LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM DE MECÂNICA DOS FLUIDOS NA ENGENHARIA.

Oscar Eduardo Patrón Guillermo – oepg@iph.ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PPGIE - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.
Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332.
Cep: 90040-060 – Porto Alegre - RS
José Valdeni Lima – valdeni@if.ufrgs.br
Liane Margarida Rockenbach Tarouco – liane@penta.ufrgs.br

Resumo: *Este trabalho aborda o uso de Laboratórios Virtuais de Pesquisas Hidráulicas (LVPH) em disciplinas de cursos da Engenharia. Um estudo de caso foi realizado através do uso do Laboratório Virtual de Mecânica de Fluidos (LVMF) na disciplina de mecânica dos fluidos na graduação de cursos de Engenharia em 2012/2, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Através da utilização do LVMF foi possível a simulação de vários processos envolvendo água como preparação para diminuir o tempo de uso do laboratório real. A importância de diminuir o uso do laboratório real para alguns experimentos pode ser comprovada pela diminuição dos custos de manutenção do referido laboratório e o aumento do número de alunos em contato com experimentos laboratoriais. Com o melhoramento do sistema de reserva do laboratório integrado com as simulações no LVMF se conseguiu flexibilidade nos experimentos e diminuir os esforços de preparação do laboratório real, além de principalmente um ganho significativo no processo de ensino aprendizagem. Após este estudo de caso os alunos responderam um questionário que permitiu fazer uma avaliação qualitativa do uso do referido recurso tecnológico virtual. Ao considerar a experiência do Laboratório Virtual em relação à contribuição na compreensão de conteúdos, 94,4% dos alunos acharam que o Laboratório virtual contribuiu na compreensão dos conteúdos da disciplina. Existe uma preocupação com o índice de repetência e evasão em disciplinas desta área, e o LVMF desenvolvido e aplicado sob a ótica da aprendizagem significativa, tem o propósito de funcionar como uma ferramenta para melhorar o entendimento dos fenômenos físicos estudados na mecânica dos fluídos. A base teórica que dá alicerce para este trabalho é a da aprendizagem significativa "meaningful learning", dentro de uma perspectiva construtivista, principalmente fundamentada por David Jonassen. Este trabalho faz parte de uma pesquisa maior, de uma tese de doutorado em Informática na Educação em andamento.*

Palavras-chave: *Laboratório Virtual de Aprendizagem, aprendizagem significativa, simulação em laboratório.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de software educativo está sendo muito explorada no processo de ensino e aprendizagem de engenharia, trazendo com isto a necessidade de estudos para o seu desenvolvimento. Enfrentar o desafio de criar novos modelos de ensino alavancados pela tecnologia exige um esforço que nos impele à interdisciplinaridade, tanto no sentido de desenvolver novas formas de ensinar e de aprender como no sentido de realizar pesquisas para o aprimoramento das próprias tecnologias, visando adequá-las e aperfeiçoá-las para o uso educacional. O desenvolvimento de trabalhos de laboratório de hidráulica, na maneira como é normalmente efetuado e que já fornece bons resultados, exige dos alunos, além da absorção de conhecimentos em sala de aula, que leiam previamente um texto especialmente preparado para reforçar os conteúdos e orientar a prática a ser executada no laboratório. A realização prévia de simulações com auxílio da informática desses experimentos, em muito semelhantes às que serão posteriormente desenvolvidas na realidade do laboratório, permite unir os conteúdos vistos em aula, a leitura do texto (que acompanha o próprio experimento) e o interesse peculiar dos estudantes pelo uso do computador como ferramenta de trabalho.

(SCHNAID et al., 2003), nas suas conclusões cita que: é necessário incorporar, e em outros casos consolidar à prática pedagógica de Engenharia, atividades de natureza construtivista, de forma a garantir a consolidação dos conhecimentos abordados através de iniciativas individuais, que é necessário estabelecer estratégias de ensino integradoras de múltiplos domínios e conteúdos, como é o caso da realização de projetos, que sintetiza a própria atividade prática da Engenharia; e de que são necessárias pesquisas mais aprofundadas para melhor informar os professores dessa área a respeito das reais possibilidades de cada modelo, bem como da formulação de modelos especificamente voltados à necessidade do ensino de Engenharia, baseados em paradigmas cognitivos e no perfil desejável do aluno dessa área.

Para atender a esses princípios e à necessidade de responder ao desafio da inovação, é que este projeto propôs planejar, estruturar e desenvolver um “Laboratório Virtual de Aprendizagem“ para as disciplinas de Mecânica dos Fluidos e Hidráulica, em cursos de graduação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, atualmente ministrada em aproximadamente 90% dos cursos de Engenharia; envolvendo o desenvolvimento de uma hipermídia interativa com simulações referentes à disciplina, guia virtual, laboratórios virtuais, “podcast” relacionados ao conteúdo teórico, modelos em 3D, hiperdocumentos, vídeos educacionais das práticas de laboratório, artigos relacionados ao conteúdo ministrado e apresentações, entendendo como hipermídia à reunião de várias mídias num suporte computacional.

Embora a hipermídia e as simulações desenvolvidas, no caso deste projeto, não tenham como objetivo substituir as práticas no laboratório de hidráulica é possível supor que, depois de corrigidos pequenos problemas de forma e conteúdo no primeiro conjunto de resultados obtidos, esta ferramenta possa ser oferecida a outras instituições de ensino interessadas, principalmente para aquelas que não disponham do laboratório físico de hidráulica para trabalhar, mas que terão, com o uso do meio computacional e as simulações já finalizadas, possibilidade de visualização de fenômenos em muito facilitada. Um ambiente virtual de aprendizagem é, quase sempre, em primeiro lugar, um desafio lúdico que gera, naturalmente, motivação. A motivação para a aprendizagem é fundamental para que esta se efetue.

Segundo (KAPP & O'DRISCOLL, 2010), uma nova geração de aprendizes, imersos nas tecnologias que envolvem a utilização de mensagens de texto, mídias sociais e videogame, vem surgindo a cada dia. Estes novos alunos estão surgindo nos meios acadêmicos e nas próprias empresas, com um foco diferente, uma mentalidade e um estilo de aprendizagem distinto em relação às gerações que os precederam. Esta geração de alunos e trabalhadores não consegue ver a diferença que separa ambientes virtuais de físicos, sentem-se igualmente confortáveis aprendendo em ambos os mundos – real ou virtual.

2. CONTEXTO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Dentre as limitações do ensino público, principalmente as financeiras têm feito com que seja necessário enfrentar alguns problemas que acabam por prejudicar não só o ensino, mas também, o aprendizado de alunos universitários. Uma destas limitações é a falta de recursos para a aquisição e manutenção de laboratórios experimentais, utilizados na fixação dos conceitos teóricos, que na área da Engenharia é muito comum e bastante desejável. Este fato tem dificultado o contato dos alunos com as práticas de laboratório já que, segundo (KLEINHAPPEL et al., 2004), os laboratórios experimentais ainda em funcionamento, da área de hidráulica e mecânica dos fluídos, remanescentes de épocas de maiores recursos destinados à educação, encontram-se espalhados entre algumas poucas universidades, esta situação hoje pouco foi alterada.

Os programas de simulação propiciam aos estudantes, a interação com modelos e processos complexos de forma controlada (muitas vezes inviável em escala real), sem riscos que envolvam periculosidade ou gastos proibitivos, já que estes simuladores envolvem a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Sendo assim, o potencial educacional deste tipo de ferramenta é muito superior ao dos programas tradicionais. Segundo (OTONI, 2004), em seu trabalho "O uso de Simuladores e as Estruturas Cognitivas", a simulação dá vida às aulas, fornecendo ferramentas com as quais os estudantes apreciam trabalhar, pois desta maneira aprendem fazendo. Trata-se de uma ferramenta de estudo interativa que ajuda a construir e trabalhar conceitos.

O ensino superior tem como premissa favorecer o desenvolvimento crítico e pleno de seus alunos, portanto devendo-se criar condições adequadas para a fluência do diálogo, da discussão dos alunos, da análise e da inovação. (PEREIRA FILHO, 2002) indicava que 50% dos estudantes que ingressam nos cursos de Engenharia abandonam o curso, a maioria nos primeiros anos, pelos mais diversos motivos, havendo indícios que práticas pedagógicas e técnicas de ensino-aprendizagem inadequadas tenham uma grande parte de culpa nesta desistência, esta indicação ainda se sustenta pouco alterada. Hoje em dia, segundo o Censo do Ensino Superior (INEP, 2010) as taxas de evasão variam de 25 a 40% na Engenharia, variando em função da área das engenharias analisada. A desistência é um sério empecilho para quem deseja ampliar o número de engenheiros formados no Brasil. Dados do ano de 2007 revelava que anualmente, ingressaram cerca de 765 alunos nos cursos de engenharia na UFRGS, apenas 438 se formaram e grande parte da evasão ocorre no início, nos dois primeiros anos ocorre a fundamentação teórica, e não são matérias fáceis, a atenção aos quatro primeiros semestres é essencial, pois é quando se apresentam conceitos e raciocínios que serão importantes para o futuro profissional. Diante dessa realidade, universidades federais têm criado estratégias para lidar com o problema da retenção e evasão de seus alunos, na UFRGS, a Pró-reitoria de Graduação (PROGRAD) desenvolveu o Programa de

Apoio a Graduação - PAG (UFRGS, 2010), instituído com o objetivo de fomentar pesquisas sobre os motivos de evasão e retenção em diversos cursos de graduação da universidade, atualmente está na sua versão 3 – PAG3.

3. LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

O uso de laboratórios virtuais de aprendizagem (LVA) tem se tornado mais frequente e essencial em atividades educacionais. Essa estratégia se consolida entre os educadores por proporcionar um espaço onde os estudantes podem experimentar diversas situações úteis ao seu desenvolvimento. Assim, aprender fazendo - "learning by doing" é uma expressão que se revela em atividades laboratoriais e se fortalece através da teoria Construtivista por considerar que o conhecimento deve ser construído pelo aprendiz, através da interação com o objeto e não tão somente transmitido pelo professor. (LINDSAY et al., 2007) sustentam que, no laboratório, os estudantes desenvolvem habilidades sociais e de trabalho em equipe. Neste contexto vemos como o Laboratório Virtual se bem conduzido, também pode desenvolver habilidades sociais numa turma de uma disciplina e também realizar ações colaborativas em grupo, neste sentido (MARTINEZ, 1996) refere que diversos estudos realizados, demonstram que os estudantes apoiados pela educação mediada com tecnologia necessitaram de um terço menos de tempo, do que os estudantes que utilizaram métodos tradicionais para superar etapas de ensino.

(ASSIS GOMES, 2007) menciona que ao utilizar materiais educacionais ricos, como certos softwares educacionais, é possível que o professor transforme o seu aluno, assim como ele mesmo se transforme, gerando uma nova forma de ensinar e uma nova forma de provocar o seu aluno a aprender. E dentro desse processo, é provável que o professor também tenha suas estruturas cognitivas transformadas, de modo que o ato educativo inicialmente centrado do professor para o aluno volte para o próprio professor, em uma relação de desenvolvimento para ambos. É importante também lembrar que os LVA são preferíveis aos laboratórios reais nos casos em que:

a) o processo de aprendizagem em ambientes reais possa colocar em risco a saúde e a segurança do aprendiz ou de outras pessoas;

(b) experimentos reais não possam ser realizados devido a limitações materiais, de tempo, etc.;

(c) o custo de construção ou de manutenção do ambiente real seja proibitivo;

(d) o experimento desejado não possa ser realizado na prática porque ele significa o teste de uma hipótese existente somente em nível conceitual (ALEXIOU et al., 2002).

Os laboratórios virtuais apresentam-se em diferentes modalidades, promovendo situações de ensino e aprendizagem dentro de contextos educacionais específicos. (SCHIMIDT & TAROUCO, 2008) apontam três modelos de laboratórios, sendo eles: presenciais, remotos e virtuais. Os laboratórios presenciais consistem em espaços localizados na própria instituição de ensino, nos quais o aluno dispõe de artefatos para a realização de seus experimentos, este é o caso das práticas laboratoriais no IPH, já os virtuais são o objeto deste trabalho. Segundo estes autores acredita-se que laboratórios virtuais apresentam o potencial de serem alternativas a laboratórios presenciais, mesmo que seja como complemento e que seu uso e impactos no processo de ensino-aprendizagem necessitam investigação mais aprofundada.

(MA & NICKERSON, 2006), ao fazer um estudo da arte sobre o assunto, concluem que a eficiência relativa dos laboratórios remoto e virtual em relação ao laboratório presencial é raramente explorada por falta de critérios bem definidos; e que não há diferença significativa entre os três tipos, mesmo porque os estudos realizados são em pequena escala. Também de acordo com (CORTER et al., 2007), laboratórios remotos e simulados podem ser, pelo menos, tão eficientes quanto os tradicionais em escala real, no ensino de conceitos específicos.

3.1. LABORATÓRIO VIRTUAL DE PESQUISAS HIDRÁULICAS DENOMINADO HIDROLÂNDIA

O Hidrolândia foi projetado com uma estrutura pseudo-imersiva e contextualizado num campus universitário e fortemente inspirado no laboratório real em hidráulica do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Evidentemente, de forma análoga da figura do professor responsável pelo laboratório real, a Hidrolândia possui a personagem pedagógica como "guia virtual" nas ações dentro do campus virtual e o laboratório, este agente chamado de "Prof. Hidro" é uma personagem pedagógica, um Engenheiro mirim (Figura 1) que estabelece relações dentro do contexto educacional desta hipermídia, fazendo um percurso mostrando a Hidrolândia através de um passeio virtual, oferecendo ajuda contextualizada, sendo que na próxima versão da Hidrolândia pretende-se que ele evolua para um agente pedagógico virtual, podendo falar, permitindo que ele mesmo faça buscas contextualizadas num banco de dados, mediante sugestão de buscas por palavras chaves dentro do contexto educacional que ele se encontra.

Inicialmente, quando o aluno introduz a mídia no leitor de cd/dvd, esta inicia automaticamente, entrando no "Campus Virtual" onde serão disponibilizados os prédios (estrutura organizacional de conteúdos) que conterão os materiais educacionais desenvolvidos. Em busca de uma aumentar a realidade do ambiente o campus virtual tem uma versão dia e outra noite, aparecendo conforme o horário do computador onde o LVMF está sendo executado, conforme ilustrado na Figura 1. Esta configuração nos proporciona uma situação aparentemente mais real em termos de ambiente virtual de interação.

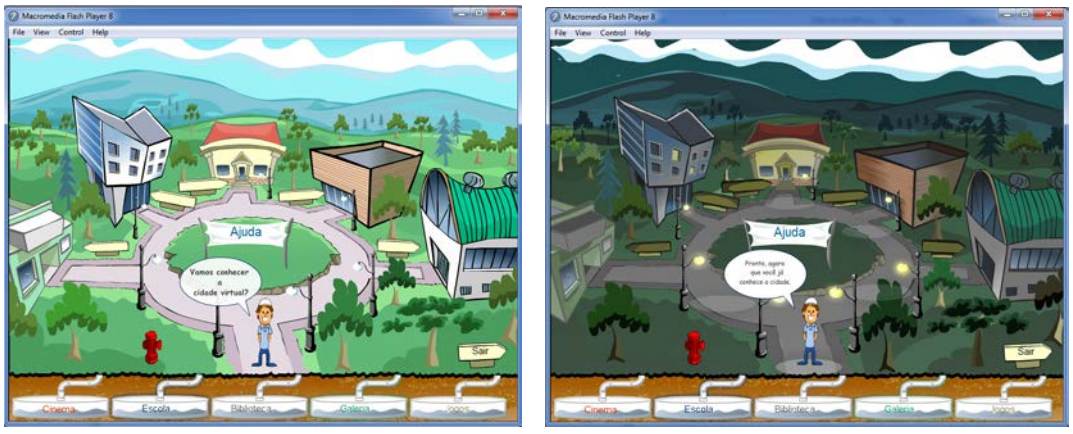

Figura 1 – Campus virtual e o Prof. Hidro em versão dia e noite.

Dentro deste contexto de campus virtual é que o Laboratório e seus experimentos estão representados, e num destes "prédios virtuais" se tem acesso ao

laboratório virtual de hidráulica, fazendo uma imersão neste contexto de ambiente laboratorial, como mostra a Figura 2 e 3.

Figura 2 – Laboratório virtual- experimentos em hidráulica.

Figura 3 – Etapas dos experimentos virtuais.

4. METODOLOGIA

O laboratório Virtual de Aprendizagem nesta segunda versão foi utilizado em aula presencial, no segundo semestre de 2012, numa turma de 18 alunos dos cursos de Engenharia Civil (14) e Ambiental (4) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas, deste grupo de alunos 11 cursavam a disciplina pela primeira vez e 7 eram repetentes. Os alunos já tinham atingido mais da metade do semestre em curso, tendo já conhecimento teórico sobre a matéria para a compreensão dos fenômenos abordados no laboratório. Após a aula prática experimental no laboratório de hidráulica, foi realizada uma aula teórica onde foi apresentado o Laboratório Virtual, explicando suas funcionalidades, concepção do mesmo e se permitiu a exploração por parte dos alunos em grupo, tendo uma interação com as ferramentas do laboratório virtual, permitindo troca de experiência e interação, oferecendo no fim da aula uma midia individual com o laboratório virtual, para que o aluno pudesse experimentar em casa. Após uma semana foi aplicado um questionário contendo 9 perguntas, tendo sido respondido pela totalidade da turma.

1. A que engenharia pertences?

2. Estas cursando a disciplina pela primeira vez ou estás repetindo?

2. Como avalias teu desempenho na disciplina até o momento?

Bom, Médio/regular ou insuficiente.

3. No caso de estar repetindo ou de não estar obtendo um bom desempenho na disciplina até o momento, a que atribuis?

4. Quando estudas ou assistes às aulas, qual tua maior preocupação e/ou dificuldade?

5. Consideras que a experiência de simulação no laboratório virtual de aprendizagem contribui (ou não) na compreensão dos conteúdos da disciplina? Explica teu ponto de vista enfatizando os principais aspectos.
6. Que aspectos vivenciados nas simulações realizadas no laboratório virtual podem ser considerados como possíveis facilitadores da aprendizagem. Lista do mais importante ao menos importante:
7. Caso não considere as simulações realizadas no laboratório virtual de aprendizagem um facilitador do teu processo de aprendizagem, podes explicar teu ponto de vista?
8. O laboratório virtual de aprendizagem foi experimentado logo depois do laboratório prático. Consideras que o momento foi adequado ou realizarias alguma mudança nesse sentido?
9. Numa perspectiva de promover a contribuição do laboratório virtual ao teu processo de aprendizagem, que sugestões podes realizar?

Em um ambiente virtual construtivista e significativo, deseja-se que o aluno esteja no centro do processo de aprendizagem e que o mesmo tenha o controle do processo. Neste sentido podem ser definidas algumas finalidades do ambiente construtivista de aprendizagem, tais como: possibilitar ao aluno a decisão sobre tópicos do domínio a serem explorados, além dos métodos de estudo e das estratégias para a solução de problemas; oferecer múltiplas representações dos fenômenos e problemas estudados, possibilitando que os participantes avaliem soluções alternativas e testem suas decisões; envolver a aprendizagem em contextos realistas e relevantes, colocar o professor no papel de um consultor que auxilia os participantes a organizarem seus objetivos e caminhos na aprendizagem, assim como envolver a aprendizagem em experiências sociais que reflitam a colaboração entre professores-alunos e alunos-alunos.

5. RESULTADOS

A análise das informações obtidas mediante os questionários permite identificar que 86% dos alunos repetentes - 7 do total, acham que tem um nível regular a médio de compreensão da disciplina, e 14% acham que tem um bom nível de compreensão da disciplina, não havendo alunos que tenham manifestado ter uma compreensão insuficiente. Em relação à caracterização de alunos não repetentes - num total de 11, 55% manifestaram ter uma compreensão média ou regular, 27% se consideraram com uma compreensão insuficiente, e 18% se consideraram alunos com uma boa compreensão da disciplina, conforme mostra a Figura 5.

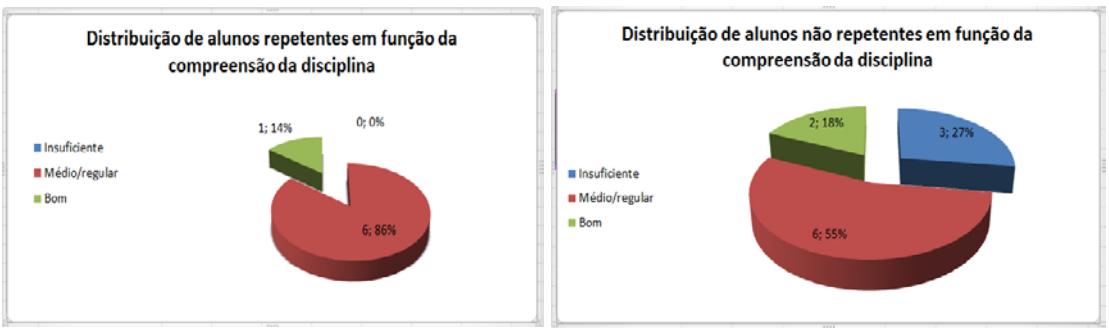

Figura 5. Distribuição de alunos em função da compreensão da disciplina.

Os alunos atribuem à repetência ou mau desempenho na compreensão da disciplina - questão 3, ao grau de dificuldade da disciplina, muita teoria e poucos exemplos práticos, à não compreensão física dos fenômenos, e não ter uma boa visualização dos conteúdos aplicados. Existe uma preocupação e/ou dificuldade com o não entendimento e visualização da matéria na prática, compreensão do conteúdo teórico e como aplicar na prática - questão 4.

Ao considerar a experiência do Laboratório Virtual em relação à contribuição na compreensão de conteúdos – questão 5, 94,4% dos alunos acharam que o Laboratório virtual contribuiu na compreensão dos conteúdos, destacando alguns pareceres importantes:

- "conseguimos visualizar melhor o que é passado em sala de aula. É um bom complemento para a prática, pois podemos voltar e ver o que ficamos em duvida."
- "a partir do lab. Virtual é possível ver uma aplicação prática do que se aprende em sala de aula."
- "contribui, é outra maneira de estudar fluidos."
- "contribui, ótima ferramenta, pois o laboratório físico envolve apenas uma aula, e o laboratório virtual possibilita refazer as práticas."
- "com ele podemos visualizar melhor o que acontece em cada experimento, já que no laboratório nosso período de aula é bastante curto."
- "contribui na compreensão dos conteúdos. É uma ferramenta muito boa visualmente. A interatividade faz com que nos coloquemos no controle da situação proposta, ou seja, podemos rever e refazer a simulação para termos noção das varias formas que o fenômeno pode ocorrer."
- "ajuda, pois muitas das dúvidas são apenas questões de didática, e com aulas virtuais fica mais fácil o entendimento."
- "a relação do conteúdo com exemplos reais, mesmo que simulados, contribuem muito na compreensão do conteúdo."
- "considero que contribui sim, especialmente porque nele é possível repetir o experimento com mais calma e com menores erros de execução."

Na questão 6 tenta-se identificar nas respostas dos alunos, de que maneira o Laboratório virtual contribui no processo de aprendizagem, solicitando listar alguns facilitadores da sua aprendizagem, sendo observado que os alunos percebem de maneira muito positiva a possibilidade de visualizar o modelo real virtualmente e ver onde fica cada componente, como é ligado, conseguir voltar e ver o que ficaram em dúvida ou não lembraram do laboratório prático, revisitar os experimentos de laboratório, a interatividade e possibilidade de controlar as simulações, podendo alterar variáveis do experimento, facilitando comparações e a compreensão dos fenômenos estudados, visualizar mais de um resultado do experimento em pouco tempo, poder rever em casa quando estiver estudando e não apenas no laboratório, melhor entendimento das instalações físicas do laboratório, além de visualizar que esta proposta de uso do laboratório virtual é uma didática mais aprimorada do que apenas ver a teoria e tentar aplicar.

Na questão 7, o aluno era solicitado a manifestar seu ponto de vista caso não tenha identificado no laboratório virtual um facilitador da sua aprendizagem, identificando duas respostas indicando que o importante é resolver exercícios e que para isto o Laboratório Virtual não colaborou, pois ele não aborda este tipo de resolução de problemas, também foi indicado que não abrange toda a matéria, sendo interessante elaborar materiais didáticos deste tipo abrangendo toda a matéria da disciplina.

Quando os alunos foram questionados em relação à ordem de realização do Laboratório virtual, antes ou depois da prática laboratorial – questão 8, 61% manifestaram que preferem realizar antes o Lab. virtual e depois a prática laboratorial, sendo que 39% manifestaram que preferem realizar primeiro os experimentos no laboratório. Esta preferência confirma os dados obtidos por (PATRÓN et al., 2005) , onde 87% dos alunos manifestaram que achavam mais adequado realizar primeiro o Lab. virtual e depois a prática.

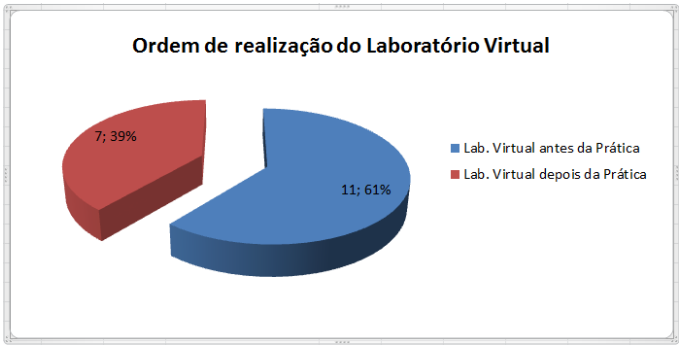

Figura 6. Ordem de realização dos experimentos em relação ao Lab. Virtual.

A última questão da pesquisa solicitava sugestões ou contribuições para o aperfeiçoamento do Laboratório virtual, sendo que a maior parte das sugestões foram ao encontro de situações já planejadas para serem adicionadas ao Laboratório, e que já foram implementadas e estarão sendo aplicadas aos alunos no semestre 2013/1.

6. CONCLUSÕES

Existe uma necessidade de contribuir para melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes dos cursos de Graduação da UFRGS na área das engenharias, na perspectiva da redução da retenção e evasão e da qualificação da graduação. Despertar nos estudantes de graduação uma maior motivação em aprender, procurando respeitar o tempo de aprendizagem dos estudantes e sinalizando alternativas e caminhos para novas formas de estudo e de ensino, visando ao sucesso acadêmico em disciplinas com maiores dificuldades de assimilação dos conteúdos. Assim, contribuir para a diminuição dos índices de retenção e evasão e, consequentemente, elevação dos índices de diplomação na Engenharia.

É indispensável colaborar para uma melhor formação qualitativa de alunos de graduação e colaboração significativa no processo de ensino-aprendizagem dos mesmos, através do uso de ferramentas computacionais em consonância com as novas tecnologias para a educação, estas sendo capazes de ter produzido e estimulado a produção dos alunos, de forma articulada à proposta pedagógica e a uma concepção interacionista de aprendizagem. Identificar aspectos teóricos e práticos referentes à área de mecânica dos fluidos e hidráulica, destacando os mais adequados aos processos de

ensino e aprendizagem focados nas novas tecnologias para a educação. Quase 95% dos alunos que participaram do trabalho indicaram que o Laboratório virtual contribui para a melhor compreensão da matéria abordada, salientando diversos pontos positivos do mesmo no processo de ensino aprendizagem, ao mesmo tempo, os alunos preferem realizar anteriormente o Laboratório virtual para depois ir para o experimento real, esta tendência ou prédisposição dos alunos se confirma neste estudo, corroborando a tendência nos dados obtidos em pesquisa de (PATRÓN et al., 20005).

Deve-se explorar o potencial das simulações e Laboratórios virtuais no ensino de recursos hídricos e mostrar sua capacidade, conceber um material diferenciado e interativo na área de hidráulica e mecânica dos fluidos, fazendo com que propostas deste tipo funcionem como ponto de partida de outras iniciativas em outras áreas da educação superior, e finalmente elaborar propostas concretas para utilização dos acervos tecnológicos elaborados no contexto deste projeto, para uso posterior inclusive por outras instituições que não disponham de laboratórios físicos, pelo seu alto custo tanto de construção como de atualização e conservação dos mesmos.

Após as informações fornecidas pelos alunos ao responder o questionário, estas irão alavancar mudanças no Laboratório Virtual, de maneira que o mesmo preencha as lacunas ou dificuldades relatadas pelos alunos, em relação ao entendimento do conteúdo teórico apresentado na disciplina.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXIOU, Antonios; BOURAS, Christos & GIANNAKA, Eri. Virtual laboratories in education. A cheap way for schools to obtain laboratories for all courses, by using the computer laboratories. Disponível em: <http://ru6.cti.gr/publications/1009.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2002.

ASSIS GOMES, C. M. Softwares educacionais podem ser instrumentos psicológicos. In Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE). Volume 11 Número 2 Julho/Dezembro 2007. 391-401. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pee/v11n2/v11n2a16.pdf . Acesso em: 12 ago. 2012.

BOYLE, Tom. 1997. Design for Multimedia Learning. London: Prentice Hall.

CORTER, J. E.; NICKERSON, J. V.; ESCHE, S. K. & CHASSAPIS, C ; IM S. & MA,J. Constructing reality: a study of remote, hands-on, and simulated laboratories.ACM Transactions on Computer-Human Interaction. Vol 14, No 2, ago.2007.

INEP, Resumos Técnicos do Senso do Ensino Superior. Disponível em < http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior/resumos-tecnicos> Acesso em 11 de março de 2013.

JONASSEN, David. H. O Uso das Novas Tecnologias na Educação à Distância e a Aprendizagem Construtivista. In: Em Aberto. Brasília, ano 16, n.70, abr/jun. 1996.

JONASSEN, David H. Computers in the Classroom : mindtools for critical thinking Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1996. 291 p.

JONASSEN, D. (2010). Educational Psychology and learning technologies. Disponível em http://web.missouri.edu/jonassend/index.html. Acessado em 22 jul. 2012.

JONASSEN, D., & Carr, C. (2000). MindTools: Provide multiple knowledge representations for learning. In computers as cognitive tools, Volume 2: No more walls. (Chapter 6). Disponível em http://web.missouri.edu/jonassend/Mindtoolschapter.pdf. Acessado em 22 jul 2012.

KAPP, KARL M.; O'DRISCOLL, T. (2010). Learning in 3D: adding a new dimension to enterprise learning and collaboration. San Francisco, CA, Pfeiffer

KENNEPOHL, Dietmar. Using computer simulations to supplement teaching laboratories in chemistry for distance delivery. Journal of Distance Education, v. 16.2, 2001. Disponível em: <http://cade.athabascau.ca/vol16.2/kennepohl.html>. Acesso em: 17 dez. 2010.

LINDSAY, E.; NAIDU, S.; & GOOD, M. A Different kind of difference: theoretical implications of using technology to overcome separation in remote laboratories. International Journal of Engineering Education. Vol 23, No 4, p. 772-779,2007.

MA, J. & NICKERSON, J. V. Hands-On, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. ACM Computing Surveys. Vol 38, No 3, p. 1-24, set. 2006.

MARTINEZ, Max Quiroz. La world wide web como poderosa herramienta didáctica em la educación a distancia. In: Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação, 3., Barranquilla. Actas. Barranquilla, 1996. Disponível em: http://www.phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong1996/congressohtml/120/ponecol.htm >. Acesso em: 23 dez. 2009.

MATEUS, Caroline Melissa Kleinhappel; PALHARES, Juliana Barbosa; LUVIZOTTO JÚNIOR, Edevar. Laboratório virtual de mecânica do fluidos. In: Congresso Latinoamericano de hidráulica, 2004. São Paulo. São Paulo: UNICAMP.

OTONI, Luis. Educação Tecnológica - O uso de Simuladores e as Estruturas Cognitivas. PGIE/UFRGS e CEFET-RS. Disponível em: http://cmi.cefetrs.tche.br/~ribeiro/teste.htm - Acessado em 29 dez. 2009.

PATRÓN Guillermo, Oscar E.; TAROUCO Rockenbach, Liane M.; ENDRES, Magalhães, Luiz A. Desenvolvimento de Objetos Educacionais: Experimentos em Hidráulica. RENOTE –Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, n. 2, novembro, 2005.

PEREIRA FILHO, Osvaldo. 2002. Informação, conhecimento e sabedoria no ensino de Engenharia. In: PINTO, Danilo Pereira; NASCIMENTO, Jorge Luiz do (Org). 2002. Educação em Engenharia: metodologia. São Paulo: Mackenzie. 295 p.

SAVERY, J., DUFFY, T.M. Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. In: WILSON, B.G. (Ed.). Designing constructivist learning environments. Englewood Cliffs (NJ): Educational Technology Publications, 1995.

SCHIMIDT, Marcelo A. R.; TAROUCO, Liane M. R. Metaversos e laboratórios virtuais–possibilidades e dificuldades. Revista de Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p 1-12, jul/2008.

SCHNAID, F; TIMM, M, ISABEL; ZARO, M. Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de Engenharia: disciplina de projeto com graduandos e

mestrandos. In: RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, 2003.

UFRGS, Programa de Apoio a Graduação. Disponível em < http://www.prograd.ufrgs.br/prograd-1/programas/programa-de-apoio-a-graduacao> Acesso em 11 de março de 2013.

VIRTUAL LABORATORIES FOR LEARNING IN ENGINEERING: A SIGNIFICANT APPROACH IN FLUID MECHANICS.

Abstract: *This paper addresses the use of Virtual Laboratories for Hydraulic Research (LVPH) in the disciplines of Engineering courses. A case study was conducted by using the Virtual Laboratory of Fluid Mechanics (LVMF) in the discipline of fluid mechanics in undergraduate engineering courses , at the Institute of Hydraulic Research (IPH), in the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil (UFRGS) during the in 2012/2 term. The use of LVMF made possible the simulation of several processes involving water, and consequently allowing a decrease in the usage time of the actual lab. This reduction in the use of the real lab resulted in a decrease of maintenance costs combined with an increase in the number of students effectively in touch with laboratory experiments. The improvement of the booking system for the real lab use, combined with the simulations in LVMF, provided higher flexibility in the experiments and reduced the efforts for using the actual lab, allowing a significant gain in the learning process. After this case study, the students completed a questionnaire that allowed a qualitative assessment of the use of this virtual technology. This questionnaire showed that 94.4% of the students considered that the Virtual Lab contributed to the understanding of the course contents. The LVMF developed and applied is intended to serve as a tool to improve the understanding of physical phenomena studied in fluid mechanics, consequently helping to reduce the rate of students dropping out or not succeeding to aprove in disciplines of this area. The theoretical basis that gives a foundation for this work is the meaningful learning concept, within a constructivist perspective, mainly substantiated by David Jonassen. This work is part of a larger research for a doctoral thesis in Computer Education in progress.*

Key-words: *Virtual Laboratory, meaningful learning, laboratory simulations.*