

# CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EDUCATIVO PARA PROCESSOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

**Maria Rachel R. Seydell<sup>1</sup> ; Maria Beatriz F. Leite<sup>2</sup> ; Denise Helena L. Ferreira<sup>3</sup> ; Júlia Raíssa B. Pinto<sup>4</sup> –**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias  
Rodovia D. Pedro I, km 136 – Parque das Universidades  
CEP 13086-900 Campinas, SP

<sup>1</sup>mrachel@puc-campinas.edu.br; <sup>2</sup>bialeite@puc-campinas.edu.br; <sup>3</sup>lombardo@puc-campinas.edu.br; <sup>4</sup>julia27@puc-campinas.edu.br

**Resumo:** *O avanço das tecnologias demanda a utilização de novas ferramentas pedagógicas que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem. Porém, a utilização do computador em sala de aula deve ser feita de maneira criteriosa e de forma a colaborar na construção do conhecimento, favorecendo um ambiente de interação entre as aulas teóricas, o professor, o aluno e o conteúdo programático. Além disso, evidenciar a interdisciplinaridade entre os conteúdos de várias disciplinas do currículo pode auxiliar na motivação para o estudo de disciplinas básicas e essenciais para uma boa formação profissional, sobretudo do engenheiro. Neste sentido, abordamos neste trabalho o ensino da disciplina de Topografia para cursos de Engenharia, na qual vários conteúdos matemáticos são essenciais. A partir de reflexões acerca das necessidades de docentes e alunos desses cursos, apresentamos considerações sobre o desenvolvimento de um software educativo que busca propiciar um ambiente mais atrativo e eficiente para ensinar e aprender Topografia. Além de efetuar cálculos que utilizam grande parte da carga horária do curso, o software proposto busca promover e facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Para isto, consideramos as diferentes abordagens existentes para programas educativos e ressaltamos características essenciais que devem permear a elaboração do software, de acordo com os objetivos propostos.*

**Palavras-chave:** *Ensino e aprendizagem, Levantamento topográfico, Software educativo, Modelagem Matemática*

## 1. INTRODUÇÃO

Diante das freqüentes inovações tecnológicas e da realidade em que atualmente os estudantes estão inseridos, na qual a informática é predominante, o uso de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem faz-se cada vez mais necessário. Além disso, em qualquer nível de ensino, a utilização do computador deve ser feita de maneira cuidadosa, buscando auxiliar o aluno no processo de aprendizagem e o professor nas suas atividades docentes. Assim, o conhecimento técnico do computador não é suficiente para assegurar a utilização adequada desta ferramenta em sala de aula.

A informática como qualquer outra ferramenta educacional deve estar a serviço do processo de ensino e aprendizagem, buscando propiciar melhoras significativas tanto para os

alunos como para os professores. De acordo com VALENTE (2008a), Informática na Educação significa a inserção do computador no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades da educação. Como dizem NOGUEIRA e ANDRADE (2004), não se trata apenas da inserção da informática nos currículos escolares e, sim, da alteração dos pressupostos do processo educativo, de forma a possibilitar a construção e a elaboração de conhecimentos a partir das características específicas das novas tecnologias computacionais.

Segundo VALENTE (2008b), o uso do computador na educação objetiva a integração deste no processo de aprendizagem dos conceitos curriculares em todas as modalidades e níveis de ensino, podendo desempenhar um papel de facilitador entre o aluno e a construção do seu conhecimento.

LÉVY (1996) afirma que, a informática é um "*campo de novas tecnologias intelectuais, aberto, conflituoso e parcialmente indeterminado.*" Dessa forma, a utilização desses recursos, particularmente na educação, ocupa uma posição central, e por isso é importante refletir sobre as mudanças educacionais provocadas por essas tecnologias, propondo novas práticas docentes e buscando proporcionar experiências de aprendizagem significativas para os alunos. É desejável um ensino que demande desafios constantes aos alunos, onde o professor atue apenas como mediador. Segundo LÉVY (1999), a sociedade está diante de um problema com relação às práticas pedagógicas, e questiona,

...como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos com transação de conhecimento? Não se trata aqui de usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim de acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educacionais tradicionais e sobretudo os papéis de professor e de aluno (LÉVY, 1999, p.172).

Diante das especificidades e necessidades presentes nos cursos de engenharias, das dificuldades apresentadas por grande parte dos alunos e dos desafios enfrentados pelos professores, neste trabalho buscamos apresentar considerações acerca da utilização de um software educativo para o ensino de processos topográficos. Este enfoque particular ocorreu devido a prática pedagógica dos autores. Vale enfatizar que, as habilidades para trabalhar com novas tecnologias estão previstas na descrição do perfil do engenheiro. A Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002 do Ministério da Educação (BRASIL, 2008), estabelece que:

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Entre as habilidades previstas (Art. 4º da Resolução CNE/CES 11), destacamos:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Atuar em equipes multidisciplinares.

CLARK e ERNST (2007) assinalam que a integração da ciência, tecnologia, engenharia e conteúdos matemáticos tem se tornado o tópico principal dentro dos sistemas educacionais.

O desenvolvimento deste trabalho seria impossível sem a colaboração de diferentes profissionais, destacando seu caráter interdisciplinar, tendo sido concebido a partir de

diálogos entre docentes das áreas de Engenharia e Matemática. Inicialmente, considerou-se a possibilidade de realizar um projeto com Modelagem Matemática. Esta estratégia pedagógica busca, essencialmente, resolver um problema prático utilizando a linguagem matemática como ferramenta (BASSANEZI, 2002). Dessa forma, a Modelagem Matemática como estratégia pedagógica seria um mecanismo facilitador para a aquisição das habilidades previstas para o engenheiro (MEC, 2008). De fato, com a Modelagem Matemática, a partir de um problema prático, o aluno coleta as informações necessárias, traduz o problema numa linguagem matemática (modelo matemático), resolve o problema (usando procedimentos matemáticos adequados), testa e valida a solução obtida (analisa os resultados) e, caso necessário, reformula o modelo matemático, aperfeiçoando-o.

Buscando identificar um possível problema prático em Topografia, que permitisse o desenvolvimento de um projeto de Modelagem Matemática, constatou-se a necessidade de uma ferramenta computacional para auxiliar o processamento dos dados obtidos no campo para o levantamento topográfico. Assim, surgiu a idéia de propor um recurso que, além de facilitar o desenvolvimento do levantamento topográfico nas aulas, enfatizasse a utilização de conteúdos matemáticos básicos como ferramentas indispensáveis nesse processo. As docentes envolvidas neste trabalho optaram pela proposta de uma ferramenta computacional que, embora pudesse ser facilmente manipulada pelo aluno, exigisse um conhecimento teórico adequado para sua utilização.

O desenvolvimento deste trabalho valoriza a prática interdisciplinar que, entre outros objetivos, busca integrar diferentes áreas do conhecimento, possibilitando uma visão ampla e adequada da realidade, superando a fragmentação do saber, muitas vezes decorrente do tratamento disciplinar acadêmico. Além disso, o envolvimento entre docentes e alunos é uma prática pedagógica que traz muitos benefícios para o processo de ensino e aprendizagem. Como afirma KENSKI (2007), professores isolados desenvolvem disciplinas isoladas, sem maiores articulações com temas e assuntos que têm tudo a ver um com o outro, mas que fazem parte dos conteúdos de uma outra disciplina, ministrada por um outro professor. E isso é apenas uma pequena parte do problema para a melhoria do processo de ensino.

GODDARD, GODDARD e MORAN (2007) destacam que há uma grande variedade de configurações formais e informais dentro das quais a colaboração docente pode ocorrer. Dentre elas, os autores apontam a contribuição que essa prática oferece para, de um lado, superar dificuldades dos estudantes e suprir suas deficiências e, do outro, melhorar a atividade docente em sala de aula, tornando-a mais dinâmica e proveitosa. Além disso, segundo os autores, trabalhos em equipe permitem que os professores dialoguem entre si, abordando questões específicas inerentes ao trabalho que está sendo desenvolvido coletivamente ou questões gerais relacionadas ao dia-a-dia da sala de aula.

A topografia é essencial em todas as atividades da Engenharia e Arquitetura. Projetos de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultura, reflorestamento etc., se desenvolvem em função do terreno sobre o qual se assentam. É uma ciência que tem por fim descrever uma porção limitada da superfície terrestre em termos de relevo, forma, contorno, área e volume e sua orientação relativa. Porção limitada porque a topografia, diferentemente da Geodésia ou da Cartografia, não considera a curvatura da terra. Sua orientação relativa é determinada tomando-se como referência o Norte Verdadeiro ou Norte Magnético. (BORGES, 1999)

A topografia faz medições de distâncias e ângulos, horizontais e verticais, com determinação dos demais elementos importantes para o cálculo de áreas e volumes, com alta ou altíssima precisão. Tudo depende dos equipamentos e processos utilizados. Hoje, com a evolução tecnológica do setor, podemos contar com equipamentos de última geração para atingir a precisão necessária a cada levantamento topográfico.

O levantamento topográfico é a base da rede de referência cadastral, definido como a “infra-estrutura de apoio geodésico e topográfico que proporcione a normalização e sistematização de todos os levantamentos topográficos, quer pelo método direto (clássico), quer pelo método aerofotogramétrico, ou outro que vier a ser criado, executados em qualquer escala e para qualquer finalidade no âmbito municipal, por agentes públicos ou privados, no escopo de sua inclusão em um mesmo sistema, atualizando-o e complementando-o (ABNT, 1998)”.

Dentre os processos de levantamentos topográficos planimétricos usuais, destacam-se o processo por caminhamento e o processo por irradiação. O método de levantamento topográfico por caminhamento oferece maior confiabilidade no que diz respeito aos resultados, já que permite a determinação e a compensação do erro de fechamento da poligonal. O processo por irradiação tem uma precisão menor, que depende da cautela do operador e do tipo de equipamento utilizado. A NBR 13.133 (ABNT, 1994) fornece as precisões para os diversos tipos de poligonais.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo principal deste trabalho é favorecer o processo de ensino e aprendizagem de processos de levantamento topográfico através da utilização de tecnologia educacional.

Podemos destacar como objetivos complementares:

- Otimizar o tempo despendido com o processamento dos dados;
- Fazer simulações e analisar os resultados obtidos;
- Refletir de forma crítica para proporcionar o correto desenvolvimento de todas as etapas necessárias para o levantamento topográfico;
- Promover relações entre diferentes disciplinas presentes no currículo;
- Auxiliar o docente no processo de ensino.

## **3. MÉTODO**

O método de pesquisa consiste do desenvolvimento de uma ferramenta educacional que auxilie o aluno no aprendizado de levantamentos topográficos, sendo necessária a utilização dos seus conhecimentos teóricos.

### **3.1. Processos de Levantamento Topográfico**

Os processos de levantamento topográfico planimétricos que serão contemplados pelo software são: processo por caminhamento e processo por irradiação. A escolha do processo, assim como dos equipamentos, Teodolito<sup>1</sup> ou Estação Total<sup>2</sup>, a serem utilizados para a medição dos ângulos e distâncias, se dá em função da precisão requerida para o trabalho.

Os processos de levantamento topográfico, regidos pela norma atual NBR 13.133 (ABNT, 1998), compõem-se das fases:

- Reconhecimento do terreno: durante esta fase, é feita a delimitação da superfície a ser analisada. A figura geométrica gerada a partir desta delimitação recebe o nome de poligonal.

---

<sup>1</sup> Teodolito – equipamento utilizado na topografia para medição de ângulos horizontais e verticais.

<sup>2</sup> Estação Total - teodolito eletrônico que fornece as leituras de ângulos horizontais e verticais, além de distâncias diretas automaticamente, através do raio laser. Os dados obtidos são gravados para serem transferidos para um computador onde são processados através de software específico.

- Orientação da poligonal: é feita através da determinação do rumo ou azimute do primeiro alinhamento. Azimute é o ângulo formado a partir do Norte, no sentido horário, até o alinhamento topográfico, podendo variar de 0° a 360°. Se o Norte de referência for o Verdadeiro, o azimute se chamará Azimute Verdadeiro. Se partir do Norte Magnético se chamará Azimute Magnético. Rumo é o ângulo formado a partir do Norte ou do Sul, no sentido horário ou anti-horário, até o alinhamento topográfico, podendo variar de 0° a 90°. Assim como o azimute, o rumo poderá ser Rumo Verdadeiro ou Rumo Magnético.
- Processamento dos dados: terminadas as operações de campo, procede-se a computação dos dados obtidos.
- Representação gráfica: concluído o processamento dos dados, é feita a representação gráfica para uma melhor visualização da superfície em estudo.
- Relatório técnico: contem os elementos que subsidiaram o reconhecimento do terreno, dados coletados em campo, dados processados e desenhos baseados nos elementos técnicos.

#### ***A) Levantamento por Caminhamento***

Segundo BORGES (1999), este método é utilizado no levantamento de superfícies relativamente grandes ou de relevo acidentado.

GODOY (1988) descreve a seqüência de desenvolvimento do método por caminhamento: após o reconhecimento do terreno e a orientação da poligonal, é feito o levantamento da poligonal. Durante essa fase, percorrem-se as estações da poligonal, uma a uma, medindo-se os ângulos e as distâncias horizontais. Estes valores são anotados em cadernetas de campo apropriadas ou registrados na memória do próprio equipamento. Terminadas as operações de campo, procede-se ao processamento dos dados obtidos. Este é um processo que envolve o fechamento angular e linear, o transporte dos rumos/azimutes e das coordenadas retangulares e o cálculo da área da superfície analisada.

#### ***B) Levantamento por Irradiação***

GODOY (1988) descreve o método por irradiação como sendo o método da Decomposição em Triângulos ou das Coordenadas Polares. É empregado na avaliação de pequenas superfícies relativamente planas.

Uma vez demarcado o contorno da superfície a ser levantada, o método consiste em localizar, estrategicamente, um ponto **P**, dentro ou fora da poligonal demarcada, de onde possam ser avistados todos os vértices que a definem. São medidas as distâncias do ponto **P** aos vértices da poligonal definidora da referida superfície, bem como os ângulos horizontais (azimutes) das linhas irradiadas a partir de **P** a cada um dos vértices. Este processo envolve o cálculo das coordenadas retangulares e a determinação da área da poligonal.

## **4. A FERRAMENTA COMPUTACIONAL**

A utilização do computador na educação pode ser vista sob diferentes aspectos e abordagens. Segundo VALENTE (2008), do ponto de vista pedagógico, quando o computador é usado como máquina de ensinar, consistindo na informatização dos métodos tradicionais, é visto como o paradigma instrucionista. Já na abordagem construcionista, o computador passa a ser usado como máquina para ser ensinada. Neste caso, o usuário constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento e o computador requer certas ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. Como coloca LÉVY (1996), o modelo informático é essencialmente dinâmico, dotado de certa autonomia de ação e reação.

De acordo com as características e objetivos de um software educativo, bem como a forma como é utilizado na sala de aula, um software educativo pode ser classificado como tutorial, exercício e prática, jogos e simulação (VALENTE, 2008), que não são excludentes. A seguir, é feita uma breve descrição e comentários acerca das características de cada tipo:

**Tutoriais:** constituem uma versão computacional da instrução programada. O programa instrui o aluno, fornecendo informações e fazendo perguntas para verificar se a lição foi compreendida. Apesar de ser baixa, existe uma interatividade com o aluno, procurando garantir a não passividade do usuário. Uma das vantagens é possibilitar a apresentação dos conteúdos com características que não são possíveis no papel, como animação, som, controle do desempenho do aluno.

**Exercícios e Prática:** Neste tipo de programa, os conteúdos já estudados em sala de aula são revisados por meio de problemas que devem ser resolvidos pelos alunos. A interatividade ocorre por meio de perguntas e respostas. O programa corrige e detecta erros, podendo oferecer ajuda e registrar as respostas certas e erradas.

**Jogos Educacionais:** Nesta abordagem o aluno (jogador), a partir de regras previamente definidas, utiliza estratégias para atingir um objetivo pré-determinado. Com estas características, o aluno pode descobrir por si mesmo relações e aprender conceitos a partir daí.

**Simulação:** Neste tipo de abordagem, o software envolve a criação de modelos reais simplificados, permitindo a exploração de situações fictícias e um maior grau de intervenção do aluno, possibilitando o desenvolvimento de hipóteses, testes, análise dos resultados, refinamento dos conceitos e tomada de decisões. Vale observar que a transição entre mundo real e a simulação nem sempre é simples e precisa ser devidamente trabalhada.

Tendo em vista (i) os objetivos apresentados para a utilização do software como ferramenta auxiliar no ensino de topografia e (ii) as diferentes abordagens dos programas educativos, descrevemos algumas características e especificidades do software que será proposto:

- O conhecimento do aluno sobre o levantamento topográfico será indispensável para o funcionamento do software. Assim, o aplicativo deverá exigir do aluno conhecimentos básicos sobre o levantamento topográfico;
- É indispensável que o professor acompanhe o desempenho do aluno durante a utilização do software;
- O software deverá contribuir positivamente para o processo de ensino e aprendizagem, alertando e mostrando ao usuário os conteúdos não assimilados e os conceitos equivocados;
- Será importante solicitar a participação do usuário em vários momentos da execução do software, promovendo o aspecto interativo, forçando a participação ativa do aluno no processo;
- A ferramenta deverá auxiliar a prática pedagógica, permitindo que o professor, além de acompanhar o desempenho do aluno na utilização do software, utilize-o para correções de exercícios propostos;
- O software deverá apresentar mecanismos que permitam ao professor avaliar o desempenho do aluno;
- O software deverá permitir que o aluno aproveite melhor seu tempo de estudo para análise dos resultados, minimizando aquele despendido nos cálculos;
- Com o uso do software o aluno poderá resolver um número maior de problemas em menos tempo e com maior precisão.

De acordo com os objetivos propostos, as etapas elaboradas e as características presentes em cada abordagem, o software proposto pode ser classificado nas categorias Tutorial, Exercícios e Prática e Simulação.

O programa está sendo desenvolvido em Linguagem C, podendo ser executado em qualquer plataforma (Windows, Linux), seguindo as etapas:

ETAPA I. Escolha do método a ser utilizado (caminhamento ou irradiação). O programa pode oferecer uma opção para o usuário consultar as características que diferenciam os métodos, os intervalos de erros admissíveis preconizados pela NBR 13.133 e o tipo de dados que o usuário dispõe.

ETAPA II. Digitação dos dados. Nesta etapa, o usuário deverá entrar com os dados obtidos em campo, fornecendo o número de vértices e os dados correspondentes ao processo escolhido. Serão realizados testes para verificar a compatibilidade dos dados e, caso algum dado esteja incorreto, o usuário será alertado e deverá recomeçar.

Ao final desta etapa, o programa exibirá a tabela de dados completa, conforme ilustra a Tela do Programa na Figura 1, e solicitará que o usuário escolha o próximo passo (Figura 2).

Pontos	Azimute	Distância	Âng. Horiz. a Direita	
1 - 2	Az1	D1	Ponto 1	Hz1
2 - 3	Az2	D2	Ponto 2	Hz2
3 - 4	Az3	D3	Ponto 3	Hz3
4 - 5	Az4	D4	Ponto 4	Hz4
5 - 1	Az5	D5	Ponto 5	Hz5

PRIMEIRO AZIMUTE = Az0

Figura 1. Tela do Programa – Tabela de Dados.

Digite o número da etapa a ser realizada:

1. Cálculo dos Rumos
2. Entrada de Dados
3. Cálculo da Coordenadas Retangulares
4. Cálculo e Desenho da Área da Poligonal
5. Cálculo dos Azimutes
6. Determinação e Compensação do Erro de Fechamento
7. Cálculo das Coordenadas Totais

--->

Figura 2. Tela do Programa – Escolha das Etapas.

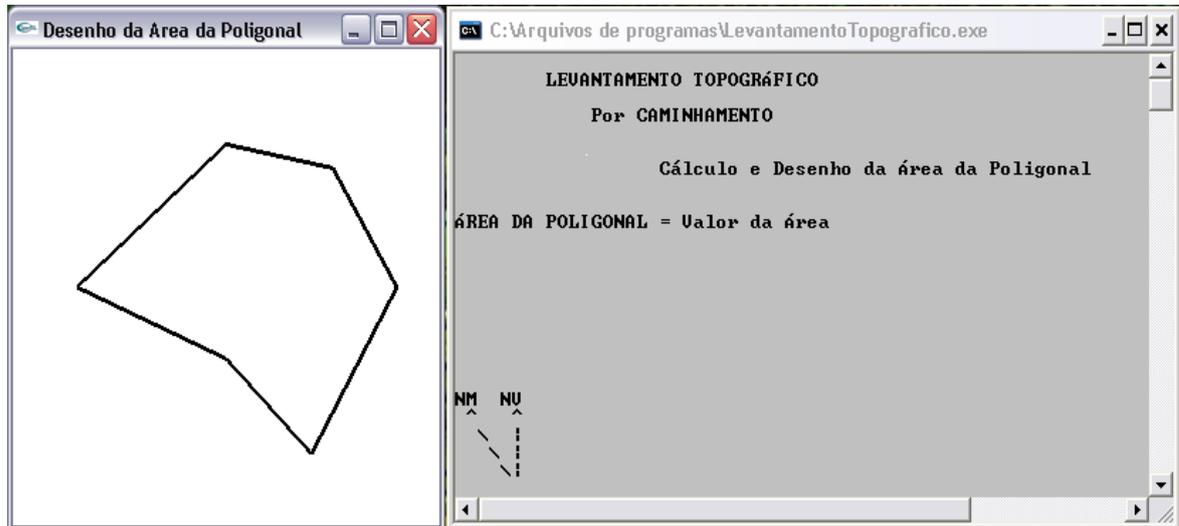
ETAPA III. Cálculo dos rumos dos lados da poligonal.

ETAPA IV. Cálculo dos azimutes dos lados da poligonal. Ao final desta etapa, o programa exibirá uma tabela acrescida com as novas informações.

ETAPA V. Cálculo das coordenadas retangulares.

ETAPA VI. Cálculo e compensação do erro. Esta etapa será realizada apenas quando for escolhido o processo por caminhamento.

ETAPA VII. Cálculo da área da poligonal e representação gráfica, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3. Tela do Programa – Representação gráfica da poligonal.**

Ao final da Etapa VIII, o software exibirá a tabela completa contendo todos os elementos calculados no processamento dos dados, conforme ilustra a Figura 4.

The screenshot shows the software window displaying a table titled 'TABELA FINAL'. The table has 8 columns: 'Linha', 'x', 'y', 'Δx', 'Δy', 'Azimute', 'Distância', and 'Rumo'. The data rows are as follows:

Linha	x	y	Δx	Δy	Azimute	Distância	Rumo
1 - 2	x1	y1	Δx1	Δy1	Az1	D1	R1
2 - 3	x2	y2	Δx2	Δy2	Az2	D2	R2
3 - 4	x3	y3	Δx3	Δy3	Az3	D3	R3
4 - 5	x4	y4	Δx4	Δy4	Az4	D4	R4
5 - 1	x5	y5	Δx5	Δy5	Az5	D5	R5

**Figura 4. Tela do Programa – Tabela final de elementos calculados.**

ETAPA IX. Teste seus conhecimentos (opcional) (*Quiz*).

O caráter educativo do software será explorado a partir da interação com o usuário em todas as etapas descritas. Ao final de cada etapa será solicitada ao usuário a escolha da próxima etapa. Serão apresentadas questões conceituais e cálculos manuais selecionados

aleatoriamente pelo programa, com a finalidade de verificar o conhecimento sobre o processo de levantamento topográfico escolhido, apontando os erros cometidos e alertando para a necessidade de aprofundar os conhecimentos teóricos e práticos. Vale salientar que a escolha da etapa pelo usuário exige um conhecimento prévio sobre os processos de levantamento topográfico e permite seu aprimoramento.

A Etapa IX é opcional e pode ser executada a qualquer momento, tanto por indicação do professor como por escolha do usuário, a fim de testar seus conhecimentos.

Ao final da execução do software serão fornecidos dois relatórios de ocorrências, um para o aluno e outro para o professor, contendo as seguintes informações:

- Para o aluno, serão impressos na tela informes quanto ao número de erros cometidos, em que etapa do processo eles ocorreram, alertando-o sobre tais deficiências.
- Para o professor, ao final da execução do programa, será gerado um arquivo contendo o número de erros cometidos pelo aluno, mostrando em quais etapas eles ocorreram e quantas tentativas foram necessárias para corrigir esses erros.

## **5. APLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E PRÁTICAS DO SOFTWARE EDUCATIVO**

O software poderá ser utilizado para diversas atividades de ensino e aprendizagem da disciplina de Topografia, tais como resolução de exercícios, simulações e auxílio no desenvolvimento de projetos pedagógicos e/ou profissionais.

A utilização do software para resolução de exercícios demanda um tempo menor quando comparado com o tempo despendido com os cálculos feitos manualmente. As simulações permitem que o aluno obtenha, analise e compare novas soluções a partir da alteração dos dados de entrada (obtidos em campo) e/ou escolha do processo de levantamento topográfico.

As aplicações práticas do software incluem levantamentos cadastrais de imóveis, levantamentos planimétricos de loteamentos e barragens para fins de projeto e construção, demarcação de linhas básicas de estradas, locação de vias e edificações, reconhecimento de áreas para a análise de impactos ambientais antes da implantação de projetos, entre outros. Tais aplicações possibilitam a utilização da estratégia pedagógica da Modelagem Matemática, no sentido de que o aluno poderá partir de um problema real de topografia, levantar os dados necessários e, utilizando o software, resolver, analisar e interpretar a solução obtida.

## **6. DISCUSSÕES E COMENTÁRIOS**

A experiência realizada promoveu a integração entre diferentes áreas do conhecimento, como matemática, engenharia e computação. A partir do objetivo inicial, que era propor estratégias para auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos da disciplina Topografia, vários outros objetivos surgiram e foram atingidos. O aspecto interdisciplinar deste trabalho possibilitou um trabalho de colaboração docente, além de permitir que os alunos tenham uma visão da integração das várias áreas envolvidas.

Acreditamos que os recursos computacionais podem se constituir em uma importante ferramenta para promover a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem, tornando mais dinâmicas as aulas, deixando um pouco de lado as aulas convencionais, indo ao encontro do desejo de muitos alunos. De acordo com as diretrizes do Ministério da Educação (BRASIL, 2008b), qualidade educacional pressupõe introdução de melhorias no processo de construção do conhecimento, busca de estratégias mais adequadas à produção de conhecimento atualizado e desenvolvimento no educando da habilidade de gerar conhecimento novo ao longo da vida. Entretanto, a utilização de novas tecnologias educacionais deve ser feita de forma criteriosa e cuidadosa, evitando que sua utilização ocorra de forma inconseqüente e sem colaborar com um dos principais objetivos do educador, que é

contribuir para a formação de profissionais críticos, capazes de analisar, interpretar e solucionar problemas. Além disso, CLARK e ERNST (2007) sublinham que alguns fatores devem ser considerados no desenvolvimento de tecnologias educacionais tais como, colaboração acadêmica, trabalhos práticos, criatividade e resolução de problemas.

Vale enfatizar que a utilização da Modelagem Matemática nas atividades desenvolvidas durante as aulas pode ser vista como facilitadora no ensino e aprendizagem da disciplina Topografia, dado seu caráter prático e utilitário. Acreditamos que a utilização do software de forma contextualizada auxilia em mudanças de postura, proporcionando alunos mais críticos com as informações e soluções obtidas, principalmente através da ênfase na fase de análise e interpretação dos resultados. Sobre isso, SKOVSMOSE (1990, 2000, 2001) esclarece que se faz necessário refletir sobre a solução encontrada, podendo apontar possíveis erros de interpretação dos dados ou mesmo de erro na construção do modelo.

Destacamos, ainda, que este trabalho apenas se inicia, e muito poderá ser aprimorado a partir da avaliação da utilização do software por parte dos alunos e professores, analisando suas vantagens, desvantagens e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 13.133: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994 e 1998.

BASSANEZI, R.C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. SP: Contexto, 2002.

BORGES, A. C. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999.

BRASIL, Resolução CES No. 01 de 27 de janeiro de 1999, Diário Oficial da União, Brasília, 03/02/1999; Seção 1, p. 13. Disponível em: [www.portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/R012799.pdf](http://www.portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/R012799.pdf) Acesso em: 28 de maio de 2008, 2008a.

BRASIL, Ministério da Educação (SEED/PROINFO), PROINFO- Diretrizes. Disponível em: [www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001166.pdf](http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001166.pdf) Acesso em: 05 de junho de 2008, 2008b.

CASACA, J.; MATOS, J.; BAILO, M. **Topografia Geral**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CLARK, A. C.; ERNST, J. V. A Model for the Integration of Science, Technology, Engineering and Mathematics. **The Technology Teacher**. v. 66, n. 4, 2007, p. 24-26.

GODDARD, Y. L.; GODDARD, R. D.; TSCHANNEN-MORAN, M. A Theoretical and Empirical Investigation of Teacher Collaboration for School Improvement and Student Achievement in Public Elementary Schools. **Teachers College Record**. v.109, n. 4, 2007, p. 977-896.

GODOY, R. **Topografia Básica**. FEALQ, 1988.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 2 ed. Campinas: Papyrus, 2007.

LEVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: 34, 1996.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999.

SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modeling process. **Int. J. Math. Educ. Science Technology**, London, v. 21, n. 5, 1990, p. 765-779.

SKOVSMOSE, O. Aporism and Critical Mathematics Education. **For the Learning of Mathematics**. Kingston, v. 20, n. 1, 2000, p. 2-8.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papyrus, 2001.

VALENTE, J. A. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. Disponível em: [www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/tec03a.htm](http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/tec03a.htm) Acesso em: 05 de junho de 2008, 2008a.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. Disponível em: [www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/sep1.pdf](http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/sep1.pdf) Acesso em: 28 de maio de 2008, 2008b.

## **CONSIDERATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL SOFTWARE FOR TOPOGRAPHIC PROCESSES**

**Abstract:** *The advance of technology demands the use of new pedagogical tools to help with the teaching and learning process. However, the use of computers in class must be made with criteria and collaborating with the construction of knowledge, favoring an interaction environment between the theoretical lectures, the professor, the student and the contents. Besides, the interdisciplinary work between the contents of various disciplines may help to motivate the study of basic and essential disciplines for a good professional formation, specially for engineers. In this sense, this work deals with the teaching of Topography for engineering courses, in which various mathematic contents are essentials. From observation about the needs of professors and students, considerations for the development of an educational software are presented. The software provides a more attractive and efficient environment to teach and learn Topography. Besides computing a number of calculus that consume a great deal of time, the proposed software promotes and facilitates the teaching and learning process. For that, different existing approaches for educational programs are considered and essential characteristics which influence the elaboration of the software, according to the proposed objectives, are highlighted.*

**Key-words:** *Teaching and learning, Topographic process, Educational software, Mathematical Modeling*