

# DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE INTERATIVO PARA APOIAR O ENSINO DO MOVIMENTO DE ÁGUA NOS SOLOS

**Walcyr D. Nascimento** – walcyrduarte@ig.com.br  
Colégio Técnico Universitário - Depto. de Construções Cívicas  
Universidade Federal de Juiz de Fora  
Rua Bernardo Mascarenhas, 1283 - Fábrica - CEP 36080-001 - Juiz de Fora - MG

**Cláudio H. C. Silva** - silvac@ufv.br  
**Paulo S. Barbosa** - pbarbosa@ufv.br  
**Dario C. Lima** - declima@ufv.br  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Viçosa  
Campus Universitário - CEP 36570 000 – Viçosa - MG

**Márcio Marangon** - marcio.marangon@ufjf.edu.br  
Faculdade de Engenharia - Depto. de Transportes  
Universidade Federal de Juiz de Fora  
Campus Universitário - CEP 36036-330 - Juiz de Fora - MG

**Resumo:** *Este trabalho apresenta um software baseado em ferramentas interativas virtuais de ensino e aprendizagem, os chamados objetos educacionais, desenvolvido com a intenção de auxiliar os estudantes no aprendizado de conceitos e princípios relacionados ao movimento de água nos solos. Foi utilizada a linguagem de programação orientada Delphi devido às facilidades da interface gráfica, o que permitiu o desenvolvimento de programas bem criativos. Pretende-se também disponibilizar estas ferramentas interativas para a comunidade acadêmica envolvida com o ensino de engenharia, facilitando o seu reaproveitamento como código livre, além de difundir seu uso e permitir novas implementações. Têm-se dedicado esforços na idealização e implementação de um conjunto de objetos educacionais para o ensino de Mecânica dos Solos, em particular, para o movimento de água nos solos. Este tema foi escolhido devido, principalmente, às dificuldades de aprendizado verificado nos alunos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa. A estratégia adotada foi focada na interação com o usuário, onde o estudante pode digitar suas respostas numa planilha eletrônica e conferir os resultados de imediato. Este trabalho também corroborou na formação de uma equipe de programadores de objetos educacionais, os chamados multiplicadores, aptos a desenvolver as ferramentas interativas dedicadas, a difundir o seu uso e disponibilizá-las à comunidade acadêmica para apoio às atividades de ensino e aprendizagem de Mecânica dos Solos e áreas afins. Alunos da graduação das engenharias civil e ambiental experimentaram e avaliaram a qualidade do software. Os resultados indicam que o uso do software educacional mostrou-se eficiente.*

**Palavras-Chave:** *Mecânica dos solos, permeabilidade, software educacional, interação, qualidade.*

## 1. INTRODUÇÃO

As ferramentas interativas virtuais de ensino e aprendizagem cada vez mais vêm sendo desenvolvidas com a intenção de dar suporte e auxiliar os estudantes no aprendizado de conceitos e princípios sobre os diversos temas científicos (PASSOS, 2003).

Essas ferramentas, ou objetos educacionais (GAMA e SCHEER, 2004), podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem por se apresentar como um ambiente que motiva sua exploração. O uso deste ambiente é propício à criação de situações de aprendizagem que estimulam a formação de estudantes críticos e capazes de tomar decisões. A criação de objetos educacionais de qualidade pode romper a dicotomia existente na educação formal ao aproximar alunos e professores. E a busca pela qualidade é uma área de pesquisa relevante, uma vez que a baixa qualidade dessas ferramentas educacionais implica em sérios danos ao usuário.

Para a elaboração deste trabalho, foi utilizada a linguagem de programação orientada a objeto Delphi (CORNELL e STRAIN, 1995). Ela é adequada para esse propósito, pois, além de permitir a criação de programas criativos, ela é uma linguagem gráfica muito simples de ser aprendida (utiliza a linguagem Pascal como pano de fundo).

Pretende-se também disponibilizar estas ferramentas interativas para a comunidade acadêmica envolvida com o ensino de engenharia, facilitando o seu reaproveitamento como código livre, além de difundir seu uso e permitir novas implementações.

Os esforços têm sido na idealização e implementação de um conjunto de objetos educacionais para a geotecnia, em particular, para o movimento da água nos solos (cargas hidráulicas, Lei de Darcy, permeâmetros e condutividade hidráulica). Este tema foi escolhido devido, principalmente, às dificuldades de aprendizado verificado nos alunos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa. A estratégia adotada foi focada na interação com o usuário, onde o estudante pode digitar suas respostas numa planilha eletrônica e conferir os resultados de imediato.

Este trabalho também corroborou na formação de uma equipe de programadores de objetos educacionais, os chamados multiplicadores, aptos a desenvolver as ferramentas interativas dedicadas, a difundir o seu uso e disponibilizá-las à comunidade acadêmica para apoio às atividades de ensino e aprendizagem de Mecânica dos Solos e áreas afins.

Alunos da graduação das engenharias civil e ambiental experimentaram e avaliaram a qualidade do software. Os resultados indicam que o uso do software educacional mostrou-se eficiente.

## 2. OS OBJETOS EDUCACIONAIS IMPLEMENTADOS

Para a implementação desta pesquisa, foi criado e implementado um conjunto de objetos educacionais para o ensino do "Movimento de Água nos Solos" (cargas hidráulicas, lei de Darcy, permeâmetros e condutividade hidráulica). Os objetos foram separados em 2 temas (cargas hidráulicas e permeabilidade dos solos), conforme apresentado na Figura 1. Esta figura ilustra a janela principal do software que dá acesso aos dois temas e a uma verificação de aprendizagem eletrônica. Cada tema está relacionado a uma janela, conforme apresentado na Figura 2. Basta um clique na opção desejada para que o usuário possa acessar novas janelas.

O módulo referente a "Cargas Hidráulicas" contém conceitos teóricos, definições, exemplos e problemas interativos (ou objetos educacionais). Seu propósito é auxiliar o cálculo das cargas hidráulicas de elevação, piezométrica e total, utilizando a Lei de Bernoulli para resolver problemas baseados em modelos representados por permeâmetros.

O módulo referente a "Permeabilidade dos Solos" possui a mesma estruturação do anterior. Seu propósito é auxiliar o cálculo da vazão, do gradiente hidráulico e da condutividade hidráulica em problemas de fluxo de água através de solos representados por permeâmetros simulando situações reais da geotecnia.

As Figuras 3 e 5 apresentam os objetos educacionais sobre "Cargas Hidráulicas" e "Permeabilidade", respectivamente. As Figuras 4 e 6 apresentam os detalhes de dois exercícios interativos implementados.

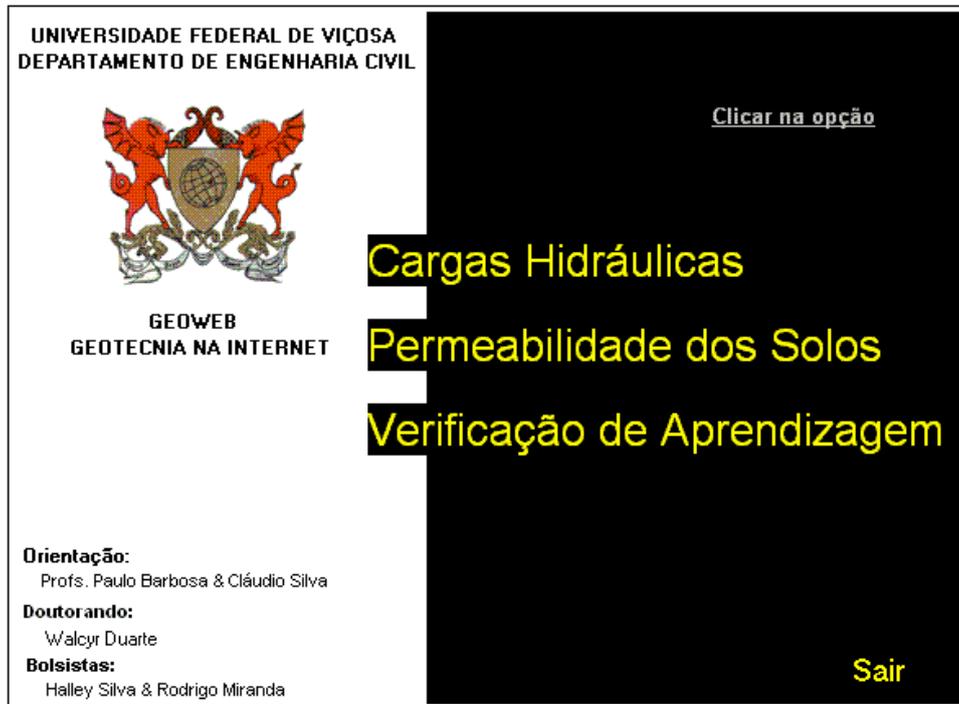


Figura 1 - Janela principal dos Objetos Educacionais.



Figura 2 - Janelas referentes a Cargas Hidráulicas e a Permeabilidade dos Solos.

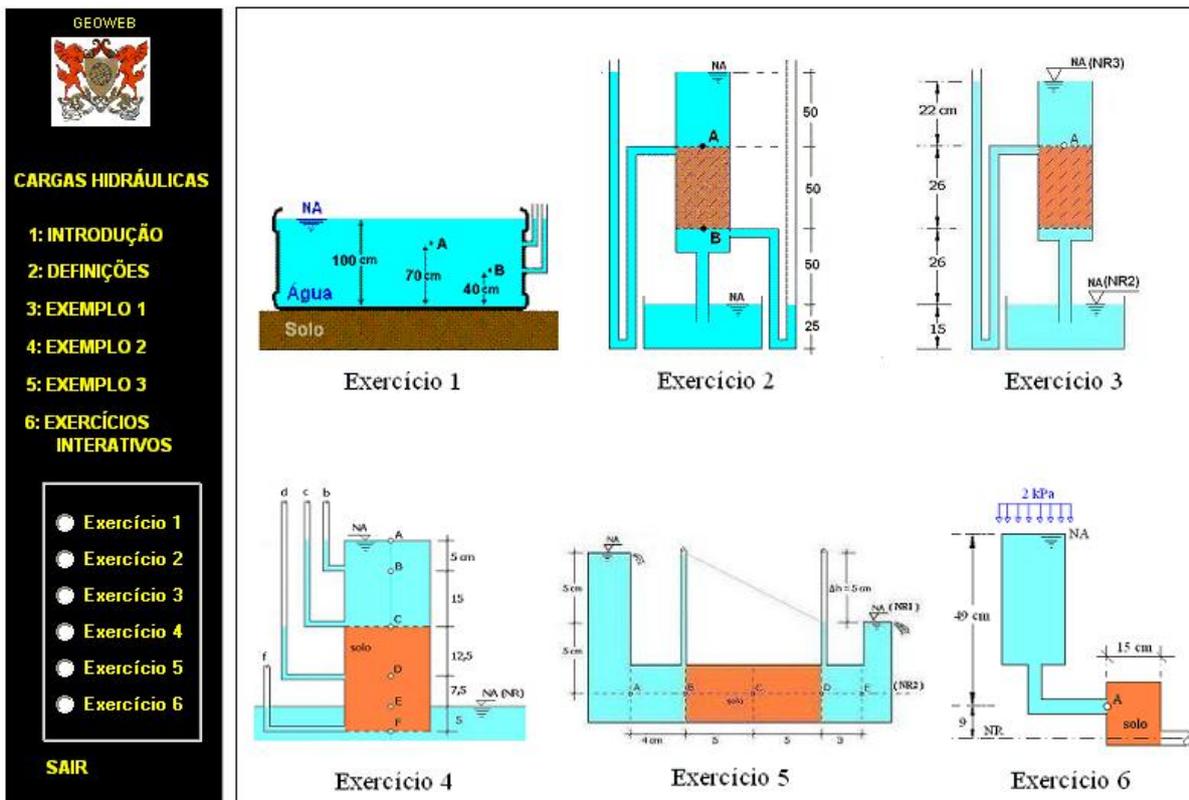


Figura 3 – Janela de acesso aos objetos educacionais (exercícios interativos) sobre Cargas Hidráulicas.

**Carga Hidráulica**

Profs. Paulo Barbosa e Cláudio Silva  
Doutorando: Walcyr Duarte  
Bolsistas: Halley Silva e Rodrigo Miranda

Considerando o fundo da caixa d'água como sendo o nível de referência, calcule:

- A carga total do ponto A;
- A carga total do ponto B;
- A carga total de um ponto C qualquer na superfície da água.

**Solução:**

- $h_T = 100$  cm  OK
- $h_T = 100$  cm  OK
- $h_T = 100$  cm  OK

**Concluindo...** (Marque a alternativa correta)

Não há fluxo porque a carga total hidráulica é constante para qualquer ponto da caixa.

Não há fluxo porque a carga piezométrica varia linearmente com a profundidade.

Há fluxo porque a carga de elevação varia linearmente com a profundidade.

Figura 4 - Detalhes de interatividade de um objeto educacional sobre Cargas Hidráulicas.

GEOWEB

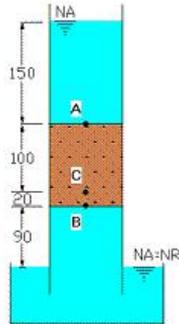


**PERMEABILIDADE DOS SOLOS**

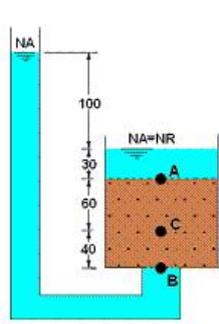
1: LEI DE DARCY  
2: PERM.CARGA CTE.  
3: PERM.CARGA VAR.  
4: VEL. PERCOLAÇÃO  
5: EXERCÍCIOS INTERATIVOS

- Exercício 1
- Exercício 2
- Exercício 3
- Exercício 4
- Exercício 5
- Exercício 6

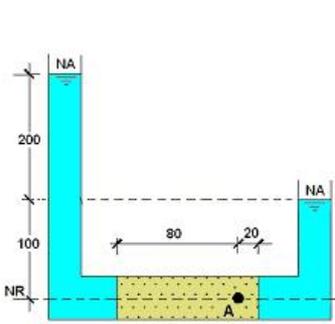
**SAIR**



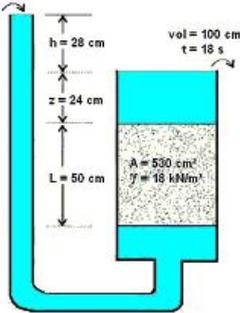
Exercício 1



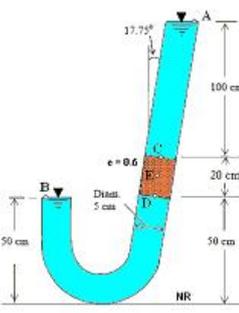
Exercício 2



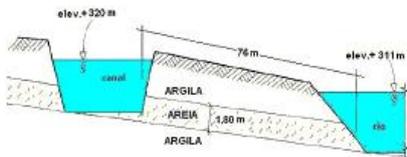
Exercício 3



Exercício 4



Exercício 5



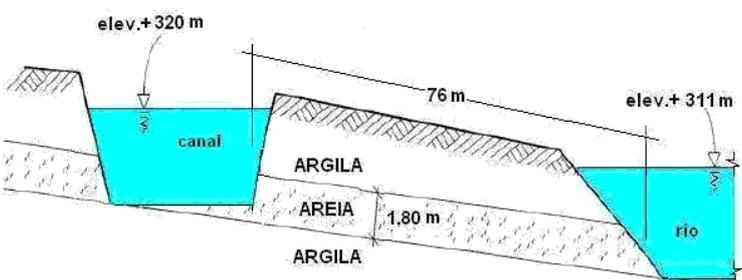
Exercício 6

Figura 5 – Janela de acesso aos objetos educacionais (exercícios interativos) sobre Permeabilidade dos Solos.

**Permeabilidade dos Solos - Lei de Darcy**

Um canal e um rio correm paralelos entre si numa média de 76 m. A elevação da superfície da água no canal está em +320 m e no rio em +311 m. Um estrato de areia cruza o rio e o canal abaixo de seus níveis de água. A camada de areia tem 1,80 m de espessura, e está imprensada por duas camadas de argila impermeáveis. Calcule:

(a) a perda de carga  $h$  entre o canal e o rio em m.c.a.  
(b) o gradiente hidráulico  $i$   
(c) a vazão  $Q$  de escoamento do canal em m<sup>3</sup>/s/km se a permeabilidade da areia for de  $6,49 \times 10^{-4}$  m/s



Solução: **DICA**

(a)  $h = \text{elev. Canal} - \text{elev. Rio} = 9 \text{ m}$  ✓ OK

(b)  $i = h/L = 0,118$  ✓ OK

(c)  $Q = k i A = 0,318 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}$  ✗ ERRO

Prof. Paulo Barbosa e Cláudio Silva  
 Doutorando: Walcyr Duarte  
 Bolsistas: Halley Silva e Rodrigo Miranda

Figura 6 - Problema geotécnico de fluxo de água através do solo.

Cada módulo contém seis exercícios interativos e o grau de dificuldade vai crescendo a medida que o usuário avança nas resoluções. De um modo geral, um exercício interativo (ou objeto educacional) apresenta o enunciado do problema, a ilustração, um vínculo para a dica e três botões de eventos: **Prosseguir** (para iniciar a solução do problema), **Calculadora** (para chamar a calculadora do Windows) e **Voltar** (para retornar á tema principal). Ao clicar no botão **Prosseguir**, o programa avança passo a passo, aguardando que o usuário digite o dado correto na caixa de texto adequada e clique no botão **Avaliar**. O programa avança para a próxima pergunta somente se a resposta estiver correta e apresenta a resposta **OK**. Caso contrário, a resposta **ERRO** aparece e o usuário deverá refazer seus cálculos. Todas as caixas de texto apresentam uma sugestão para orientar a tomada de decisão do usuário.

### 3. METODOLOGIA ADOTADA

A criação dos objetos educacionais baseou-se nos seguintes referenciais teóricos: nos cenários das teorias de aprendizagem construtivista e cognitivista ajustadas ao ensino assistido (BARBOSA, 2002) e (SANTOS, 2002); no guia proposto por BLOOM (1974) para atingir os objetivos instrucionais; nas técnicas de ensino efetivo segundo FELDER (1999) para abranger os perfis de aprendizagem; bem como no Cone de Aprendizagem (DALE, 1969) para acesso a memória longa.

A implementação deste trabalho foi segundo as três etapas descritas a seguir:

#### *1ª. Etapa: Desenvolvimento*

1. Identificação dos temas de maior dificuldade de aprendizagem para os alunos: Foi feita a análise estatística do resultado das provas aplicadas nas turmas de Mecânica dos Solos 1 da engenharia civil da UFV nos anos de 2006 e 2007. A esta análise, somaram-se as observações realizadas pelo professor Paulo Barbosa em sala de aula e foi concluído que o tema sobre “Movimento de Água nos Solos” seria o primeiro tema a ser trabalhado por este projeto de pesquisa.
2. Montagem e treinamento de uma equipe para desenvolver objetos educacionais: No início foi realizado um treinamento a distância (via MSN), com dois alunos estagiários voluntários, para que estes pudessem aprender a utilizar a linguagem de programação orientada a objeto Delphi, e aplicá-la na produção de objetos educacionais. Atualmente, existem nove estagiários voluntários envolvidos na pesquisa.
3. Criação e implementação de objetos educacionais referentes ao tema escolhido no item 1 desta etapa: Foram elaborados dezenas de objetos educacionais, de forma totalmente independente entre si, e à medida que eles foram sendo testados, foram se criando uma padronização de layout, objetos, eventos e interatividade.
4. Montagem de um teste de verificação de aprendizagem com base nos referenciais teóricos da educação e da tecnologia, e capaz de aferir o rendimento do usuário.
5. Montagem de um modelo de avaliação capaz de apontar as qualidades e defeitos do software, tanto na parte de conteúdo (confiabilidade educacional) quanto na parte computacional (usabilidade).

#### *2ª. Etapa: Aplicação*

6. Aplicação da Aula Tradicional: normalmente, uma aula tradicional sobre o tema ‘Movimento da Água no Solo’ para o Curso de Mecânica dos Solos 1 tem duração média de 3 horas.
7. Aplicação da Avaliação Diagnóstica nos alunos: Após a aula tradicional, aplica-se uma avaliação diagnóstica (realizada no papel), com duração média de 15 minutos, para verificar o que foi aprendido sobre o tema considerando apenas o conteúdo da aula tradicional.

8. Uso do Software Educacional pelos alunos: Após a realização da avaliação diagnóstica, os alunos utilizam o software educacional por um período de tempo em torno de 1 h e 25 min.
9. Aplicação da Avaliação Formativa nos alunos: Após o uso do software educacional, aplica-se a avaliação formativa (realizada eletronicamente), com duração média de 15 minutos, para verificar o que foi aprendido sobre o tema com o auxílio da ferramenta interativa.
10. Aplicação da Avaliação Qualitativa: Após a avaliação formativa, os alunos respondem a um questionário qualitativo, com duração média de 5 minutos, para avaliar a usabilidade do software e a sua confiabilidade educacional.

### **3ª. Etapa: Análise**

11. Os resultados das avaliações diagnóstica e formativa são comparados.
12. As avaliações qualitativas realizadas pelos usuários são ponderadas.
13. Conclusões das análises dos tópicos 11 e 12.

## **4. APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

Foi feita uma experimentação conforme descrito na segunda etapa da metodologia adotada, na qual cada usuário foi avaliado de duas maneiras distintas. A primeira segundo técnicas de ensino tradicional e a segunda após utilizar o software educacional. Este processo de reaplicação, também denominado de "Repetição do mesmo teste" teve o propósito de medir as influências do software como fator interveniente. Assim, caso haja progressos significativos, o experimento possa ser indicado como uma boa fonte provocadora de conhecimento.

O teste de verificação de conhecimento foi montado com duas questões de cálculo (totalizando 16 itens) e dez questões teóricas, sendo nove de múltipla escolha e uma do tipo Falso-Verdadeiro (com oito itens). Por uma questão de ordem, até o final deste trabalho, as questões de cálculo serão referenciadas simplesmente como 'parte prática'. Somado os itens das partes prática (16) e teórica (9+8), foram analisados um total de 33 itens respondidos pelos usuários. Para fins de avaliação, cada item teve o mesmo peso. Assim, um aluno que acerta oito itens práticos e oito teóricos, terá um rendimento global de  $(8+8)*100/33 = 49\%$ , um rendimento de 50 % na parte prática ( $8*100/16$ ) e um rendimento de 47 % na parte teórica ( $8*100/17$ ).

O procedimento foi aplicado em quatro situações distintas: (1ª.) Em 13 alunos da Engenharia Civil da UFV, da turma de Mecânica dos Solos 1 do segundo semestre de 2007; (2ª.) Em 44 alunos da Engenharia Civil da UFV, da turma Mecânica dos Solos 1 do primeiro semestre de 2008. Esta turma foi dividida em 4 grupos; (3ª.) Em duas turmas de Mecânica dos Solos 2 da Engenharia Civil da UFJF, do primeiro semestre de 2008, com 21 e 15 alunos respectivamente; (4ª.) Em 38 alunos da turma de Mecânica dos Solos do curso de Engenharia Ambiental da UFV. Os alunos da ambiental utilizaram o software de forma cooperativa, isto é, o professor projetou o software e toda a turma participou da construção da solução dos exercícios. A única exceção ocorreu nessa turma porque eles realizaram apenas uma avaliação no final dos trabalhos.

Os resultados quantitativos da aplicação do software para as quatro situações acima descritas foram bastante animadores, conforme pode ser observado na Tabela 1, pois o software se mostrou eficiente em todas as situações de uso. Para fins desta pesquisa, considerou-se que uma situação é eficiente quando a nota da avaliação formativa (nota eletrônica) for maior do que a nota da avaliação diagnóstica (via prova escrita).

Tabela 1 – Resumo geral dos resultados da aplicação do experimento.

|           |        | 2007<br>UFV<br>CIVIL<br>Mec.Solos 1<br>TURMA 1<br>13 alunos | 2008<br>UFJF<br>CIVIL<br>Mec.Solos 2<br>TURMA 1<br>21 alunos | TURMA 2<br>15 alunos | 2008<br>UFV<br>CIVIL<br>Mec.Solos 1<br>Grupo 1<br>9 alunos | Grupo 2<br>5 alunos | Grupo 3<br>12 alunos | Grupo 4<br>13 alunos | 2008<br>UFV<br>AMBIENTAL<br>Mec. Solos<br>TURMA 1<br>44 alunos |
|-----------|--------|---|--|----------------------|--|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| GLOBAL    | ANTES  | 54  | 47   | 43                   | 54   | 43                  | 49                   | 50                   | -  |
|           | DEPOIS | 69  | 73   | 62                   | 75   | 67                  | 77                   | 71                   | 84   |
| TEORIA    | ANTES  | 72  | 75   | 68                   | 74   | 67                  | 71                   | 66                   | -  |
|           | DEPOIS | 80  | 82   | 76                   | 81   | 76                  | 78                   | 76                   | 93   |
| PRÁTICA   | ANTES  | 35  | 9  | 8                    | 33   | 18                  | 26                   | 34                   | -  |
|           | DEPOIS | 57  | 49   | 35                   | 68   | 58                  | 75                   | 65                   | 76   |
| PRÁTICA 1 | ANTES  | 41  | 11   | 10                   | 40   | 22                  | 32                   | 40                   | -  |
|           | DEPOIS | 67  | 60   | 43                   | 74   | 65                  | 87                   | 74                   | 90   |
| PRÁTICA 2 | ANTES  | 8   | 0  | 0                    | 8  | 0                   | 0                    | 8                    | -  |
|           | DEPOIS | 15  | 2  | 2                    | 28   | 27                  | 25                   | 28                   | 42   |

#### ***Avaliação Diagnóstica (no papel), antes do uso do software:***

Apenas com a aplicação da aula teórica dada pelo professor da disciplina, pode-se ressaltar que os alunos absorveram bem a parte teórica do assunto, mas deixaram a desejar na parte prática. A primeira questão prática foi considerada relativamente difícil pelos alunos, e a segunda questão como difícil. O que anotamos de relevante foi: (a) o tempo de 15 minutos para a resolução desta avaliação diagnóstica comprometeu a resolução da segunda questão prática; (b) os alunos realmente necessitam de realizar mais exercícios práticos.

#### ***Avaliação Formativa (eletrônica), após o uso do software:***

A média da avaliação formativa foi superior a da diagnóstica em todas as situações, onde foram aplicadas as duas provas, indicando a sua adequação. A média global atingida depois do uso da ferramenta demonstra que a ferramenta foi bem aproveitada pelos alunos; A eficiência do software para a parte teórica foi além das expectativas uma vez que o trabalho foi desenvolvido para aprimorar a parte prática, principal deficiência observada nas turmas de Mecânica dos Solos. A eficiência do software para a primeira questão prática foi considerada excelente. A eficiência para a segunda questão prática foi pequena porque a maioria dos alunos não conseguiu usar o software integralmente por falta de tempo e nem tiveram tempo suficiente para realizar todas as etapas.

#### ***Análise da resolução da Prática 1:***

As análises apresentadas pelos gráficos das Figuras 7, 8 e 9, indicam que os alunos se adaptaram muito bem ao modelo de ensino assistido proposto neste trabalho.

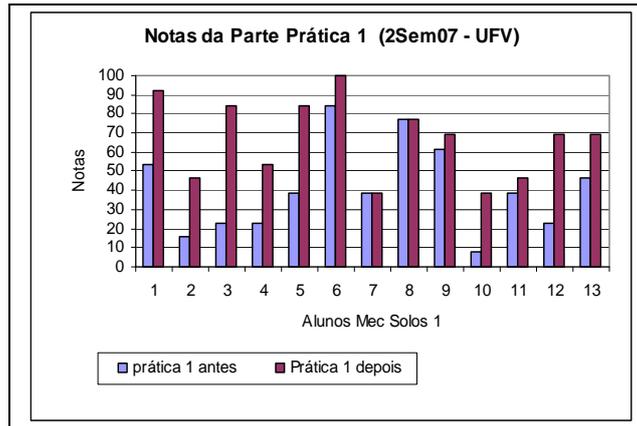


Figura 7 – Rendimento da turma de Mec. Solos 1 da UFV (2 sem 2007).

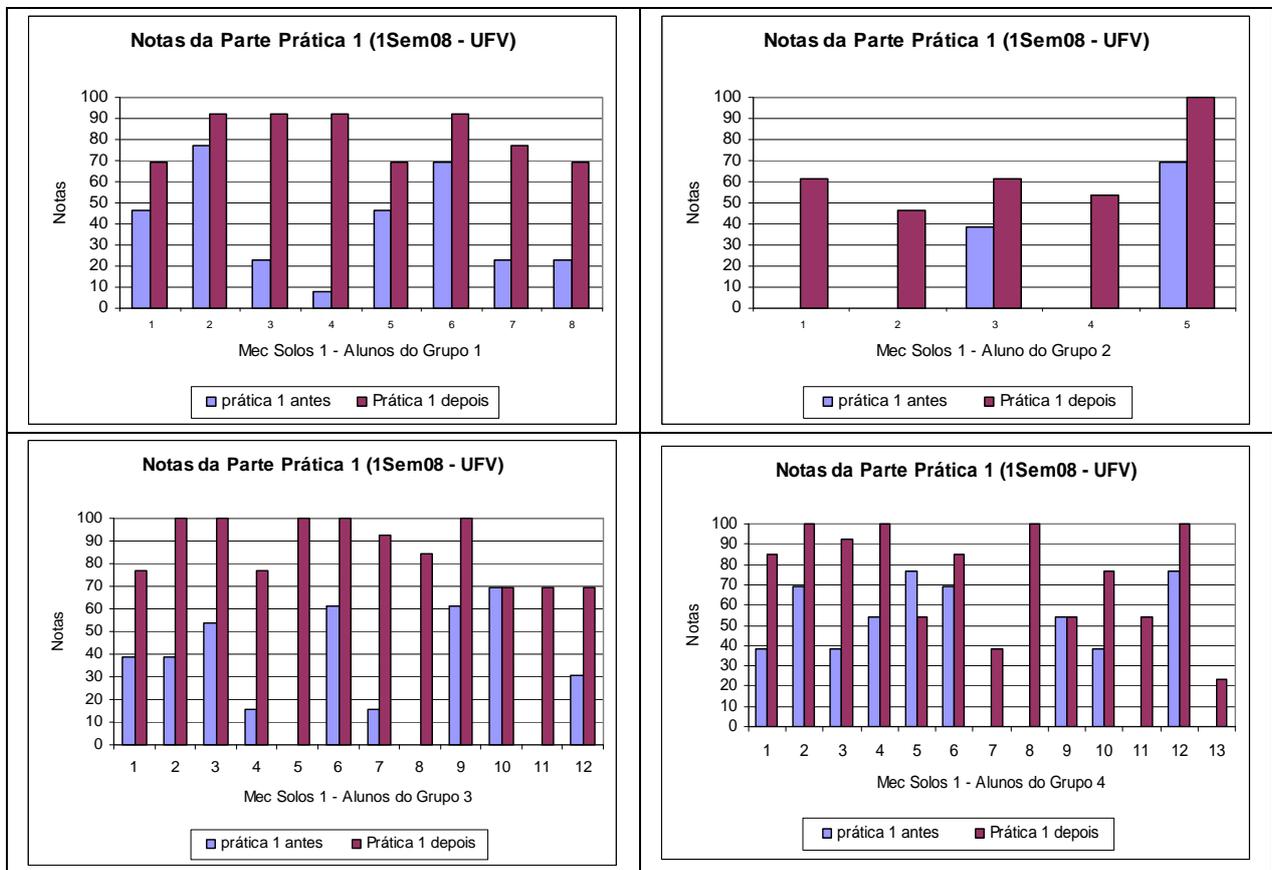


Figura 8 – Rendimento da turma de Mec. Solos 1 da UFV (1 sem 2008).

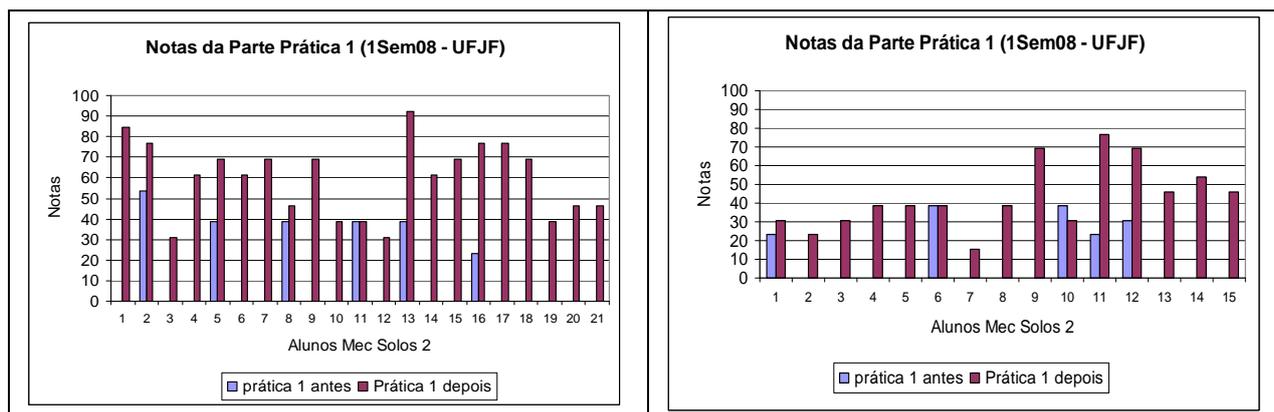


Figura 9 – Rendimento da turma de Mec. Solos 2 da UFJJ (1 sem 2008).

## 5. OBSERVAÇÃO IN LOCO DO USO DO PROGRAMA

A maneira como a ferramenta foi utilizada pelos alunos nos laboratórios de informática foi muito interessante e merece ser relatada. Foi uma experiência inédita para o nosso pequeno grupo de pesquisadores. O software não necessita de instalação, bastando inserir o executável nos computadores. Cada aluno utiliza individualmente um computador. O nosso intuito foi o de padronizar os procedimentos, fazendo com que os alunos efetuassem toda a operação (avaliação diagnóstica, uso do programa, avaliação formativa e avaliação qualitativa do software) em apenas 120 minutos.

Durante a execução do experimento, eles não demonstraram nenhum cansaço físico. Pelo contrário, eles se dedicaram bastante e a todo instante dialogavam de forma espontânea entre si e com a equipe de desenvolvedores com o intuito de dirimir suas dúvidas. Esta interação foi relevante porque eles apresentavam as dúvidas sem medo de se expor. A maioria da turma não usou toda a capacidade da ferramenta por absoluta falta de tempo, e isso refletiu no resultado da pesquisa: a segunda questão prática não foi resolvida pela maioria dos alunos.

## 6. CONTROLE DE QUALIDADE

Para que um software educacional possa contribuir efetivamente ao processo de ensino-aprendizagem, aplica-se um modelo de controle de qualidade. Basicamente, usamos um modelo que foi adaptado do trabalho de CAMPOS (1994), no qual especificamos claramente os critérios para a avaliação da qualidade do software na perspectiva do usuário (Tabela 2). Para qualificar o software educacional implementado, o usuário assinala a melhor resposta para os critérios de usabilidade do software e confiabilidade educacional, segundo os seguintes graus: 0 - Não se aplica; 1- Não satisfaz; 2 – Satisfaz com restrições; 3 – Satisfaz; e 4 – satisfaz completamente.

Com base na análise dos resultados da avaliação qualitativa realizada pelos alunos após a utilização da ferramenta Educacional, foi possível chegar às seguintes conclusões: quanto à usabilidade, o software está adequado, apresentando índice de satisfação em torno de 90%; quanto à confiabilidade educacional, a ferramenta também está adequada, apresentando índice de satisfação em torno de 91%. As restrições apresentadas pelos usuários não comprometem a pesquisa, mas ao contrário, nos indicam direções para se reavaliar a programação.

Tabela 2 - Modelo adotado para qualificar o Software educacional.

| USABILIDADE DO SOFTWARE:                   |  | CONFIABILIDADE EDUCACIONAL:                     |  |
|--|--|---|--|
| 01. Facilidade de uso (auto-explicativo)   |  | 11. Adequação aos Objetivos Educacionais        |  |
| 02. Facilidade de se localizar no programa |  | 12. Adequação ao Conteúdo Programático          |  |
| 03. Clareza dos Comandos                   |  | 13. Adequação ao Nível do Usuário               |  |
| 04. Informações suficientes                |  | 14. Facilidade de achar informações úteis       |  |
| 05. Existência de Recursos Motivacionais   |  | 15. Ausência de erros                           |  |
| 06. Uso de figuras ilustrativas            |  | 16. Quantidade de textos                        |  |
| 07. Uso de Cor                             |  | 17. Qualidade dos textos                        |  |
| 08. Uso de Recursos Sonoros                |  | 18. Quantidade de exercícios interativos        |  |
| 09. Facilidade de Leitura na Tela          |  | 19. Qualidade dos exercícios interativos        |  |
| 10. Facilidade na Mudança de Telas         |  | 20. Retro alimentação indicando acertos e erros |  |

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes resultados já apontam favoravelmente para o desenvolvimento de novas ferramentas de apoio ao ensino de geotecnia. Mas, decidir se um objeto educacional contribui efetivamente no processo educacional não é fácil e o sucesso num determinado contexto não garante o seu sucesso em outro. Estas considerações nos levam a acreditar que o processo de avaliação deve ser aplicado em outras turmas e escolas. A maciça utilização do software educacional permitirá o aprimoramento de suas funções e a correção de erros apontados pelos usuários.

Constatou-se que o software desenvolvido para a realidade da escola de engenharia, facilitou o aprendizado. Notou-se que um assunto estudado pode ser focado a partir de outra forma, pois a maneira de abordá-lo abre novas perspectivas de aprendizagem, fazendo com que a capacidade criativa se torne um pré-requisito para a produção de novas pesquisas.

## 8. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A.C.L.S., Notas de Aula da Disciplina *Teorias de Aprendizagem e a EAD*, do Curso de Especialização em Gestão da Educação a Distância, da UFJF, 2002.
- BLOOM, B.S., et al., *Taxionomia de Objetivos Educacionais*, vol.1, Domínio Cognitivo. Ed. Globo, 1974.
- CAMPOS, F.C.A., *Hipermídia na Educação: Paradigmas e Avaliação da Qualidade*. Tese de Mestrado, COPPE/SISTEMAS, 1994.
- CORNELL, G. & STRAIN, T., *Delphi: Segredos e Soluções*, Ed. Makron, 1995.
- DALE E., *Cone of learning*, 1969. Disponível em:  
< <http://www.cals.ncsu.edu/agexed/sae/ppt1/sld012.htm> >. Último acesso em 22/05/2008.
- HOLTZ, R.D. & KOVACS, W.D., *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Prentice Hall, 1981.
- FELDER R. M. & BRENT, R., *Ensino Efetivo: uma oficina*, UFV, 1999.
- GAMA, C.L.G. & SCHEER, S., *Objetos educacionais hipermediáticos na educação de Engenharia, sua construção e usabilidade*. Disponível em:

< [http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3/artigos/01\\_241.pdf](http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3/artigos/01_241.pdf) >. Último acesso em Junho de 2008.

PASSOS, F.J.V. et al., PVANet - Ambiente de Apoio ao Processo Ensino-Aprendizado. 2003.

PINTO, C.S., Curso Básico de Mecânica dos Solos, Oficina de Textos, 2002.

SANTOS, N., Notas de Aula da Disciplina Avaliação de Cursos Virtuais, do Curso de Especialização em Gestão da Educação a Distância, da UFJF, 2002.

SILVA, H.P. et al., Desenvolvimento de ferramentas interativas para apoiar o ensino de permeabilidade dos solos. In: Anais, XVII SIC/VII SIMPÓS/V SEU/I SE, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Volume 1, pág. 1, 2007. (CD-ROM)./

## **DEVELOPMENT OF INTERACTIVE SOFTWARE TO SUPPORT TEACHING ON MOVEMENT OF WATER THROUGH SOILS**

**Abstract:** *This paper introduces a software based on virtual interactive tools for teaching and learning, the so called learning objects, developed with the goal of helping students to learn basic concepts regarding movement of water in soils. The software was written using Delphi, an oriented programming language, due to its graphical interface, which lead to the development of very creative programs. It is also a goal to spread the use of such interactive tools to the academic community involved with teaching of engineering, easing its reuse as a free code in addition to allowing for new implementations. Efforts have been dedicated on creating and implementing educational tools for teaching of Soil Mechanics, in particular, for the movement of water in the soils. This subject was chosen basically due some learning difficulties noticed on students of Civil Engineering of Federal University of Viçosa. The adopted strategy was focused on user interaction, where students can type their answers in an electronic sheet and check results immediately. This work also helped on the formation of a team of programmers of learning objects, so called multipliers, capable of developing dedicated interactive tools, to spread their use and make them available to academic community, in order to serve as a support for teaching activities and learning of Soil Mechanics and related areas. Undergraduate students of Civil and Environmental Engineering tested and evaluated the quality of this software. The results indicated that the use of the education software showed to be efficient.*

**Key-words:** *Soil mechanics, permeability, educational software, interaction, quality.*