

O novo paradigma redimensiona as atitudes e modelos na educação. Abandonar o modelo de ensino tradicional, que ainda hoje é priorizado nas escolas, implica em experimentar novas metodologias. É aprender a fazer diferente, é modificar a estrutura escolar, ou seja, redimensionar o papel de professores, alunos, sala de aula, conteúdos, tecnologia e aprendizagem.

Dentro do novo paradigma, a sala de aula é um ambiente de cooperação e construção do conhecimento, onde todos desejam participar do processo. A aprendizagem ocorre em equipe e a tecnologia apresenta-se vinculada ao contexto sendo utilizada como recurso, pois acredita-se em uma sociedade em que o homem seja o centro e a utilize. Nesse contexto esses recursos são manipulados pelo professor e pelo aluno.

Uma proposta pedagógica, com o uso de computador, que possa ser efetivamente aplicada surge da integração entre o modelo pedagógico escolhido e fatores estruturais como carga horária e grade curricular.

"A utilização das tecnologias na sala de aula só auxiliará o desenvolvimento de uma educação transformadora se for baseada em um conhecimento que permita ao professor interpretar, refletir e dominar criticamente a tecnologia." (Sampaio, 1996).

Banathy (1993) cit. Clunie (1996) acredita que ao operacionalizar um modelo de aprendizagem com o uso do computador deve-se considerar diferentes fatores como, o caráter sócio-político da sociedade, a natureza unitária ou pluralista da mesma, a noção de aprendizagem e de aluno. Segundo ele, deve-se orientar o trabalho de acordo com o nível de experiência-aprendizagem promovido por um conjunto de fatores que ajudam a organizar o pensamento.

"O progresso do aluno é determinado principalmente pela sua auto-avaliação, pela avaliação do grupo e pelas orientações do gerente da aprendizagem. Os alunos assumem progressivamente mais responsabilidades pela sua própria aprendizagem." (Banathy, 1993)

O modelo proposto por Banathy focalizando a aprendizagem na utilização de tecnologias no processo educativo, deixa evidenciadas relações com um novo paradigma educacional, colocando ativa a posição do aluno no processo, como co-responsável pela construção de conhecimento.

Quando se enfatiza o fazer pedagógico apenas na utilização do recurso tecnológico reproduz-se o modelo de ensino descrito no paradigma

tradicional. Para que ocorra uma mudança de paradigma faz-se necessário questionar diferentes abordagens de ensino.

Para tratar do uso do computador no processo educacional é necessário que se conheça suas potencialidades como recurso educativo, mas a tecnologia não é suficiente. O processo educacional é um processo grandioso e envolvente. Nele estão presentes diferentes aspectos como o cognitivo, o emocional, o técnico, o cultural e o sócio-político.

Dentre as abordagens utilizadas para compreender o processo educacional com fundamentação nas práticas com computador, a teoria proposta a partir das idéias de Vygotsky valoriza a atividade social no processo de aquisição e desenvolvimento da linguagem e construção do conhecimento.

Surge em sua obra o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e com ela a noção de mediador como pessoa intervém para orientar a criança. Para favorecer uma ZDP deve-se criar um contexto para a interação. Acredita-se que o aprendizado ideal ocorre quando o aluno interage com o adulto em um nível imediatamente superior ao seu.

A perspectiva de Vygotsky, que Papert (1994) retoma, refere-se ao papel da palavra considerada elemento fundamental nas relações entre aluno, professor e computador. Na visão de Papert (1994), ao promover a aprendizagem utilizando o computador, além de produzir conceitos significativos deve-se identificar a zona de desenvolvimento proximal do aluno.

Dentro desse referencial o computador não detém o conhecimento, sendo o aluno que indica os caminhos. A escolha do software Cabri Géomètre II, além do reconhecimento das possibilidades de trabalho com o mesmo, levou isso em conta. Caracterizado como um micromundo, segundo Galvis (1991) cit. Clunie (1996) e Ilabaca (1993), está entre os mais utilizados na área de Matemática. Sua elaboração tem uma perspectiva na prática pedagógica diferente, por exemplo, do Excel, que foi criado para atender uma demanda e adaptado ao ensino. O Cabri Géomètre II é um software voltado para o trabalho com Geometria Dinâmica e permite gerar atividades cognitivas diferenciadas. Uma das maiores riquezas no uso do Cabri Géomètre II é realizar construções geométricas como em uma folha de papel e movimentar essa construção pelo caráter dinâmico do software.

O caráter dinâmico dos softwares como o Cabri Géomètre II, gera algumas vantagens para o ensino, como a de acelerar o tempo de muitas

construções, encorajar a tentativa e erro, e possibilitar as construções de figuras geométricas mais trabalhosas. Permite também, depois de promovido domínio suficiente do software, tirar o foco do estudo dos processos de construção geométrica possibilitando aos professores trabalhar com objetos iniciais definidos e macros. Além disso, o aluno pode esconder, pontilhar, engrossar e alterar cores de linhas, realçando elementos do desenho.

Nasser (1991) aponta a visualização como uma forma de orientar os alunos no processo de dedução, descobrindo a existência de regras e questionando sua veracidade. Nesse contexto, a atmosfera gerada pela Geometria Dinâmica é importante, fornecendo a possibilidade de construção de situações em que estimule-se a exploração e a justificativa do aluno.

Quando saímos da construção no papel ou no quadro negro para a representação através do software, mudamos de um referencial estático para um referencial dinâmico, pois ocorre uma mudança de perspectiva. Com a visualização, a movimentação e a mudança de perspectiva permitidas com o uso do Cabri Géomètre II temos a possibilidade de representar um novo panorama. Isso possibilita explorar figuras geométricas em várias posições, para que o aluno caminhe a uma representação de um protótipo próprio.

Para desenvolver e analisar essa pesquisa faz-se necessário definir termos: desenho, figuras geométricas e objetos geométricos, como em Sangiacomo (1996).

O *desenho da figura* ou simplesmente *desenho* é entendido como qualquer representação de um ente geométrico.

Figura Geométrica é um conjunto de pontos no plano, sendo um conjunto de elementos geométricos ligados por relações e propriedades.

Objeto Geométrico designa a figura que corresponde a classe definida por uma determinada figura geométrica.

Um triângulo construído no Cabri pode ter seus lados “esticados”, seus vértices deslocados e, na realidade, representa o conjunto de todos os triângulos contidos no plano, ou a “classe dos triângulos”. A palavra “classe” é sinônimo de conjunto, mas tradicionalmente usa-se para evitar a expressão carregada “conjunto de conjuntos”. (Carneiro, 2001¹)

¹ Comentário do Professor José Paulo Carneiro feita por e-mail em 29/05/2001.

Unindo a proposta de resolução de problemas (Polya, 1985) e utilizando o Cabri Géomètre II, surge uma forma de desenvolver atividades que permitam ao aluno trabalhar a percepção visual do problema, experimentar, investigar, conjecturar, comprovar e generalizar. O trabalho no software funciona como um suporte para o processo de justificativa do aluno.

"Ao serem desafiados e ao mesmo tempo apoiados a articularem os significados e as conjecturas que vão fazendo sobre as 'invariâncias no meio das mudanças', é possível que as propriedades matemáticas, as técnicas, as idéias e as heurísticas se tornem não apenas o assunto, mas o objeto de estudo" (Mason, 1996).

DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Neste ano de 2001, ocorre a implantação do Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II, reformulando a grade curricular do Ensino Médio e redimensionando os tempos semanais das disciplinas. Com uma nova grade que se justifica pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e pela nova Lei de Diretrizes e Bases, dividiu-se a carga horária total das disciplinas em blocos de igual carga horária pelas três áreas do conhecimento. Passando a disciplina de Matemática de quatro para três tempos semanais.

Essa reformulação traz como novidade as disciplinas eletivas, que foram oferecidas para todos os alunos da 1ª série do Ensino Médio em todas as unidades e, em particular, para os alunos da 2ª série da Unidade Escolar Centro, que já havia experimentado a grade no ano 2000. Ao longo do Ensino Médio o aluno terá que escolher, de acordo com seus interesses, cinco disciplinas eletivas. Os alunos que se inscrevem na disciplina eletiva o fazem por opção.

A disciplina eletiva Tópicos da Matemática com o Uso do Computador abrange conteúdos de Geometria, Estatística, Gráficos e Funções utilizando softwares como recurso pedagógico. Os softwares utilizados são o Cabri Géomètre II para o ensino da Geometria e Excel, Grafmath, Grafith para outros conteúdos matemáticos.

O objetivo geral desta disciplina é explorar e aprofundar conceitos e idéias de maneira mais dinâmica, possibilitando ao aluno criar e realizar investigações. A carga horária é de noventa minutos por semana e acontece no Laboratório de Informática.

Outro aspecto que faz a disciplina eletiva ter um caráter diferente de uma disciplina da grade regular é a possibilidade do professor poder criar e reformular durante o processo. A disciplina é elaborada a partir da proposta descrita na ementa, porém permite uma maior flexibilidade de abordagem sem a obrigatoriedade de todos caminharem juntos, como ocorre com grupos maiores nas disciplinas regulares.

Os alunos dessa pesquisa são Carol(C), Fernando(F), Jonathas (J), Gustavo (G), Michel (M) e Theresa (T) que estão cursando a 2ª série do Ensino Médio. Concentramos a pesquisa nas atividades realizadas com o Cabri Géomètre II. Os alunos envolvidos tiveram em séries anteriores, contato com a Geometria Plana usualmente apresentada nos livros didáticos tradicionais.

Todas as diferentes etapas foram desenvolvidas no laboratório de informática, inclusive os momentos de leitura e registros utilizando lápis e papel. Isso mostra o nosso objetivo em criar um ambiente de aprendizagem onde o aluno não se insere apenas para utilizar o computador.

Para cada aula elaborava-se um grupo de "folhas-tarefa". Uma folha-tarefa reúne um grupo de atividades afins utilizando um determinado software. A idéia é propor conteúdos e situações diversificadas entre si, que não são realizadas apenas no software Cabri Géomètre II. Na dinâmica proposta, o aluno recebe as atividades impressas a serem realizadas, algumas perguntas para responder e espaço para relatórios.

As atividades envolvendo o software Cabri Géomètre II, na disciplina Tópicos da Matemática com o uso do Computador, foram realizadas seguindo uma determinada proposta de trabalho que incluem o desenvolvimento de atividades dispostas em sete folhas-tarefa e dispostas em três blocos: *Atividade Disparadora*, *Grupo de atividades I* e *Grupo de atividades II*.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE DISPARADORA E O PRIMEIRO CONTATO COM O CABRI

No primeiro encontro iniciamos o desenvolvimento da atividade disparadora. Os alunos receberam a folha-tarefa 1 composta de três páginas. A primeira com um texto, "A Matemática e o Caipira", a segunda com questões e espaços para respostas e a terceira contém um segundo texto, "Novamente a Matemática e o Caipira — Agora a Matemática e o

engenheiro, para concluir a atividade. Os textos foram adaptados da Revista do Professor de Matemática (volumes 1 e 2).

Após a leitura do texto "A Matemática e o Caipira", foi proposto aos alunos que modelassem o problema em linguagem matemática e o ilustrassem no papel.

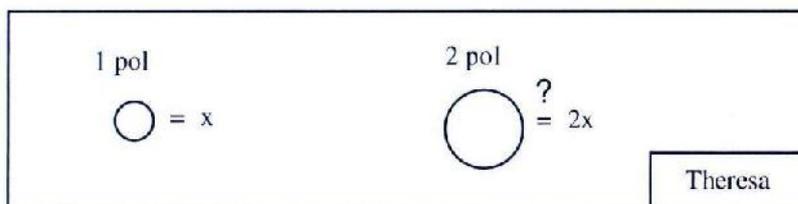
Na redação, Carol, Fernando, Jonathas, Gustavo e Michel, apresentam a formulação do problema dentro do estereótipo do modelo tradicional de ensino evidenciando a incógnita como sendo a área do cano de duas polegadas. Mas apesar disso, os esboços dos alunos apresentam idéias diferentes.

Entretanto, na redação da Theresa encontramos:

"Se colocar um cano de uma polegada de diâmetro, um homem paga x reais para o outro. Estaria certo esse homem colocar um cano de duas polegadas e pagar 2x?"

Esta distingue-se das outras redações por apresentar uma redação mais inserida no contexto do problema. A expressão "estaria certo" evidencia a conjectura criada por ela de verificar se dobrando a medida do diâmetro dobramos ou não a área do círculo. Essa conjectura apareceu no texto no diálogo entre o caipira e o advogado.

O esboço apresentado pela aluna foi o seguinte:



O esboço parece pouco significativo pois não há preocupação em comparar o quanto é maior. Através da medida x , bastante valorizada, pretende verificar se $2x$ está correto ou não.

Após essas etapas da atividade os alunos trocaram as folhas e leram o problema e a ilustração do colega, questionando-se as diferenças e as variações das ilustrações. Encerrados a redação, o esboço e a leitura, foi solicitado aos alunos que explicassem como construiriam o problema usando instrumentos de Desenho Geométrico.

Trabalhamos nessa primeira etapa a primeira das fases definidas por Polya (1995), a compreensão do problema, onde o aluno apresenta a sua

representação acerca do mesmo. Comprovamos que a maneira de compreender e formular o problema é singular de cada aluno e constatamos que nas formulações e esboços de cada aluno existe uma coerência entre as representações e a modelagem do problema proposto.

Somente após a modelagem, a ilustração e a construção geométrica, os alunos foram apresentados ao programa Cabri Géomètre II. Até esse momento não havia contato algum com o software. Foi proposto, então, que o manipulassem livremente, enquanto a professora circulava entre os alunos interrogando e fazendo sugestões com o objetivo de estimular a procura de novos comandos.

Os alunos realizavam suas construções e faziam perguntas a medida que sentiam necessidade em utilizar algum comando ou realizar alguma construção. Na interação dos alunos com o Cabri Géomètre II surgiram obstáculos indicando a impossibilidade de realizar a construção desejada e em muitos momentos fez-se necessário um mediador, a professora ou algum outro colega que já tivesse realizado a descoberta.

Tivemos a preocupação também, durante o desenvolvimento da atividade livre, em explorar o caráter dinâmico do software para que os alunos começassem a perceber o que são os objetos geométricos, nesse primeiro momento de forma intuitiva, conforme podemos perceber no diálogo entre Gustavo e a professora:

P - Olha, você construiu um hexágono. Já experimentou movimentar os vértices?

G - Ainda não.

P - Clica no ponteiro, é o primeiro ícone, e depois tente puxar os vértices com o mouse.

G - Ih, ele mexe!

Gustavo revelou espanto quando percebeu a possibilidade de movimentação da figura. A mudança da perspectiva na construção do papel, estática, para a construção dinâmica provoca no aluno uma mudança de paradigma. A intervenção da professora sinaliza a preocupação de que o aluno compreenda que cada figura geométrica define uma classe de figuras geométricas pela movimentação com o mouse, o objeto geométrico.

Com a Geometria Dinâmica surge um vocabulário próprio que pauta os diálogos sobre as construções como: "puxa o ponto", "clica na reta", "aumenta o triângulo", "mede as áreas e divide". Essa nova forma de

comunicação está intimamente ligada à definição de objeto geométrico e uma forma de expressão que não faz sentido no papel.

Essa dinâmica utilizada na apresentação do software foi a tônica de utilização do Cabri Géomètre II na pesquisa. Acreditamos que seja importante que o aluno aprenda a utilizar o software de acordo com as necessidades propostas na construção necessária ao problema, através de suas próprias descobertas, de seus questionamentos e na troca com os outros alunos e que o domínio do software ocorra progressivamente dessa forma.

Após a atividade livre os alunos construíram o esboço do problema no Cabri Géomètre II. Como a exploração do software não foi direcionada, cada aluno fez suas próprias descobertas e após esse momento resolvemos socializá-las e com isso ampliar o conhecimento dos alunos sobre o software.

A última pergunta feita aos alunos na folha-tarefa da Atividade Disparadora foi “Se o advogado pagava x reais, quanto deveria pagar agora?” e pediu-se para que os alunos justificassem a resposta usando argumentos matemáticos diferentes do esboço e da construção.

Finalizamos a atividade disparadora com a leitura do texto “Novamente a Matemática e o Caipira — Agora a Matemática e o Engenheiro”.

O texto possibilitou a discussão sobre a importância da Geometria em situações cotidianas que, às vezes, podem ser mais complexas que a compreensão de alunos, professores e matemáticos. Questionamos também que a resolução de um problema prático pode envolver domínio de várias áreas de conhecimento.

“A resolução de problema requer muitas vezes a exploração do contexto para além do que surge o enunciado.” (Abrantes, 1996)

Nesse conjunto de atividades trabalhamos a interação do aluno com o software através da investigação. Os alunos levantaram conjecturas e iniciaram a distinção entre figura e objeto geométrico na busca de justificativas para atividade proposta.

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO GRUPO I

Os objetivos nesse grupo de atividades foram promover maior integração do aluno com o software, fornecer o instrumental necessário às construções para a resolução de problemas e trabalhar o conceito de objeto geométrico com os alunos.