

A REALIDADE VIRTUAL COMO INOVAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA DE MINAS

Rodrigo Peroni – peroni@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia de Minas
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV
CEP91509-900– Porto Alegre - RS

Felipe Vargas e Silva – vargas.silva@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia de Minas
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV
CEP91509-900– Porto Alegre - RS

Paulo Roberto Guimarães Mello – paulogmello@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia de Minas
Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV
CEP91509-900– Porto Alegre - RS

Resumo: *Os índices de retenção e evasão escolares na Engenharia de Minas têm preocupado os professores do curso. Para melhorar o número de alunos graduados, entre outras medidas, foi proposta a criação de uma sala de visualização científica que se utiliza da realidade virtual para auxiliar nas práticas acadêmicas na expectativa do estímulo e exposição de modelos e experiências mais intensas e aplicadas. Estudos indicam que a realidade virtual pode aumentar a capacidade de assimilação de conceitos científicos complexos e servir com agente motivador, ajudando a combater a evasão escolar na medida em que desperta no aluno a curiosidade, tanto sobre a própria realidade virtual como sobre os objetos de realidade virtual manipulados. Para tornar a sala de visualização científica uma sala de ensino, foi necessária a criação de objetos de realidade virtual, que são os objetos manipuláveis pelo aluno quando este estiver imerso no ambiente de realidade virtual. Os objetos dizem respeito à três áreas fundamentais da Engenharia de Minas: a mineralogia, o projeto de lavra a céu aberto e o projeto de lavra subterrânea. Depois de construídos em programas especialistas que permitem a construção de objetos tridimensionais, foi necessário utilizar-se de um software que converte os objetos tridimensionais usuais em objetos de realidade virtual. Para avaliar a percepção do público sobre o projeto, foi aplicado um questionário após a exposição aos objetos de realidade virtual. Os resultados são promissores e indicam a necessidade de mais investigação sobre o tema da realidade virtual e sua influência na aquisição de conhecimentos complexos e motivação discente.*

Palavras-chave: *Realidade virtual, tecnologias de Ensino, Engenharia de Minas, Objetos de Aprendizagem.*

1. INTRODUÇÃO

As universidades por todo o país vêm se deparando já há algum tempo com dois desafios um tanto complexos, ambos contribuindo diretamente para o fracasso acadêmico: os altos índices de retenção, definido como as reprovações obtidas pelo estudante durante a sua trajetória acadêmica, o que invariavelmente resultará em uma maior permanência do aluno no curso; e a alta taxa de evasão nos cursos de engenharia, definida pela desistência do estudante do curso no qual ingressou através de processo seletivo qualificado. Ambos têm diversas causas, categorizadas como causas endógenas, quando estiverem relacionadas com fatores

intrínsecos aos processos de ensino-aprendizagem; ou exógenas, quando estiverem relacionadas com fatores externos, tais como valorização do curso em relação ao mercado de trabalho, ou uma gama de questões pessoais do aprendiz que podem afetar o seu desempenho acadêmico.

No curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, a situação não é diferente. Preocupadas com essa situação, muitas universidades brasileiras têm adotado estratégias para solucionar o desafio criado pelo problema da retenção e evasão de seus alunos (SOARES, 2000). A Pró-reitoria de Graduação (PROGRAD) criou, no período de maio de 2010 a julho de 2010, o projeto Programa de Apoio a Graduação, o PAG1 (UFRGS, 2011), cuja meta foi de fomentar pesquisas sobre os motivos de evasão e retenção em diversos cursos de graduação da universidade. Na continuação do Programa, foi instituído o PAG2, cujo objetivo é apoiar os estudantes que necessitam de reforço no processo ensino-aprendizagem em cálculo, física, química, português, inglês, e produção de textos acadêmicos e científicos. No âmbito deste Projeto, as atividades vêm sendo oferecidas gratuitamente aos alunos da UFRGS desde o primeiro semestre de 2010, aos sábados pela manhã e à tarde. As atividades de reforço consistem em aulas, oficinas, palestras, atividades culturais, entre outras, para melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes da universidade. A proposta visa proporcionar novas oportunidades de aprendizagem-ensino, além da sala de aula, planejadas e executadas por uma equipe, que envolve desde alunos de graduação, mestrands, doutorandos e pós-doutorandos, e a coordenação por um professor da área. O PAG3 começou a ser desenvolvido em 2012 com o tema “Inovações Pedagógicas em Disciplinas Presenciais”. O Projeto visa apoiar propostas de inovações pedagógicas que despertem nos estudantes de graduação uma maior motivação em aprender, procurem respeitar o tempo de aprendizagem dos estudantes, sinalizem alternativas e caminhos para novas formas de estudo e de ensino, visando ao sucesso acadêmico em disciplinas com elevadas taxas de reprovação. Entre os objetivos destacados no Edital PAG3, encontra-se o apoio a propostas que tenham como meta desenvolver metodologias para inovação do ensino e aprendizagem; produzir material didático para aplicação em disciplinas presenciais e atividades de ensino dos cursos de graduação da UFRGS, prioritariamente, na área das ciências exatas. Com isso, pretende-se oportunizar reflexões sobre projetos pedagógicos e ações docentes; incentivar e apoiar o envolvimento dos Departamentos e das Comissões de Graduação com a temática; contribuir para a diminuição dos índices de retenção e evasão, e consequente elevação dos índices de diplomação na Universidade. É no Programa PAG3 que está inserida a proposta do Departamento de Engenharia de Minas para mitigar o problema da retenção e evasão acadêmica do curso: a criação de um ambiente imersivo e interativo de realidade virtual que possa: 1) facilitar a apreensão de conceitos de engenharia complexos de forma visual e apicada, o que auxiliaria a mitigar a retenção; 2) e aumentar a motivação dos alunos em relação ao curso de Engenharia de Minas, o que contribuiria com a diminuição da taxa de evasão do curso.

Como se pode promover a aprendizagem utilizando um ambiente de realidade virtual? A resposta a essa pergunta gera acirrados debates na comunidade científica. Uma corrente de pensamento, representada aqui por (PSOTKA, 1995) e (SHERIDAN, 1992) acredita que realidade virtual traz consigo contribuições ímpares ao processo ensino-aprendizagem, como a visualização científica, o auxílio na aprendizagem de conceitos científicos complexos e o aumento no desempenho sensorio-motor, por servir de excelente ferramenta de treinamento no manuseio dos controles e modelos complexos. Outra linha de pensamento, mais cautelosa, como (CUBAN, 1986) sinaliza que, embora seja uma tecnologia de ponta, a aplicação da realidade virtual no campo educacional pode começar com grandes esperanças e previsões e

acabar não contribuindo para a educação formal da forma apreendida pelos entusiastas do uso da realidade virtual na educação.

De acordo com (DUCKWORTH e SULBARAN, 2011), a melhor forma de melhorar a capacidade dos alunos de aprender é mantê-los motivados em relação ao tópico de aprendizagem. Constance Frith (FRITH, 1997) defende a ideia de que a motivação para a aprendizagem é intrínseca ao indivíduo, o que significa dizer que alguns alunos terão maior motivação (por diversos fatores anteriores ao ingresso na universidade) enquanto outros alunos não apresentarão uma motivação adequada à aprendizagem. Felizmente, a motivação é sensivelmente afetada por fatores externos, passíveis de modificação por parte do educador, tais como o aumento da curiosidade, a divisão do conhecimento em parcelas menores de fácil aquisição como uma forma de aumentar a autoconfiança do aprendiz, tornar o objeto de aprendizagem mais flexível para aumentar a criatividade do aluno e facilitar a significação dos conteúdos programáticos. Pelas razões acima expostas, a realidade virtual pode vir a se tornar uma poderosa ferramenta educacional, pois tem potencial de servir tanto como um meio facilitador na aquisição de conceitos científicos complexos, devido ao seu apelo sensorial superior às formas tradicionais de exposição ao conhecimento, como uma forma de potencializar a motivação do estudante em aprender. Estudos conduzidos por (MORENO e MAYER, 2001) mostraram que estudantes expostos a um ambiente de ensino imersivo e interativo se motivaram mais a continuar aprendendo do que o grupo de controle, exposto a outros ambientes de aprendizagem menos interativos.

A realidade virtual consiste na combinação de programas, computadores de alto desempenho, periféricos especializados e pessoas capacitadas, que permitem criar um ambiente gráfico de aparência realística. São três ideias que fundamentam a realidade virtual: imersão, interação e envolvimento. Imersão está ligada ao fato do usuário se sentir dentro do ambiente virtual. Interação é a capacidade da máquina de inserir o usuário no ambiente realizando todas as mudanças exercidas sobre ele. Envolvimento, por sua vez, está ligado ao engajamento da pessoa na realização das tarefas no mundo virtual.

A partir destes fundamentos a realidade virtual está inserida em diversas áreas, como exemplo, no entretenimento com cinemas e suas projeções estereoscópicas, na medicina e engenharia, cada qual com suas funções.

Um projeto de mineração consiste em diversas etapas, primeiramente com a pesquisa mineral da região de interesse, tentando assim, compreender o fenômeno geológico da área, para então, modelarmos e estimarmos de modo consistente o nosso depósito mineral. O planejamento da mina requer a tomada de decisões para que o projeto seja economicamente e ecologicamente viável, ou seja, a locação de acessos ao subsolo, de poços para ventilação, produção ou transporte de pessoas e maquinários, posicionamento de barragens de rejeitos, dentre outros itens essenciais para o funcionamento do empreendimento.

Com a inserção da realidade virtual, estas decisões de planejamento ganharão um forte aliado, o apelo visual, que facilitará a aprendizagem dos alunos pelo fato de poderem se deparar com simulações realísticas dos problemas reais via realidade virtual, e assim, discutirem a melhor solução baseando-se nas teorias vistas em sala de aula e tudo com a ajuda da interatividade que a RV proporcionará.

2. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

Com o objetivo de se mitigar o problema da retenção e evasão escolar no curso de Engenharia de Minas, foi montada uma sala de visualização científica, local onde o ambiente de realidade virtual é gerado, e foram construídos objetos de realidade virtual em quatro áreas do conhecimento da Engenharia de Minas tidas como mais complexas por parte dos alunos.

Um grupo de alunos em estágio inicial do curso foi exposto ao ambiente de realidade virtual e logo após a exposição e a interação dos alunos com os objetos de realidade virtual foi-lhes aplicado um questionário como forma de se verificar como a realidade virtual modificou o seu interesse pelo curso.

2.1. Infraestrutura da sala de visualização científica

Com o intuito de expor os alunos a um ambiente de aprendizagem de realidade virtual e posteriormente tentar mensurar a aquisição de conhecimentos e a variação da motivação dos alunos a estudar os conteúdos programáticos do curso de Engenharia de Minas, foi montada uma sala de visualização científica, onde os objetos de realidade virtual serão exibidos e manipulados pelo público alvo, os alunos de graduação do referido curso. O projeto da sala de visualização científica é composto por três ambientes: um de retroprojeção e dois ambientes de visualização 3D estéreo passivo. No primeiro ambiente se localiza o retroprojetor e todas as máquinas necessárias ao processamento das imagens (Workstation de alto desempenho, *no breaks*, roteadores *wi-fi*, *etc.*) bem como o painel de cabeamento das duas salas de visualização. Nas duas salas, denominadas de sala de visualização e sala de estudos, estão dispostos os equipamentos necessários para a imersão na realidade virtual e pelas formas convencionais de visualização. A figura 1 mostra a disposição dos ambientes. A seguir estão descritos os ambientes de visualização e de estudos e seus equipamentos. A localização dos equipamentos nas respectivas salas está mostrada na figura 2.

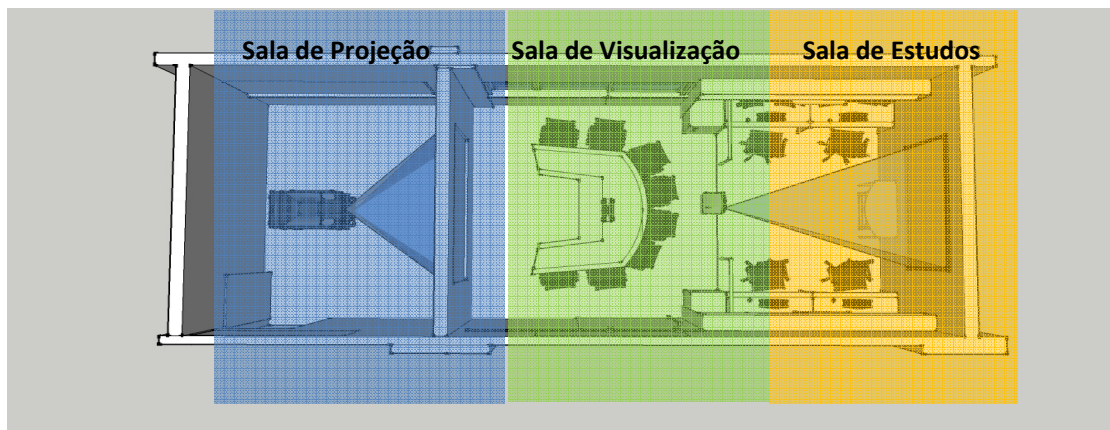


Figura 1 - Ambientes do Laboratório de Visualização Científica.

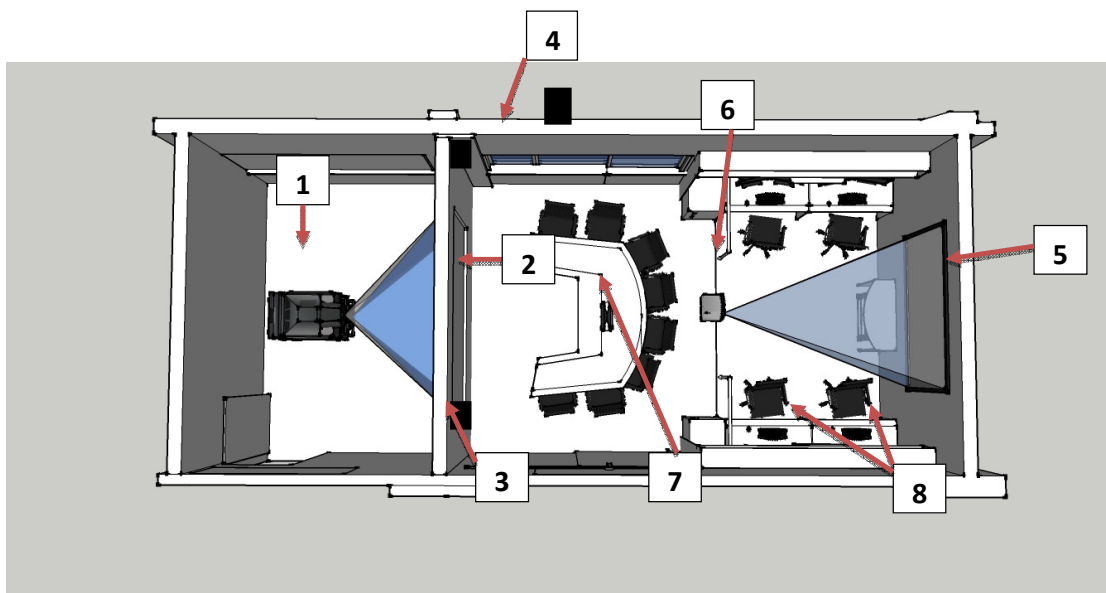


Figura 2 - Disposição dos equipamentos nas salas.

- 1 – Sistema de retroprojeção 3D estéreo passivo composto por dois projetores com resolução WUXGA¹, de 1920x1200 pixels;
- 2 – Tela Starglas de dimensões 3 m por 1,88m;
- 3 – Sistema de rastreamento de posição por sinal infravermelho modelo POS 3& POS 6;
- 4 – Sistema de áudio com receiver AV amplificado Denon mais 5 caixas acústicas e 1 subwoofer;
- 5 – Tela retrátil motorizada Stewart de dimensões 190 cm por 119 cm;
- 6 – Projetor 2D Christie modelo LWU 505 de resolução WUXGA com 1920x1200 pixels, com tecnologia 3LCD;
- 7 – Monitor Dell 24 polegadas com resolução WUXGA;
- 8 – Locais de estudos com computadores desktops.

Além dos equipamentos supracitados, a sala conta com um equipamento completo de videoconferência, o que permite a troca de experiências dos professores e alunos com outras universidades e empresas remotamente.

2.2. Criação dos Objetos de Realidade Virtual

Para que seja possível a criação de objetos virtuais, faz-se necessário escolher um software que execute as tarefas propostas. Primeiramente foi escolhido um software capaz de

¹ WUXGA significa Widescreen Ultra Graphics Matriz estendida e é uma resolução de tela de 1920 × 1200 pixels (2.304.000 pixels) com uma proporção de tela de 16:10. É uma versão ampla de UXGA, e pode ser usada para a visualização de televisão de alta definição de conteúdo (HDTV), o qual utiliza uma relação de aspecto de 16:9 e uma resolução de 1920 x 1080. A proporção de 16:10 (em oposição a 16:09 utilizados em televisões widescreen) foi escolhida porque esta proporção é apropriada para a exibição de duas páginas completas de texto lado a lado. A resolução WUXGA é de 2,304 megapixels.

criar objetos tridimensionais. Foram escolhidos os softwares Blender e Studio 3D. Em um segundo momento, os objetos tridimensionais foram convertidos em objetos virtuais através do software TechViz. Por último, testamos os objetos em ambiente de realidade virtual.

A criação de elementos para ambientes de realidade virtual contemplou três áreas específicas de pesquisa da Engenharia de Minas: a mineralogia, projeto de lavra em minas subterrâneas e projeto de lavra em minas a céu aberto.

Um dos principais problemas dos alunos ao trabalhar com minerais na disciplina de ENG05101 - GEOLOGIA DE ENGENHARIA I é conhecer a sua estrutura cristalina interna, pois dela dependem as propriedades características dos minerais. É necessária uma capacidade de visualização espacial muito desenvolvida para se perceber as nuances que diferenciam um sistema cristalográfico de outro. Essa dificuldade seria facilmente contornada se os alunos pudessem manusear exemplos de cristais minerais na disciplina. Para que tal interação seja possível, foram construídos objetos representativos dos principais sistemas cristalográficos utilizando-se um software de modelagem tridimensional. Para dar maior realismo aos objetos virtuais, aos sistemas modelados foram aplicadas texturas idênticas aos principais minerais estudados. No momento está sendo discutida a possibilidade da criação de um ambiente geológico tridimensional em que seja possível controlar um personagem em primeira pessoa. Nesse ambiente, seria possível para o aluno explorar o ambiente de uma forma mais dinâmica e aprofundada.

Com o uso do aplicativo de planejamento *STUDIO 3* foi desenvolvido o cenário de uma mina subterrânea, onde foram inseridos elementos animados que simulam o funcionamento da mina e permitem a análise do transporte e deslocamento feito pelos equipamentos (*LHD's* e *Truck's*) no ambiente virtual. Também foi realizado o sequenciamento e a avaliação do desenvolvimento da mina através do software *Mine2-4D*. Os resultados foram importados para o programa EPS (*Enhanced Production Scheduler*) para gerenciar e visualizar graficamente a produção durante toda a vida da mina. Estes dados são de suma importância para o empreendimento, pois permitem prever a região no subsolo em que se devem minerar, os custos de equipamentos e produção que se estima alcançar num intervalo de tempo específico. As Figuras 3 e 4 abaixo apresentam algumas imagens dos cenários desenvolvidos para aplicação no ambiente de realidade virtual para ambientes de minas subterrâneas.



Figura 3 - Visão em primeira pessoa da LHD dentro de uma galeria subterrânea.

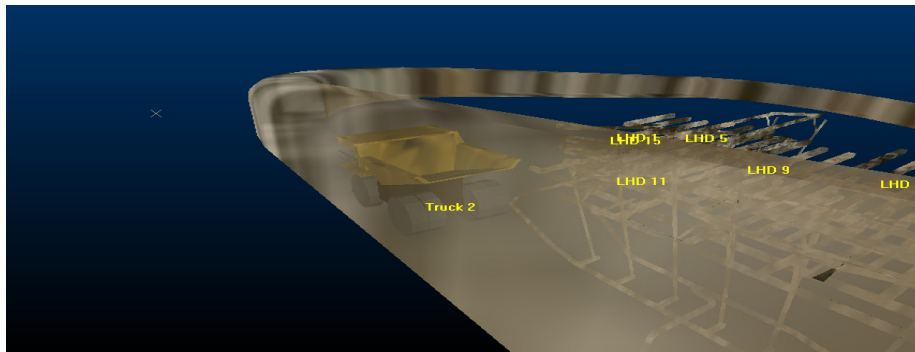


Figura 4 - Visão espacial do caminhão e demais equipamentos na rampa e galerias.

Foi feita a locação de poços de ventilação a fim de simular o fluxo de ar na mina quando ela alcançar o seu design final. Utilizou-se o *software Ventsim Visual* para a obtenção da animação do evento, adotando-se os conceitos abordados em sala de aula, como mostra a Figura 5.

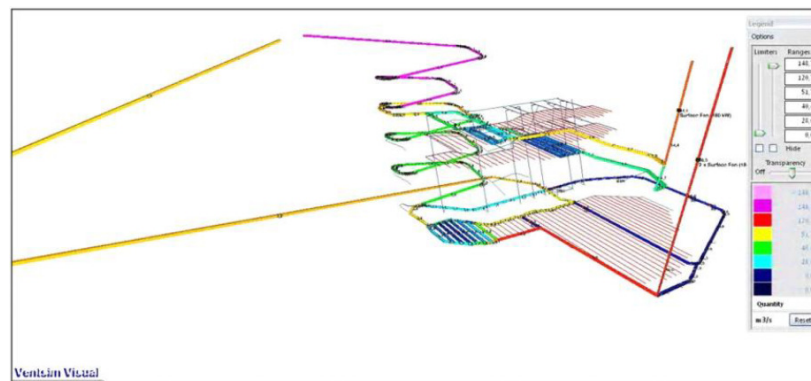


Figura 5 - Fluxos de ar nos diferentes setores da mina.

Foi realizado ainda o planejamento para uma mina de carvão onde foram dimensionados painéis de lavra e sequenciada sua produção demonstrando que, apenas com a mudança geométrica das travessas dos painéis, é possível aumentar a recuperação da lavra. Para tanto, foram planejados os painéis com a sua forma convencional, com as galerias perpendiculares às travessas, e outro denominado painel "árvore de natal", que possui as travessas inclinadas 30° com as galerias, facilitando as manobras com o minerador contínuo, que demandam muito tempo nos turnos de produção, conforme as figuras 6 e 7.

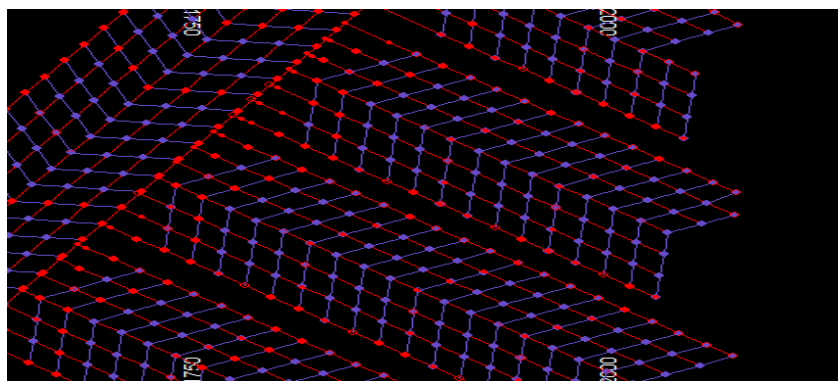


Figura 6 - Layout dos Painéis em formatos não convencionais

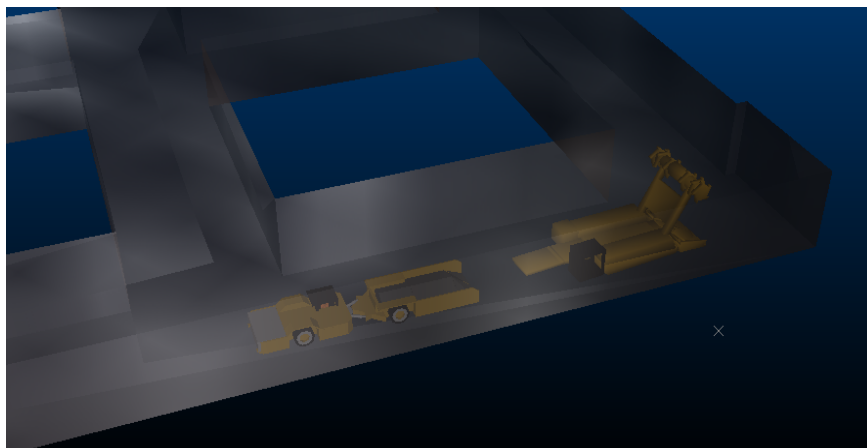


Figura 7 - Minerador Contínuo e LHD - Vista 1

Após o sequenciamento e avaliação do projeto para os painéis modificados, foi possível estimar o avanço e produção semestral da mina e apresentar um plano de produção mensal detalhado.

Em se tratando da criação de objetos de realidade virtual de lavra a céu aberto, utilizou-se o *Studio 3* para a construção de um cenário de mina a céu aberto. O software *Studio* permite desenhar a mina, traçando estradas, bancadas e bermas. Na próxima figura veremos em verde as linhas de deslocamento dos equipamentos que foram traçadas, definindo a trajetória ao longo da qual os objetos se movimentam. A Figura 8 apresenta o modelo da cava em um formato de malha triangularizada, antes da aplicação de textura.

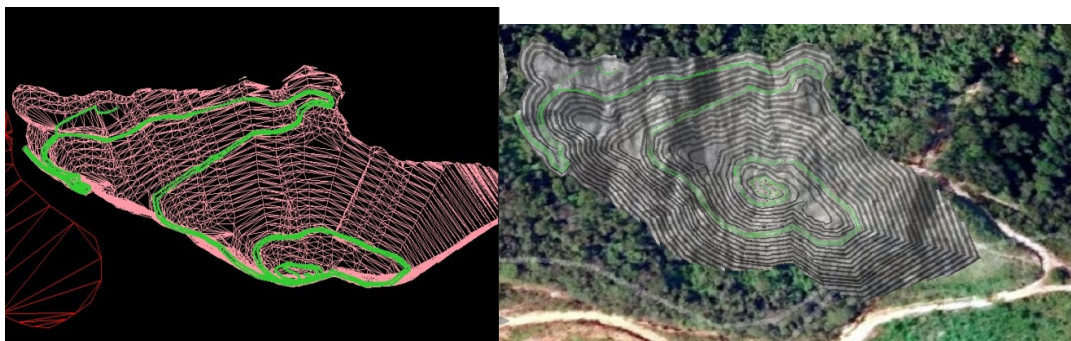


Figura 8 – *Strings* de movimentação dos objetos e mina a céu aberto com texturas do maciço e contexto topográfico

Após a construção do projeto de mina, com a introdução de todos os elementos geométricos e as rampas e acessos do projeto, foram aplicadas texturas aos elementos espaciais, dando um aspecto de maior realidade a tudo que foi construído.

2.3. Exposição dos alunos ao ambiente de realidade virtual

Após a construção dos objetos supracitados, foi escolhida uma turma de alunos cursando a disciplina curricular obrigatória do 1o. semestre do curso de Engenharia de Minas ENG05101 - Geologia de Engenharia I. Esta visita contou com a presença de 26 alunos, sendo que a turma foi dividida em dois grupos de 13 alunos para a apresentação dos modelos desenvolvidos para aplicação em ambiente de realidade virtual. Usando os recursos de posicionamento e visualização, os alunos puderam manipular os objetos de realidade virtual

durante aproximadamente 30 min. enquanto recebiam informações acerca do projeto, dos seus objetivos e perspectivas futuras. Antes de saírem da sala, foi aplicado um questionário com questões elaboradas em conjunto pelos integrantes do projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário aplicado aos alunos está apresentado na Figura 9 contendo as respectivas respostas dadas pelos alunos às questões propostas.

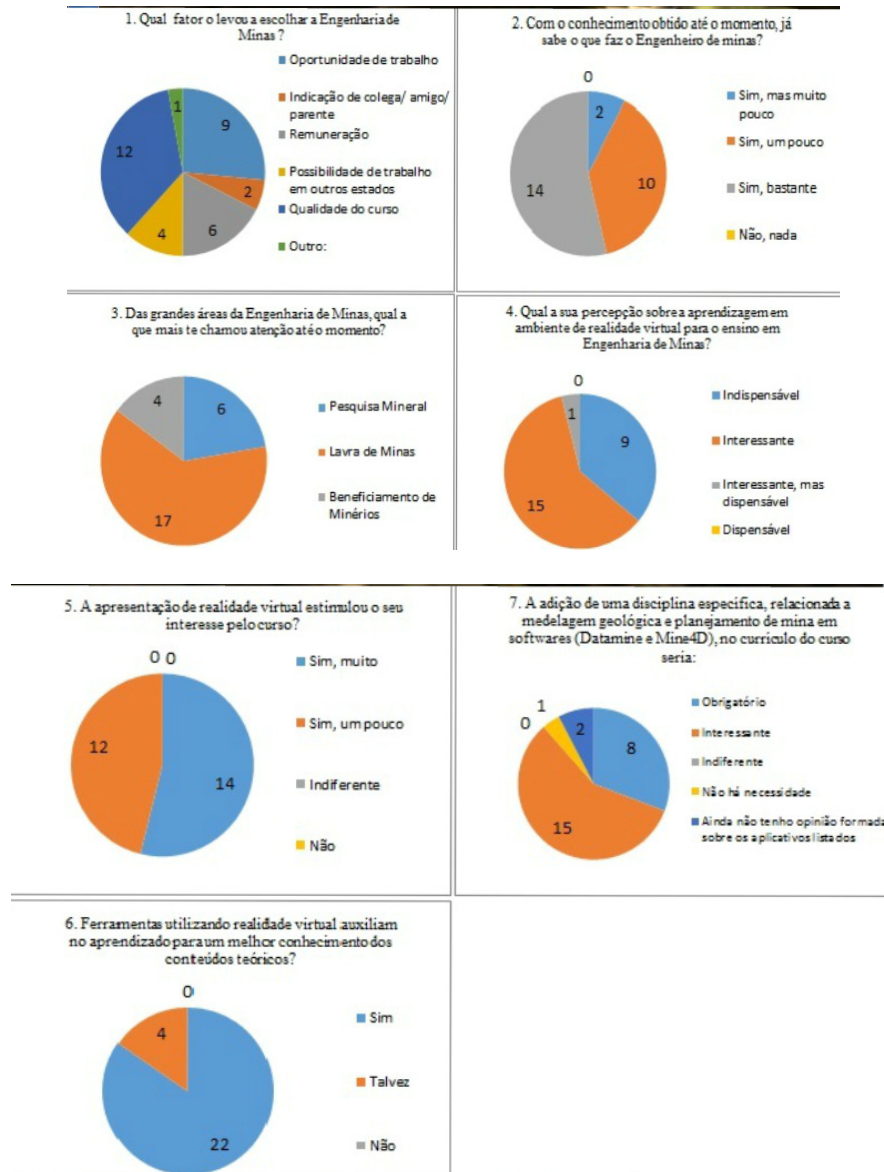


Figura 9 – Questionário e respostas dos alunos ingressantes no curso.

As questões 1 a 3 foram elaboradas com o objetivo de se descobrir as razões da escolha pelo curso e qual seria a percepção dos alunos a respeito do curso de Engenharia de Minas em fase prematura do curso, uma vez que uma falsa percepção e a demora na apresentação sobre os assuntos específicos do curso é uma das causas de frustração e possível evasão. Os resultados obtidos pelas três primeiras perguntas indicam que essa turma de ingressantes está

ao par das atribuições do Engenheiro de Minas e de seu campo de atuação. Os resultados da aplicação do questionário indicam uma forte aceitação da realidade virtual como ferramenta didática auxiliar no ensino de Engenharia de Minas. A totalidade dos alunos afirmou que a realidade virtual estimulou o interesse pelo curso, embora os resultados obtidos a partir da resposta à questão 4 indicam que a utilização da realidade virtual no curso seja mais interessante do que indispensável. Cabe salientar, no entanto, que foram poucos alunos submetidos ao ambiente de realidade virtual, assim como novos modelos estão sendo desenvolvidos e os existentes aprimorados e esta ainda não está sendo utilizada massivamente pelos professores do curso. Nesta fase inicial dos trabalhos, pode-se afirmar que os resultados obtidos foram animadores e que o campo de aplicação da realidade virtual como ferramenta didática é promissor sendo que esse recurso aplicado de forma continuada e um tempo maior de interação será necessário de modo a se avaliar o impacto dessa nova tecnologia no ensino de Engenharia de Minas.

4. CONCLUSÕES

A investigação sobre o impacto causado pela realidade virtual no ensino da engenharia de minas na UFRGS é ainda incipiente. Faz-se necessário a expansão do público alvo, de forma a alcançar a totalidade dos graduandos do curso e a quantificação da influência do uso da realidade virtual como ferramenta de aquisição de novos conceitos científicos e como agente motivador da aprendizagem e da permanência no curso. Resultados preliminares de um estudo futuramente mais abrangente mostram grande aceitação dessa tecnologia emergente por parte dos alunos, o que estimula os pesquisadores a continuarem as pesquisas sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUCKWORTH, L.; SULBARAN, T. **Motivation through Collaborative Virtual Reality Environments Earthwork Exercises**. 47th ASC Annual International Conference Proceedings. [S.l.]: Associated Schools of Construction. 2011.

FRITH, C. Motivation to Learn, 1997. Disponível em:
<http://general.utpb.edu/FAC/keast_d/Tunebooks/pdf/Motivation.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2013.

PSOTKA, J. Immersive training systems: Virtual reality and education and training. **Instructional Science**, v. 23, p. 405-423, 1995.

SHERIDAN, T. B. Musings on telepresence and virtual presence. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 1, p. 375-403, 1992.

SOARES, I. S. **A engenharia de produção: Opção no vestibular, evasão, reprovação e novo vestibular**. VI Encontro de Educação em Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: [s.n.]. 2000.

UFRGS. **Programa de Apoio a Graduação**, 2011. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/prograd/prograd-1/programas/programa-de-apoio-a-graduacao>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

VIRTUAL REALITY AS INNOVATION IN MINING ENGINEERING EDUCATION

Abstract: Retention rates and school dropout in Mining Engineering are worrying the course faculty. To improve the number of graduated students, among other measures, it was proposed to create a scientific visualization environment that uses virtual reality to help in academic practices and in the expectation of stimulating and exposure to models and more intense and applied experiences. Studies indicate that virtual reality can enhance the ability to assimilate complex scientific concepts and serve as motivator, helping to reduce school dropout considering it arouses curiosity, enrollment and exposure to students the mining engineering activities in the early stages, both on its own virtual reality as on the objects of virtual reality manipulated. For the scientific visualization room becomes reality it is necessary the creation of virtual reality objects. Those models will be manipulated by the student when it is immersed in the virtual reality environment. The objects created relates to three areas of Mining Engineering: mineralogy, open pit mining and underground mining projects. After building the object in a specialist software that enables the construction of three-dimensional objects, it was necessary to use a software that converts the usual three-dimensional objects in virtual reality objects. To assess the public's perception of the project, they were given a questionnaire after exposure to virtual reality objects. The results are promising and indicate the need for more research on the topic of virtual reality and its influence on the acquisition of complex knowledge and student motivation.

Key-words: Virtual reality, Technologies in Teaching, Mining Engineering, Learning Objects