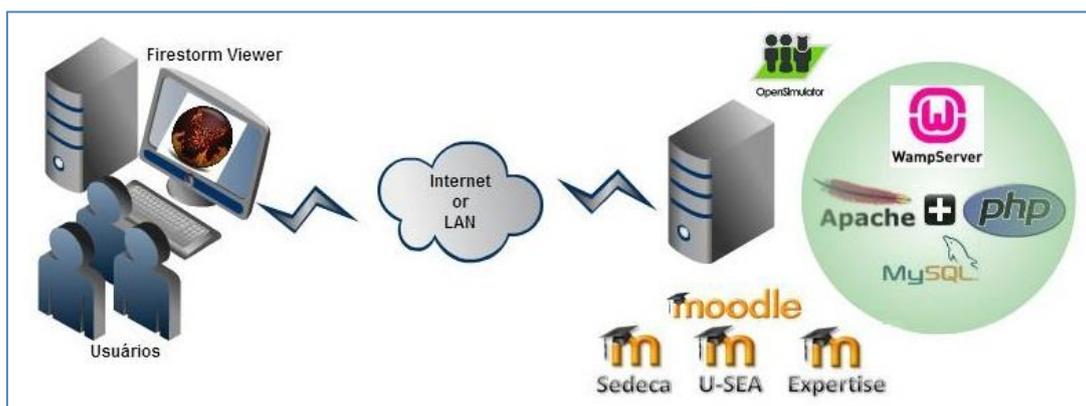


Figura 3 – Arquitetura de implementação do TCN<sup>5</sup>

#### 4. Conclusão

A área de redes de computadores é complexa e dinâmica, evoluindo constantemente. Os equipamentos utilizados nesta área do conhecimento, em geral, possuem um alto custo de aquisição, por conseguinte dificultando a compra dos mesmos por grande parte das instituições de ensino, além da rápida defasagem dos mesmos em termos tecnológicos. Neste sentido, os Laboratórios Virtuais de aprendizagem estão sendo cada vez mais utilizados nessas instituições, sendo uma das vantagens desses ambientes a possibilidade de permitirem o acesso remoto e simultâneo a um grande número de alunos.

Este artigo apresentou a proposta de construção de um laboratório virtual imersivo de redes de computadores no ambiente 3D OpenSim. Como principais diferenciais da proposta, estão o desenvolvimento e o tratamento de questões relacionadas à *context-aware computing*. Para que os objetivos do trabalho sejam alcançados serão utilizadas diversas informações de contexto dos usuários, como: tecnologia utilizada, estilo cognitivo, análise de aprendizagem, expertise e qualidade.

Como vantagens da construção do ambiente proposto, espera-se: a criação de um ambiente virtual imersivo sensível ao contexto do aprendiz e que se adapta a esse contexto; oferecer uma experiência de aprendizagem diferenciada, buscando contribuir ao máximo para a construção da aprendizagem dos alunos; uma nova concepção de utilização e exploração dos recursos tecnológicos no apoio ao processo de ensino-aprendizagem; um nível maior de interação entre alunos e professor; uma experiência realística nas atividades práticas desenvolvidas buscando uma aproximação com a realidade profissional.

O protótipo deste laboratório está atualmente em fase desenvolvimento. Ao término dessa implementação, pretende-se realizar uma validação do TCN<sup>5</sup> com alunos, a fim de verificar a viabilidade prática da proposta. Além disso, criar a possibilidade dos

alunos interajam com equipamentos reais, mesmo estando “imersos” no mundo virtual.

## Referências Bibliográficas

- Amaral, E., Ávila, B. G. and Tarouco, L. M. R. (2012) “Aspectos teóricos e práticos da implantação de um laboratório virtual no OpenSim”. Em: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro.
- Buchholz, T., Küpper, A. and Schiffers, M. (2003) “Quality of context: What it is and why we need it”. Em: 10º International Workshop of the HP OpenView University association (HPOVUA).
- Elias, T. (2011). “Learning Analytics: Definitions, Processes and Potential”. <http://learninganalytics.net/LearningAnalyticsDefinitionsProcessesPotential.pdf>, Março.
- Gurgel, P. H., Barbosa, E. F. and Branco, K. C. (2012) “A ferramenta Netkit e a virtualização aplicada ao ensino e aprendizagem de redes de computadores”. Em: Workshop de Ensino em Informática – WEI, Anais do 32º Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Curitiba.
- Knappmeyer, M., Kiani, S., Reetz, E., Baker, N. and Tonjes, R. (2012) "Survey of Context Provisioning Middleware". Em: Communications Surveys & Tutorials, IEEE , vol.PP, no.99, pp.1,28.
- Medina, R. D. (2004) “ASTERIX – Aprendizagem Significativa e Tecnologias aplicadas no Ensino de Redes de computadores: Integrando e eXplorando possibilidades”. Tese de Doutorado, UFRGS.
- Mozzaquatro, P. M. (2010) “Adaptação do Mobile Learning Engine Moodle (MLE MOODLE) aos diferentes estilos cognitivos utilizando Hiperídia Adaptativa”. Dissertação de Mestrado, UFSM.
- Pinheiro, C. and Filho, M. (2005) “LVR – Laboratório Virtual de Redes Protótipo para Auxílio ao Aprendizado em Disciplinas de Redes de Computadores”. Em: Anais do 16º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Juiz de Fora.
- Piovesan, S. D. (2011) “U-SEA: Um ambiente de aprendizagem Ubíquo utilizando Cloud Computing”. Dissertação de Mestrado, UFSM.
- Satyanarayanan, M. (2001) “Pervasive Computing: Vision and Challenges”. Em: IEEE Personal Communications, Vol. 8, No. 4, pp. 10-17.
- Thompson, M. and Irvine, C. (2011) “Active learning with the CyberCIEGE video game”. Em: 4ª conference on Cyber security experimentation and test. San Francisco, USA, pp. 1 -10.
- Voss, G. B., Medina, R. D., Amaral, E. M. H., Araújo, F. V., Nunes, F. B. and Oliveira, T. B. (2012) “Proposta de utilização de Laboratórios Virtuais para o ensino de Redes De Computadores: articulando ferramentas, conteúdos e possibilidades. (Fase I)”. RNOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, V. 10 Nº 2.
- Wong, K., Wolf, T., Gorinsky, S. and Turner, J. (2007) “Teaching experiences with a virtual network laboratory”. Em: Proceedings of SIGCSE'07, pp. 481 – 485. Covington.