

Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim

Felipe Becker Nunes¹, Fabrício Herpich², Gleizer Bierhalz Voss³, Roseclea Duarte Medina², José Valdeni de Lima¹, Liane Margarida Rockenbach Tarouco¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

³Instituto Federal Farroupilha (IF Farroupilha)

nunesfb, fabricio.herpich@gmail, gleizer.voss@iffarroupilha.edu.br, roseclea.medina@gmail.com, valdeni@inf.ufrgs.br, liane@penta.ufrgs.br

Abstract. *The purpose of this paper is to describe an experiment design and implementation of a virtual laboratory for chemistry in a 3D virtual world. The assumptions of the work and the results achieved are presented and solutions are discussed in terms of technology related to the construction of artifacts for a virtual laboratory environment built on OpenSim.*

Resumo. *O objetivo deste artigo é descrever um experimento de projeto e implementação de um laboratório virtual de Química em um mundo virtual 3D. Os pressupostos do trabalho e os resultados alcançados são apresentados e são discutidas as soluções em termos de tecnologia relativa à construção de artefatos para um laboratório virtual construído no ambiente OpenSim.*

1. Introdução

A Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) como um todo está se disseminando com rapidez no contexto educacional do país, proporcionando novas possibilidades de uso dos recursos computacionais como elemento de apoio e mesmo motivação no processo de ensino aprendizagem. Pesquisas recentes apontam que o uso e apropriação das TICs nas escolas brasileiras em áreas urbanas, segundo o Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação (Cetic.br, 2013), apontam que 99% das escolas públicas possuem computador, e destas 95% possuem acesso à *Internet* e 76% possuem computadores disponíveis para o uso em atividades com os estudantes. Isto mostra uma realidade bem superior ao constatado há poucos anos atrás.

Diversas estratégias inovadoras para uso educacional da computação têm sido investigadas e com o aumento da velocidade e capacidade do *hardware*, aliado à disponibilidade de *software* livre nas mais variadas áreas enseja aplicações que antes eram consideradas quase impossíveis, como a implantação de laboratórios virtuais que permitam realizar experimentos que simulem procedimentos e métodos reais com bom grau de fidedignidade. As técnicas de simulação evoluíram e os ambientes para implementação de experimentos virtuais simulando realidade tornaram-se mais acessíveis e fáceis de utilizar.

A implantação de laboratórios virtuais tem potencial para dirimir um dos grandes problemas do ensino em ciências atual que é a falta de laboratórios para permitir uma aprendizagem ativa e de cunho prático. Adicionalmente, com o advento dos cursos em modalidade de educação à distância, laboratórios virtuais podem oferecer aos alunos a possibilidade de realizar prática de laboratório, ao menos uma parte da prática, a partir de qualquer local, em qualquer horário e com custo reduzido, pois não consome recursos materiais, humanos para apoiar a realização das experiências e, não menos importante, reduzem riscos de acidentes humanos ou ambientais decorrentes de eventuais problemas ocorridos durante as experiências.

O objetivo deste artigo é apresentar um laboratório virtual de Química com diversos conteúdos e problemáticas, onde os estudantes tem a sensação de estarem imersos, podendo interagir com vídeos, *slides*, objetos em 3D, *chats*, questionários e experimentos práticos, com auxílio de um agente inteligente Non-Player Character (NPC). Além de proporcionar a experimentação prática de Química aos estudantes, os laboratórios virtuais também se viabilizam devido a outros fatores, por exemplo, a extensão de laboratórios reais, oferecendo assim, novas oportunidades, sem custos e riscos; a operação de equipamentos virtuais em ambientes controlados; o acesso facilitado por tratar-se de um ambiente disponível à todo momento; o *feedback* imediato; a *expertise* distribuída entre os estudantes, onde é possível a troca de experiências uns com os outros; o ensino centrado no aluno; e o incentivo à prática de autoria.

Este artigo esta organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta os trabalhos correlatos; a seção 3 descreve a metodologia utilizada nesta pesquisa; a seção 4 constitui-se na construção do laboratório virtual; na seção 5 encontra-se a avaliação preliminar do laboratório; e por fim, na seção 6 estão as considerações finais deste trabalho.

2. Laboratórios Virtuais de Química

Uma forma de se aproveitar a tecnologia a favor da educação é por meio da utilização de laboratórios virtuais de ensino. Conforme Dizeró et al. (1998), “um Laboratório Virtual consiste num ambiente tridimensional modelado de tal forma a fornecer ao aluno a sensação de se estar em um laboratório real, permitindo a ele manipular objetos, simular efeitos, entre outras experiências, muitas delas até mesmo impossíveis de serem realizadas em um laboratório real”.

Ao mesmo tempo, 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 à construção de uma vasta gama de laboratórios virtuais aplicados a diferentes áreas do conhecimento (e.g., Ensino de Línguas, Matemática, Medicina, entre outros). Neste sentido, diversos estudos apontam estratégias para implantação de laboratórios virtuais e vantagens decorrentes tais como os realizados por Lucena et al. (2013), Bertolini et al. (2013) e Ferreira e Queiroz (2010), entre outros.

Lucena et al. (2013), apresentam uma alternativa para auxiliar o ensino de Química no ensino médio, onde com o objetivo de proporcionar à construção do conhecimento dos fenômenos químicos através da observação e investigação, bem como, avaliar os possíveis impactos positivos que um laboratório virtual poderia oferecer. E como resultado disto, estes autores afirmaram que foi possível verificar que a inexistência de laboratórios de Química equipados nas escolas é o principal fator que distancia a teoria da prática.

No estudo de Ferreira e Queiroz (2010), foram apresentadas às percepções dos graduandos em Química sobre uma atividade cooperativa realizada no AVA Cursos on-line. Portanto, os autores realizaram uma análise sobre estas percepções e apresentaram fragmentos das ponderações realizadas pelos estudantes, com isso, concluindo que nos aspectos relacionados à disciplina aplicada, a ferramenta contribuiu com as atividades, para consolidar as discussões ocorridas a respeito da temática e, dessa forma, auxiliando os estudantes a conhecer, entender e localizar informações sobre o trabalho desenvolvido. Além disso, os autores enfatizam, que tais contribuições se configuram em aspectos relevantes para a formação de futuros profissionais de Química.

Já Bertolini et al. (2013), apresentam o laboratório virtual interativo “iLaboratory” para a reprodução de experimentos de Química através de dispositivos móveis, afirmando que estes dispositivos podem contribuir e melhorar a qualidade da aprendizagem apoiando-se principalmente na realização de exercícios. Estas afirmações justificam-se na disponibilidade do laboratório em horários alternativos aos das aulas; na presença de uma pessoa qualificada para auxiliar durante os experimentos; e a periculosidade de alguns reagentes necessários para fazer o experimento. Com isso, os autores esperam ampliar as oportunidades de aprendizagem, uma vez que os experimentos podem ser repetidos quantas vezes o aluno achar necessário.

Além desses exemplos, citam-se ainda outras experiências com laboratórios virtuais de Química que estão disponíveis *online*, tais como: Portal de Laboratórios Virtuais de Processos Químicos¹; Lab2go²; e, Laboratório Didático Virtual Mundo da Química³.

Este projeto de pesquisa se aproxima dos trabalhos apresentados anteriormente por meio da inserção de interatividade em objetos que simulem interações específicas envolvendo experimentos químicos. A partir deste ponto, o seu diferencial está na característica de imersão possibilitada pelos mundos virtuais (MV) 3D, no qual o aluno realiza atividades de cunho prático, sem riscos e custos, podendo interagir com outros usuários simultaneamente. Além disso, o NPC pode exercer um papel importante na interação com o avatar do aluno, atuando como um guia ou tutor virtual fornecendo informações, guiando o aluno pelo MV para realizar as atividades e respondendo aos questionamentos realidos por eles.

¹ Disponível em: <http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=256&Itemid=437>.

² Disponível em: <<http://pt.lab2go.net/lab2go/>>.

³ Disponível em: <<http://www.mundodaquimica.com.br/category/laboratorio-virtual/>>.

3. Método de Pesquisa

Este artigo apresenta o desenvolvimento e avaliação de um laboratório virtual para o processo de ensino-aprendizagem em Química, por meio da integração de diferentes recursos e tecnologias. Para tanto, um conjunto de etapas previamente projetadas foram elaboradas, como segue.

A primeira fase caracterizou-se pelo levantamento de referencial teórico sobre o ensino de Química e as questões envolvidas com isso ao se utilizarem laboratórios virtuais. Em um segundo momento, foi definido as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

As tecnologias escolhidas foram: o ambiente Moodle em sua versão 2.7, por ser *open source*, gratuito e amplamente utilizado pela instituição de pesquisa dos autores; assim como o OpenSim na versão 0.7.6.1, que foi selecionado pelas mesmas razões; o Sloodle 2.1, que realiza a integração entre o mundo virtual e o AVA; o visualizador Firestorm na versão 4.6.5.40833, que possibilita a inserção de diferentes mídias online separadamente no mundo virtual.

O Wamp Server 2.4 foi escolhido para hospedar as aplicações necessárias para o funcionamento do laboratório virtual, por ser uma solução já consolidada no mercado e gratuita. Ele é composto de três elementos: MySQL, PHP e Apache. Nele é criado um servidor local, que hospedará o banco de dados MySQL do OpenSim e do ambiente Moodle, sendo esses acessados por meio do servidor Apache, que está integrado ao Wamp Server.

A partir do reconhecimento das aplicações a serem utilizadas, foi implementada a etapa prática do estudo (terceira etapa), na qual foi realizada a construção do laboratório virtual de Química no OpenSim. Além disso, foi criada uma disciplina no ambiente Moodle, inserindo conteúdos relacionados a densidade dos objetos e questionários de múltipla escolha sobre este tópico.

A quarta etapa do trabalho constitui-se na apresentação e utilização do laboratório virtual de Química pelos estudantes. Para isso, foram criados dois grupos de controle com o objetivo de efetuar uma análise comparativa entre indivíduos que tiveram contato com o mundo virtual em relação àqueles que utilizaram somente materiais descritivos no ambiente Moodle.

Cada grupo foi formado por 5 estudantes do curso de Sistemas de Informação de uma Universidade Federal, visto que embora não estejam ligados diretamente ao estudo da área de Química, os conteúdos abordados no laboratório virtual e no ambiente Moodle foram básicos e embasados com materiais e vídeos. Foram criados *chats* em ambos os ambientes com a intenção de proporcionar aos estudantes a possibilidade de registrarem as experiências, críticas e impressões acerca da utilização destes recursos.

Por fim, na quinta etapa foi executada uma análise comparativa dos dados registrados pelo *chat* com o objetivo de avaliar as opiniões dos usuários que utilizam um método mais tradicional de ensino, predominantemente teórico, com aqueles que tiveram contato com atividades mais interativas no laboratório virtual. A seguir é apresentado o desenvolvimento e funcionalidades utilizadas nesta abordagem.

4. Construção do laboratório virtual de Química no OpenSim

O trabalho em questão objetivou demonstrar o desenvolvimento de um laboratório virtual para o ensino básico de Química, visto que se trata de uma alternativa com uma menor taxa de custos e riscos, tanto ambientais quanto pessoais, se comparado com um local real. Para tanto, diversos procedimentos tiveram que ser executados, conforme descritos nas próximas seções.

O laboratório virtual de Química foi construído no mundo virtual OpenSim, no qual um local específico, conforme visto na Figura 1, foi importado do repositório de objetos OpenSim Creations para hospedar a criação das atividades. Ele foi transformado em semitransparente com o intuito de facilitar a navegação dos avatares entre as salas do laboratório virtual.

Na porta de entrada foi inserido um *script* que identifica a presença do avatar quando estiver perto, e, automaticamente realiza a abertura deslizando de forma lateral a porta. Simultaneamente, um novo avatar denominado de “Tutor Inteligente” é criado para fornecer apoio ao estudante no laboratório virtual. Gascó et al. (2014) explicam que estes tipos de avatares são robôs virtuais, denominados de *bots* ou Non Player Characters (NPCs).



Figura 1. Entrada do Laboratório Virtual de Química.

Desta forma, ele pode exercer um papel específico, que é interagir com o avatar controlado pelo estudante, com o objetivo de ser um ajudante ou guia virtual para auxiliar na realização das atividades. Quanto ao seu controle, eles não são controlados diretamente pelos humanos, mas sim por meio de *scripts* acoplados em objetos de controle executando comandos OpenSim Script Language (OSSL).

No caso específico deste laboratório virtual, o NPC criado dá as boas vindas ao usuário e se apresenta, pedindo em seguida para segui-lo e deslocando-se para cinco diferentes pontos da sala, sendo estes: sala de entrada; sala de conteúdos; sala de vídeos, sala de experimentos; e, sala de atividades avaliativas. Em cada uma das salas, o NPC realiza a descrição de quais atividades devem ser realizadas e a sua forma de execução, até chegar ao término e permanecer estático na entrada do laboratório, podendo ser acionado a qualquer momento para realizar novamente as explicações.

Com relação às salas do laboratório virtual, antes de realizar suas descrições, deve-se ressaltar que conforme descrito anteriormente na metodologia, o ambiente Moodle e a tecnologia do Sloodle também foram utilizadas de forma conjunta com o OpenSim. Assim, conforme visto na Figura 2, uma página no Moodle denominada de “Química” foi criada para hospedar os recursos presentes no laboratório e relacionados aos existentes no mundo virtual, por meio da interconexão com o Sloodle, como o *chat*, questionário e o registro do avatar com seu respectivo usuário do Moodle.

Na Figura 2 é possível visualizar os elementos adicionados para realizar a interconexão com o mundo virtual por meio do Sloodle, como o controller, o *chat*, o questionário e o Tracker. Estes elementos e seu funcionamento serão descritos detalhadamente a seguir juntamente com a explicação dos recursos existentes em cada sala do laboratório virtual.

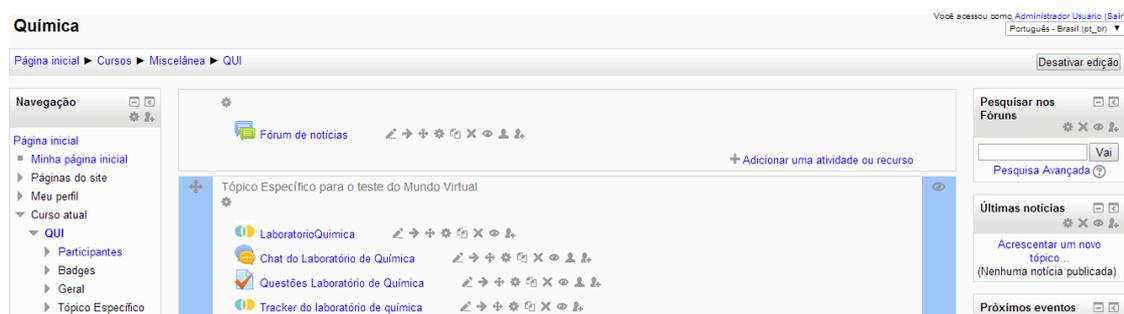


Figura 2. Página criada no Moodle para o Laboratório Virtual de Química.

Na sala de entrada, está disposto um elemento denominado de Reg Enrol Boot, que realiza a associação do avatar do estudante com o seu respectivo usuário no Moodle. Assim, todas as atividades realizadas no mundo virtual com o avatar e que são gravadas no ambiente Moodle, terão o respectivo nome do usuário inserido nele para identificá-lo.

Além disso, nesta sala foram adicionados dois *chats* para registrar as conversas percorridas entre os avatares no mundo virtual. O primeiro é denominado de “Web Intercom” no mundo virtual e está interconectado ao *chat* criado no Moodle pelo Sloodle, o qual pode ser configurado para registrar conversações somente em períodos previamente definidos. Já o segundo pode ser ligado ou desligado a qualquer momento, o qual registra todas as escritas no *chat* local do OpenSim quando estiver ativado e gera um relatório em uma página HTML com o horário, nome do usuário e a informação fornecida.

Embora possam ser visualizados na página da disciplina do Moodle ou em outro local alternativo, os *slides* e vídeos dispostos no mundo virtual servem como apoio complementar para o educando executar as ações solicitadas. Estas duas salas foram desenvolvidas com o intuito de proporcionar ao aluno uma oportunidade de agregar conhecimentos para auxiliá-lo no entendimento dos experimentos interativos.

A sala de conteúdos contém *slides* acerca dos conteúdos trabalhados no laboratório e que estão hospedados em sites *online*, sendo apresentados aos avatares quando estes clicam no objeto para visualizar. Da mesma forma, na sala de vídeos, diversos filmes são vistos pelos usuários como parte do conteúdo base para entendimento dos experimentos existentes no laboratório.

Na sala de experimentos, conforme visto na Figura 3, três tipos de simulações foram construídas para serem visualizadas pelos usuários, sendo estas: densidade de diferentes tipos de líquidos, entre água e cobre e acerca de águas com temperaturas diferentes. As ações nestes objetos são executadas com o uso de *scripts* inseridos nos objetos, que ao serem clicados, realizam as movimentações previamente estabelecidas, a troca de texturas ou aparência dos objetos e emite a descrição detalhada de cada etapa que ocorre durante o experimento.

Por exemplo, no primeiro experimento existem quatro elementos: groselha (vermelho); azeite (amarelo); álcool (cinza); e, mel (laranja). Ao tocado, o tonel que inicialmente está transparente, começa a receber cada um dos elementos citados anteriormente. Como resultado final, é visto que os quatro líquidos foram inseridos no tonel e ficaram separados conforme a sua densidade, sendo emitida uma explicação para justificar este fato.



Figura 3. Sala com os experimentos simulados.

Por fim, a sala de atividades avaliativas contém diversas cadeiras denominadas de Quiz Chair, que no momento em que o avatar senta-se em uma delas, o questionário previamente elaborado no Moodle é apresentado para ser respondido por ele. Após a realização desta tarefa, suas respostas são armazenadas diretamente no Moodle para posterior avaliação por parte do docente.

Para a avaliação de todas as atividades no laboratório virtual de Química, foram estabelecidos os seguintes critérios: uso do *chat*, os questionários respondidos pelos estudantes e a presença em todas as atividades do laboratório conforme sequência previamente definida. Desta forma, são evidenciados rastros de informações que podem servir como dados comprobatórios e avaliativos a serem utilizados pelo professor na distribuição das notas.

Quanto aos questionários respondidos, eles foram formulados no formato de múltipla escolha, sendo a nota automaticamente fornecida pelo ambiente Moodle para o professor. Apesar de se tratar de um tipo de avaliação clássica, o que pode não condizer com uma aprendizagem baseada na experimentação, ele é um recurso adicional importante para monitorar o desempenho dos estudantes e está em conjunto com outras

avaliações realizadas no MV que são puramente baseadas em uma aprendizagem por experimentação.

Os registros em ambos os *chats*, tanto na página HTML como no Moodle, podem ser visualizados pelo docente e avaliados conforme a quantidade e/ou qualidade das informações fornecidas pelos estudantes, com base em critérios previamente definidos pelo professor. Este tipo de avaliação auxilia a verificar se os alunos têm compartilhado dúvidas e conhecimentos com seus colegas acerca dos experimentos de química desenvolvidos no mundo virtual.

Para a confirmação de presença do avatar em todas as atividades do laboratório, foi utilizado o Tracker Scanner que detecta a presença do avatar em um determinado domínio do laboratório e realiza o registro do mesmo no ambiente Moodle. Desta forma, foram definidos cinco sensores distribuídos em locais específicos em cada uma das salas descritas anteriormente.

A sequência de etapas estabelecida abrangia iniciar pela sala de entrada, avançar para a sala de conteúdos e após para a de vídeos, deslocando-se então para a sala de experimentos e finalizando o percurso na sala de avaliações, não sendo permitida a execução destas etapas fora de sequência. O professor então recebe este relatório detalhado de cada usuário, com a data e hora em que ele acessou cada local, podendo utilizar este recurso como índice comprobatório de que o aluno acessou os recursos presentes em cada uma das salas de aula.

Desta forma, o desenvolvimento do laboratório virtual de Química foi demonstrado de forma detalhada e como ocorre o seu funcionamento. A próxima seção apresenta os resultados experimentais obtidos com as primeiras avaliações executados no mundo virtual.

5. Avaliação Preliminar

Realizada a descrição do processo de desenvolvimento do laboratório virtual de Química, esta seção apresenta uma avaliação preliminar desta abordagem com o objetivo de verificar sua viabilidade. Para tanto, foram utilizados dois grupos de controle compostos cada por 5 indivíduos, em que o primeiro utilizou somente a disciplina do Moodle, enquanto que o segundo executou a avaliação somente no laboratório virtual.

Em ambos os casos, eles descreveram suas opiniões, críticas e sugestões a respeito dos recursos presentes nele. Estas descrições foram fornecidas pelos educandos diretamente no *chat* do OpenSim, sendo gravadas em ambos os *chats* disponíveis, tanto na página HTML como no Moodle.

Com base nisso, uma análise comparativa das opiniões armazenadas foi executada. As percepções fornecidas pelos estudantes relatavam acerca da interação no ambiente Moodle, na qual consistia em visualizar o material sobre densidades dos líquidos, os vídeos dispostos, o questionário e o *chat* em questão.

De forma geral, os estudantes apontaram críticas ao conteúdo predominantemente teórico na disciplina, cuja ausência da interatividade no que concerne aos experimentos foi apontada como principal desvantagem. Um comentário de um dos estudantes reforça esta questão: “como estou acostumado com este caráter

teórico ao utilizar o Moodle, senti a falta de uma experimentação mais prática do que foi abordado na disciplina”.

Já no que concerne aos registros envolvendo a interação dos usuários no mundo virtual, a visão geral apresentada por eles remete principalmente ao fato de que a vantagem da visualização prática e de forma clara proporciona uma maior aproximação do conteúdo assimilado na teoria com a prática em questão. Um exemplo disso está no seguinte comentário disposto: “com eles pude perceber como o que estava descrita na teoria poderia ser visto na prática, por exemplo, com cada átomo se ligava formando uma molécula e ainda, poder movimentar cada uma delas, girando e percebendo cada ligação”.

Levando em consideração o aspecto comparativo entre ambos ambientes educacionais, foi possível verificar que as opiniões fornecidas descrevem a disciplina no Moodle como demasiadamente estática e teórica. Já no mundo virtual, fatores como a interatividade, facilidade de comunicação com os colegas, visualização prática dos experimentos, ambiente intuitivo e imersão são os aspectos que predominaram dentre os depoimentos fornecidos pelos estudantes que avaliaram o laboratório virtual.

Ressalta-se também que foram discorridas desvantagens envolvendo os experimentos sobre a densidade dos líquidos, visto que estes apresentavam muitas informações explicativas ao mesmo tempo e não forneciam a opção de selecionar algum tipo de líquido a ser inserido no recipiente ou demais aspectos que o tornariam um objeto munido de maiores possibilidades de reações. Apesar disso, o aspecto visual destes elementos e a visualização prática foram avaliadas positivamente pelos estudantes.

Desta forma, a avaliação preliminar do ambiente foi considerada positiva, visto que os aspectos inicialmente propostos, como a possibilidade de maior interação e comunicabilidade entre os participantes, foi avaliada como satisfatória e tida como uma abordagem válida no que concerne ao apoio para o ensino de Química.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Com a evolução e a disseminação das TICs potencializadas nos últimos anos, novas estratégias têm sido investigadas e aplicadas na área educacional. Dentre essas, destacam-se os laboratórios virtuais de ensino, que dentre outras características, permitem realizar atividades de maneira prática e conseqüentemente possibilitando uma aprendizagem ativa.

Além de proporcionar a experimentação prática de Química aos estudantes, os laboratórios virtuais também se viabilizam devido a outros fatores, por exemplo, a extensão de laboratórios reais, oferecendo assim, novas oportunidades, sem custos e riscos; a operação de equipamentos virtuais em ambientes controlados; o acesso facilitado por tratar-se de um ambiente disponível à todo momento; o *feedback* imediato; a *expertise* distribuída entre os estudantes, onde é possível a troca de experiências uns com os outros; o ensino centrado no aluno; e o incentivo à prática de autoria.

Este artigo apresentou um relato de pesquisa acerca da criação de um laboratório para o ensino de Química no mundo virtual OpenSim, detalhando todo o seu processo

de desenvolvimento. Agregado a isso, uma avaliação preliminar sobre os recursos inseridos neste foi executado com o intuito de verificar a viabilidade desta abordagem.

Como resultados, está a demonstração de todo processo de construção do ambiente, assim como a sua avaliação por dois grupos, no qual foi realizado um comparativo entre o ensino em uma disciplina no Moodle e a mesma proposta no mundo virtual. Foi verificado que os usuários consideram a abordagem válida, instigante, com um maior grau de interatividade e comunicabilidade, além de proporcionar a visualização prática dos experimentos químicos. Ressalta-se que apesar dos aspectos positivos avaliados pelos estudantes, os mesmos detalharam que os experimentos necessitam de mais opções de entretenimento, visto que na forma atual podem abranger um escopo delimitado.

Como trabalhos futuros, pretende-se aprimorar o NPC criado, de forma a integrá-lo à base de conhecimento um chatterbot externo, como exemplo o Pandora⁴, modificando suas concepções para adequar ao ensino personalizado de Química. Agregado a isso, também está a melhoria dos experimentos desenvolvidos no laboratório, conforme sugestões apresentadas pelos usuários, assim como a execução de uma análise mais aprofundada envolvendo um número maior de usuários e ligados diretamente a esta área de ensino.

Referências

- Bertolini, C. T.; Braga, J. C.; Pimentel, E. e Ramos, S. (2013) “Laboratório Virtual Interativo para reprodução de Experimentos de Química através de Dispositivos Móveis”. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação (SBIE 2013), p. 285–295.
- CETIC.br. (2013) “Pesquisa TIC Educação 2013 - Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras”. Disponível em: <http://cetic.br/educacao/2013/tic_educacao_2013.pdf>.
- Dizeró, W. J.; Vicentin, V. J. e Kirner, C. (1998) “Estudo de interação para um sistema de ensino a distância baseado em interfaces de realidade virtual”. In: Atas I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 98), Campinas, SP, p.1 – 8.
- Ferreira, J. Q., e Queiroz, S. L. (2010) “Percepções de graduandos em Química sobre atividade cooperativa realizada no Ambiente Virtual Cursos on-Line”. In: Revista Brasileira de Informática Na Educação (RBIE), 18(02), p. 43–52.
- Gascó, J. L. C.; Mendoza, J. M.; Rubio, Y. R.; Sancho, S. P. e Martínez, J. V. (2014) “Eucative 3D Virtual Environments”. In: INTED2014 Proceedings, p. 5525-5529.
- Lucena, G. L., Santos, V. D. D., & Silva, A. G. D. (2013) “Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de Química no ensino médio”. In: Revista Brasileira de Informática Na Educação (RBIE), 21(02), p. 27–36.
- OpenSimulator. 2012. Disponível em <http://opensimulator.org/>. Acessado em 30 de junho de 2014 .

⁴ Disponível em: <<http://www.pandorabots.com/>>.