

## ENSINO DE MATEMÁTICA EM PARÂMETROS ATUAIS: PLANEJAMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

**Raquel N. M. Brumatti**, brumatti@puc-campinas.edu.br  
PUC-Campinas, Faculdade Matemática  
Câmpus I, Rodovia D;. Pedro I, km 136  
13086-900 Campinas SP

**Júlio Alberto Gazzotto**, gazzoto@horizon.com.br  
PUC-Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica  
Câmpus I, Rodovia D;. Pedro I, km 136  
13086-900 Campinas SP

**Rafael Acerbi Tadiello**, tadiello@directnet.com.br  
PUC-Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica  
Câmpus I, Rodovia D;. Pedro I, km 136  
13086-900 Campinas SP

### RESUMO

*Este estudo é parte de um projeto, desenvolvido na PUC-Campinas, baseado em princípios da metodologia da "projetação", com a finalidade de propor estratégias que propiciem o envolvimento dos alunos com a aprendizagem (aqui representada pela estratégia do trabalho em grupo cooperativo), de repensar e reorganizar conteúdos programáticos, apresentando-os sob formas diferentes das tradicionais ( aqui representadas por algumas atividades específicas), de modo a promover a interação da Matemática e do contexto da Engenharia Elétrica. A expectativa é a de transformar atitudes e concepções do aluno em relação aos processos de ensino e aprendizagem, em particular em relação à Matemática, principalmente daqueles de performance acadêmica inadequada. Pretende-se apresentar detalhes da parte operacional do modelo de ação pedagógica planejado e implementado, acompanhado de comentários dos alunos participantes. Especificamente, divulgamos os indicadores de potencial de trabalho que utilizamos na seleção de integrantes dos grupos de trabalho, exemplos de tarefas diferenciadas e criadas para promover a interação das áreas da matemática e da engenharia elétrica, e critérios de avaliação adotados no processo. Uma síntese da análise das percepções dos alunos e do professor pesquisador indicam um grau de sucesso na planejamento e implementação do projeto a ser compartilhado com os que buscam melhorias em processos de ensino e aprendizagem..*

**Palavras-chave:** "projetação" , trabalho em grupo, interdisciplinaridade, implementação, avaliação.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente defende-se a idéia de que transformações no ensino voltadas à educação têm como objetivos *aumentar o pensamento crítico do indivíduo, bem como capacitá-lo a aprender novos conteúdos por conta própria*, a interagir com pessoas, a coordenar informações e a interpretar de maneira dinâmica a realidade (Brasil,2001; Pires,2000; Oliveira e outros, 1998). Educar deve ir além de desenvolver habilidades específicas no aprendiz, como procedimentos rotineiros e técnicas precisas, objetivos hoje atribuídos à noção de treinamento. *O treinamento habilita o profissional, a educação desenvolve a pessoa* (Mussak, 2003).

Sobre os rumos e perspectivas de novas propostas, Coêlho comenta que assim como não se deve reduzir o ensino universitário ao desenvolvimento de habilidades técnicas e à construção de conhecimento fragmentado, não se deve limitar a educação universitária à *colocação no mercado de trabalho*. *Mesmo que se desejasse, a graduação não tem condições de entregar à sociedade um profissional acabado e de atender a todos os interesses individuais e coletivos....A preparação específica para as várias tarefas ao longo da vida profissional será feita em grande parte pelas empresas*. Antes, espera-se que a graduação os ensine a buscar, a questionar, a conjecturar, a analisar e a sintetizar, *enfim, a superar visões superficiais,...., simplistas..., práticas...* Desta forma, *conceitos, teorias e técnicas devem ser apresentados não como verdades prontas mas com sentido..., cujos limites, pressupostos e implicações devem ser.. pensados...*(Coêlho, 1998, p.1-3).

No caso do ensino de Matemática, os profissionais que se utilizam de conceitos desta área comentam que o conhecimento gerado pelos modelos tradicionais de ensino não atende às necessidades de outras áreas de conhecimento. Em parte, isto acontece porque é a concepção teórica da Matemática que orienta o ensino de seus conceitos, desconsiderando-se a prática e os limites da abordagem teórica na área em que os assuntos são aplicados. Como consequência, há pouca articulação entre as linguagens oral e simbólica usadas para um mesmo assunto em áreas distintas, entre as diferentes abordagens de um mesmo conceitos e pouca adaptação, ao ensino, dos recursos tecnológicos existentes.

O quadro acima tem produzido um sentimento de *mal-estar docente* (Esteve,1992) nos professores, gerado por uma visão de inutilidade de suas ações docentes, e um mal-estar discente, pois em geral o aluno não mais se adapta a uma dinâmica de aula "exposição - exemplos - exercícios de aplicação,...", não se motiva com assuntos que "não têm nada a ver com a minha formação" e se acomoda numa postura contemplativa de aprendizagem.

Há tempos as áreas de Matemática e das Engenharias têm procurado metodologias para alcançar formas de ensino e de aprendizagem no ensino superior sob concepções atuais (Oliveira et al, 1998; Pires, 2000; Cunha, 2000: D'Ambrósio, 2001). Em particular, esta pesquisadora tem dirigido seus esforços para: (1) propor e implementar metodologias de ensino que promovam uma aprendizagem adequada à expectativa do futuro profissional; (2) repensar os conteúdos programáticos das disciplinas a fim de reorganizá-las e (re)integrá-las ao contexto atual da engenharia; (3) propor estratégias que propiciem o envolvimento dos alunos com a aprendizagem.

Neste artigo, apresentamos a parte operacional e uma avaliação, do ponto de vista dos alunos participantes, de uma proposta planejada em parceria direta com alunos de iniciação científica, e indireta com professores da área de engenharia, a qual foi implementada em uma disciplina de Cálculo. Idealizamos um "um modelo alternativo de Educação e Formação em Engenharia" desenvolvido na perspectiva de OLIVEIRA et al (1998) para a metodologia de "projetação", que a entende como um processo que se realiza através de discussões, interações e negociações de valores, inclusive pessoais, em uma equipe determinada a trabalhar conjuntamente a fim de criar objetos, concretos ou não. Aplicada ao ensino e à aprendizagem, as atividades da "projetação" incluem desde uma reflexão sobre a formação ideal de profissionais e o envolvimento de alunos e professores no processo de aprendizagem, passando por uma revisão do papel de ambos em todo o processo, até concluir com a revisão do conteúdo programático das disciplinas e sua reorganização.

Os aspectos do modelo aqui apresentados detalhados são a forma de organização social da sala para trabalhar em grupos cooperativos e algumas das idéias usadas para se idealizar atividades promotoras de interação de áreas de conhecimento e de alunos com a sua própria aprendizagem.

## **2. UMA METODOLOGIA PARA O TRABALHO COOPERATIVO EM GRUPO**

Orientações curriculares citam como positivas as competências para trabalhar em equipe, de modo que o trabalho em grupo tem sido uma prática constante em ambientes de formação profissional, através da qual procura-se promover valores e atitudes sócio-acadêmicas, adequadas ao contexto de atuação, atual ou futuro, do aprendiz (Davidson, 1990; Dees, 1991; Silva Filho e Queirós (1998), Oliveira et al. (1998), Brasil (2001), Pires (2000), Portugal (2001)).

Participar de um trabalho em grupo pode desenvolver sentimentos de satisfação quando o aluno se sente colaborativo ou capaz de exceder seus limites ao desenvolver uma autonomia de aprendizagem em relação à figura do professor (Kutscher;1995; Brumatti e Bianchini, 2003). Além disso, pode favorecer um conhecimento mais amplo em significados e técnicas pois a interação

social pode promover: a *descentração* de idéias cujas construções iniciais foram centradas apenas em objetivos imediatos; a *socialização do eu*, onde as idéias são (re)elaboradas junto ao outro; o *desenvolvimento da lógica*, através de argumentação consistente; um estímulo aos componentes da *rede operacional cognitiva*, responsáveis pelos processos mentais utilizados no entendimento de conceitos (Piaget e Inhelder, 1979).

Porém, como o grupo é um sistema social, as formas de interação estão sujeitas a atitudes motivadoras, comportamentais e cognitivas de parte dos alunos e do professor, as quais podem produzir também efeitos negativos na aprendizagem tais como: passividade e acomodação cognitivas (*investe menos esforço mental, espera pelo mais apto*), dominação cultural (*contribuições rejeitadas pelos de maior "status" acadêmico ou por descrédito no saber do outro*), dispersão ou esforços administrativos inadequados (caminhos mais fáceis de resolução, *atitudes imediatistas*), fragmentação do trabalho (*divisão em trabalho intelectual e braçal*; divisão do todo em partes não reunidas posteriormente), difusão da responsabilidade (*cada um espera pelo trabalho do outro*) (Boruchovitch, 1996).

Brumatti (2001) apresenta um quadro diversificado de atitudes e habilidades de aprendizes ao resolverem exercícios de matemática, o qual sugere que, em certas situações, o estar junto não é garantia de sucesso no aprendizado. A pesquisadora entrevistou, registrou e analisou as falas dos integrantes dos grupos realizando algumas das atividades. Há registros de como opiniões podem desequilibrar idéias iniciais e então contribuir positivamente na reconstrução de um conhecimento mais eficiente. Em outros registros, não se percebem idéias compartilhadas ou coordenação de pontos de vista, apenas concordância quanto aos caminhos escolhidos nas discussões de um problema ou na resposta obtida. Há ainda casos de intensa interação entre os integrantes do grupo, com evidente aumento da autoconfiança e do envolvimento com o trabalho, porém, sem sucesso na coordenação de pontos de vista, na conclusão das tarefas e na (re)construção de um conhecimento mais eficiente.

Entendemos que deve-se orientar o tipo de ação que o aluno venha a realizar na sala de aula, se quisermos maximizar os efeitos positivos das interações sociais. E parece-nos que o tipo de ação realizada pelo aluno está diretamente relacionada a dois fatores importantes: a composição do grupo e o tipo de tarefa proposta ao grupo.

## **2.1 Características particulares do Trabalho em Grupo Cooperativo (T. G. C.)**

As ações de um trabalho em grupo podem ser qualificadas como colaborativas ou cooperativas. Ações colaborativas acontecem quando uma equipe se forma eventualmente e/ou aleatoriamente para desenvolver uma tarefa de forma, quase sempre, segmentada. Trata-se de uma produção válida porém resulta do trabalhar *com* mas não do trabalhar *junto a* alguém (Davidson; 1990; Hagelgans et al., 1995; Valente, 2002).

O modelo aqui apresentado procurou contemplar aspectos citados por pesquisadores como relativos a uma aprendizagem cooperativa. Neste modelo, os aspectos que indicam a realização de um trabalho cooperativo são: tarefas realizadas com frequência, regularmente, em sala de aula; evidência de comunicação entre os elementos do grupo; desenvolvimento de um sentimento de união, de time, no grupo e nos indivíduos, de responsabilidade para com tal time; (re)planejamento e (re) avaliações constantes tanto das tarefas e das ações do grupo ao realizá-las, quanto da estratégia em si, com base em opiniões de todos. O planejamento do modelo previu um trabalho do grupo contínuo ao longo do semestre, regras de funcionamento e de direcionamento das ações estabelecidas por todos os participantes.

## **2.2 Planejamento e Implementação**

### **Composição grupal**

Participaram da pesquisa 127 alunos do 3º semestre no ano de 2002, do curso de Engenharia Elétrica, turmas matutina e noturna. Para formarmos grupos com melhores possibilidades de trabalho produtivo, procuramos primeiro estabelecer categorias do perfil dos alunos. O tempo despendido nesta etapa foi cerca de duas semanas. O controle do tempo nesta fase importa na medida em que pode aumentar a desconfiança dos alunos com relação ao sucesso da estratégia e também pode dificultar o sentimento de equipe que o grupo deve desenvolver.

Neste período o professor pode observar graus de afinidades, graus de desempenho, graus de interesse, graus de possibilidades de participação efetiva na sala de aula. Para isto, recorreremos a dois instrumentos. O primeiro foi composto por atividades matemáticas que necessitavam apenas de conhecimentos básicos, para avaliar níveis de interpretação e de técnicas. O segundo foi um questionário para obtermos dados do perfil do aluno, anteriores ao ingresso na faculdade, e atuais. Segundo observações empíricas desta pesquisadora e da opinião de outros professores do curso, a performance do aluno, no início da faculdade, nas disciplinas de matemática, parece depender de alguns fatores relativos à formação anterior, tais como: tempo sem estudar após a conclusão do ensino médio, se fez curso técnico ou curso médio regular, se a escola do ensino médio era pública ou privada, se fez cursinho ou não, e o período (diurno ou noturno) frequentado no ensino médio. Fatores atuais seriam: se trabalha atualmente ou não, se acha que superou bem as possíveis dificuldades com a matemática nas disciplinas anteriores de Cálculo (aprovado com ou sem exame), quantas horas dispõe para estudos diários.

Apenas 112 alunos responderam ao questionário, e acerca dos dados que se apresentaram mais relevantes para a pesquisa, obtivemos as seguintes informações: 77,49% dos alunos trabalham entre 6 a 8 horas diárias; 67,65% têm formação em nível técnico; 39,36% frequentaram o ensino médio noturno; apenas cerca de 4% concluiu o ensino médio em 1997 ou anteriormente.

As categorias do perfil - muito bom, bom, médio e desejável - indicam nossa expectativa sobre o potencial de atuação dos alunos nas atividades da disciplina, considerando-se que os dados do questionário sobre oportunidades anteriores, limitações, hábitos e motivação podem determinar, provisoriamente, um nível do "status" acadêmico do aluno. Em cada categoria, consideramos as seguintes variáveis de classificação:

\* Muito Bom: aluno que cursou ensino médio regular, no período diurno, possui RA 01<sup>1</sup>, fez um certo período de cursinho ou não, e não trabalha atualmente.

\* Bom: idem "muito bom", porém trabalha atualmente; ou aluno que cursou ensino técnico no período diurno, fez cursinho, possui RA 01, e não trabalha;

\* Médio: aluno com o perfil de "bom" mas que trabalha atualmente ou possui RA mais antigo; aluno com o perfil de "bom" ou "muito bom", mas com ensino médio concluído entre três e cinco anos.

\* Desejável: aluno que cursou um ensino médio público no período noturno, ou supletivo, e trabalha atualmente; aluno com o perfil de "médio" com ensino médio concluído há mais de cinco anos.

Em caso de dúvidas, o perfil era categorizado no nível de potencial superior. Os 14 alunos que não responderam não foram categorizados.

**Tabela 1: Distribuição dos alunos em classes de categorias**

No. de alunos	Período	Turma	Categorias			
			Muito bom	Bom	Médio	Desejável
32	Matutino	única	4	13	11	4
55	Noturno	01	3	11	29	12
25	Noturno	02	3	6	7	9

Pesquisas educacionais (Brumatti e Bianchini, 2003; Kutscher, 1999; Boruchovitch, 1996) sugerem que o grau de participação é mais intenso e produtivo quando os níveis de potencial dos integrantes de cada grupo não são muito diferentes, e que deve-se limitar o número de elementos para facilitar a comunicação, a funcionalidade do grupo. Assim, os alunos foram distribuídos em grupos constituídos por, no máximo quatro alunos de potencial muito bom e bom, bom e médio, médio e médio, desejável e médio. E, por serem alunos que já se conheciam, procurou-se privilegiar ao menos um dos companheiros citados no questionário para compor o grupo.

### **A dinâmica em sala de aula e sua avaliação**

<sup>1</sup> RA – Registro Acadêmico com início 01 indica que o aluno ingressou na Universidade no ano de 2001.

A diferença entre as ações das atividades realizadas pelos grupos e as realizadas no ensino tradicional é que, nas últimas, o professor é o protagonista único dos primeiros passos no ensino: motivação e apresentação formal do conceito. Ao aluno compete repetir estes passos nos exercícios. Já nas atividades de aprendizagem em grupo, espera-se que os alunos interpretem situações, decidam técnicas e procedimentos, criem uma compreensão particular do conceito e apresentem uma síntese desta, podendo, neste estágio, recorrer a um livro texto que sustente as discussões. Ao professor cabe mediar conflitos, reunir idéias apresentadas e, num último momento, formalizá-las.

Os grupos trabalhavam por um período de 100 minutos. A orientação da professora ressaltava a importância da participação conjunta, dos esforços de todo o grupo na realização de cada etapa da tarefa, da autonomia do grupo e procurou desestimular o trabalho individualizado. Só era dado um tipo de resposta ou orientação ao grupo quando a dúvida era de todos. A ajuda era fornecida em termos de explicações ou sugestões de pesquisa na teoria e não em termos de dar a resposta correta. Depois de feita a atividade, os alunos entregavam uma cópia dos resultados obtidos pelo grupo para comentários coletivos.

A professora esteve atenta para que as discussões do grupo não se dispersassem de seus objetivos e para que os alunos otimizassem o tempo em sala de aula. Para isso, elaborou fichas de registro, para cada membro do grupo, dos seguintes itens: presença (atrasos, saídas eventuais), interesse na atividade (material para consulta, atenção à discussão); colaboração no grupo (pergunta, responde, pesquisa, redige) e autonomia do grupo, em relação à ajuda da professora. Os alunos tomaram conhecimento das regras na primeira semana de aula e as receberam por escrito na realização da primeira atividade; as fichas estavam à disposição para consultas.

Estes critérios foram colocados para minimizar a *"ética" da aparência, dos interesses, dos valores e conveniências dos indivíduos*, competência do ensino de graduação na concepção de Coêlho (1998). E embora certos critérios possam parecer *uma forma sofisticada de vigilância*, a intenção é induzi-los a ter posturas cooperativas no trabalho e estimulá-los a refletir, questionar, planejar, ensinar, estudar e aprender (Hargreaves et al, 2001, p.59-60).

O desempenho do aluno no T.G.C. representou 30% da avaliação geral. Foram avisados de que: não haveria substituição das mesmas, em caso de ausência e que a ênfase na avaliação do grupo seria no envolvimento com a execução das atividades e não na habilidade com o conteúdo matemático ou na apresentação de resultados finais. De início considerou-se que o grau atribuído ao grupo, em cada atividade, seria a média dos graus de todos os integrantes, presentes ou ausentes. Mas, ao longo do processo, como muitos alunos se ausentavam por motivos de trabalho, e a pedido deles, reconsideramos este critério, e passamos a atribuir ao grupo a média das notas de todos os integrantes participantes naquela atividade. A avaliação dos ausentes foi mantida em 0%.

### **3. ATIVIDADES REALIZADAS NO T.G.C.**

#### **3.1. Uma concepção de atividade em processos de aprendizagem**

No vocabulário usual dos professores aparecem os termos "tarefa" e "atividade". Na distinção entre esses termos Ponte diz: (...) *a atividade tem um sentido muito mais amplo e pode incluir a execução de numerosas tarefas. Mais importante, a atividade, que pode ser física ou mental, diz respeito ao aluno, referindo-se àquilo que ele (o aluno) faz num determinado contexto. A tarefa representa apenas o objetivo de cada das ações em que a atividade se desdobra e é algo basicamente exterior ao aluno (...)*.(apud Mendes, 1995, p.36)

Para nós, as tarefas devem suscitar curiosidade, interesse e algum espírito de aventura para se buscar respostas. A atividade diz mais respeito ao trabalho, às ações que o aluno desenvolve ao executar uma tarefa e depende de seu modo de estar envolvido e do próprio ambiente de aprendizagem. Tarefas sem lógica, descontextualizadas geram, quase sempre, atividades desmotivadas. E embora uma tarefa possa ter potencialidades, às vezes é necessário mudar os hábitos de uma classe de alunos para criar um ambiente em que se realizem, de fato, atividades.

#### **3.1. Planejamento de atividades, criação de tarefas**

Ao planejarmos as atividades, focalizamos dois dos atuais desafios educacionais: *apresentar conceitos de matemática de uma forma mais interessante,...; ..., útil; e atual,...*(D'Ambrósio,

2001) e direcionar os esforços do grupo para alcançar uma visão própria dos conceitos e assim, obter uma certa autonomia de aprendizagem.

As tarefas foram criadas, quase todas, baseadas nos estudos e resultados das reuniões da equipe de pesquisa, composta pela pesquisadora/professora da disciplina de Séries e Equações Diferenciais, dois alunos do curso de Engenharia Elétrica, bolsistas de iniciação científica, e um professor colaborador da área da Engenharia Elétrica. Um dos objetivos do grupo era pesquisar para criar exercícios que integrassem conteúdos da Matemática e da Engenharia Elétrica, pouco presentes nos livros didáticos convencionais. Nem todos foram utilizados nesta experiência.

A proposta de algumas das tarefas era promover discussões iniciais com base em conhecimentos intuitivos, seguidas de discussões coletivas a fim de se organizar as idéias geradas pelos grupos e, só depois, o conceito era formalizado (anexo 1). Outras foram planejadas para se utilizar recursos computacionais, como nas aplicações das Séries de Fourier no estudo de sinais analógicos. Às vezes, os exercícios propostos eram semelhantes aos do tipo convencional, com o objetivo de trabalhar características particulares de um conceito em estudo e desenvolver habilidades técnicas (anexo 3). Na apresentação dos resultados, o grupo deveria incluir explicações ou justificativas redigidas informalmente, para desenvolver a comunicação escrita e a lógica.

Nossa preocupação era que as tarefas estivessem claramente redigidas, para evitar que os alunos despendessem tempo por causa de uma interpretação errada, uma vez que, de fato, os alunos despendem grande tempo nas discussões.

#### **4. AVALIAÇÃO: O PONTO DE VISTA DOS ALUNOS**

Cerca de um mês antes do final do semestre, 82 alunos deram suas opiniões sobre a proposta. Devemos considerar que cerca de 20% dos alunos desistiram da disciplina por motivos que não investigamos. A análise, qualitativa, das respostas do questionário foi feita em colaboração com um dos alunos da equipe de pesquisa. Nossas interpretações, portanto, não são justificadas por dados numéricos mas, antes, são reflexões a partir de nossos pressupostos.

**I. Qual foi a sua expectativa quando apresentei a proposta de trabalho em grupo cooperativo na sala de aula? Achava que daria certo ou não, ou era indiferente? Justifique.**

Nesta questão, encontramos uma diversidade nas expectativas de alunos sobre as conseqüências da proposta. A maioria (cerca de 90%) acreditou que a experiência daria certo, e, quanto ao tipo de benefício que a proposta traria, afirmam que: aproveitariam pois possuem um tempo curto para "fazer exercícios" devido ao trabalho; outros por não terem tido uma formação em matemática básica adequada no ensino básico e poderiam aprender com o outro; outros porque a avaliação aliviaria a tensão nas provas.

Entre os que achavam que não daria certo, havia como justificativa a desconfiança com respeito a pessoas que não fazem nada e que iriam na "cola dos outros", havia preocupação com relação às diferenças de nível de conhecimento dentro do grupo, e alguns poucos não citaram motivos. Percebemos que, em parte, estas opiniões contrárias ao possível sucesso foram geradas pela regra inicial de que a ausência no dia da atividade seria considerada na média final ao grupo e pelo sentimento de insegurança com relação a auto-aprendizagem.

Alunos que mostraram-se interessados ou que mudaram de opinião pela nova proposta de ensino, e sentiram segurança por parte do professor na metodologia, expressavam-se assim:

\* "...proposta muito boa, pois com isso podemos perceber onde estão nossas dificuldades, e assim, mais rapidamente, saná-las...";

\* "...achava que iria dar errada,...mas vi que foi ao contrário.";

\* "...método interessante e inovador,...serve como pesquisa, uma "aula estudo", porém a explicação do professor é fundamental."

As opiniões desfavoráveis à proposta são mostradas em frases como as seguintes:

\* "...[é um] pouco difícil fazer acontecer [o trabalho integrado], nem é sempre possível que o grupo esteja completo...os critérios devem ser mais flexíveis, e não haver punição se acaso um integrante faltar.";

\* "...há detalhes que fazem o projeto naufragar como as visitas insuficientes ao grupo..."

2. As regras definidas em nossa proposta incluem, da parte dos alunos:

- atitudes de cooperação com o seu grupo - atitudes de interesse pela disciplina

Cite algumas atitudes que você classificaria como cooperativas. E cite atitudes que você classificaria como de interesse.

3. Com relação às atitudes citadas por você, quais delas você tem tido dificuldades em desenvolver? Quais as razões de tais dificuldades?

Para a maioria dos alunos, cooperar é um aluno ensinar ao outro que possui mais dificuldade e esperar que todos terminem um exercício para passar ao próximo, ajudar um ao outro na resolução. E quanto ao interesse, a maioria acredita que seja pesquisar em materiais diversos, estudar em casa, e sempre tentar interagir com o professor quando houver maiores dúvidas. E citam como desestímulo aos níveis de interesse e de cooperação os seguintes: pouca interação com o professor, pois "não havia tempo para tirar dúvidas de todos os grupos"; "falta de tempo para estar a par da matéria devido ao trabalho"; não entender bem a matéria por falta de conhecimento básico, principalmente comentada por aqueles que fizeram ensino técnico.

A necessidade da presença constante do professor pode ser entendida como dificuldade para um aluno aceitar ou alcançar um certo grau de autonomia na aprendizagem eles. Aparentemente, autonomia requer exposição pessoal e este é um ponto a ser reforçado para que os alunos percebam que, "o aluno que não sabe ou tem dificuldade em entender, quando pergunta, ajuda quem sabe pois este deve organizar o pensamento para poder explicar e convencer - esta é a ajuda importante que ele dá ao conhecimento dele próprio e do outro porque às vezes pensamos que sabemos algo e só percebemos nossas dificuldades ou falhas quando temos que expor nossas idéias" (comentários do bolsista colaborador).

4. Como tem sido o trabalho realizado por seu grupo?

- todos prestam atenção ao problema em discussão? - todos colaboram com idéias na mesma proporção?

- o(s) que "sabe(m) mais" costuma(m) ouvir os outros? - o(s) que "sabe(m) menos" costuma(m) perguntar?

Acrescente o que quiser como observador crítico do trabalho do seu grupo.

Todos os grupos, sem exceção, afirmaram trabalhar bem, "estamos ótimos", "os que sabem mais ouvindo, e os que sabem menos perguntando". Mesmo aqueles que poderiam ter restrições a este tipo de organização do trabalho.

Acreditamos que, por se tratar de novidade, eles não sabem como avaliar o desempenho geral do grupo, e como houve poucas oportunidades de atividades plenárias, eles não tinham como comparar o trabalho realizado em relação aos outros. Como houve muita resistência à exposição de idéias diante da sala de aula, a professora resolveu limitar esta influência no ambiente. Entendemos esta atitude como um reflexo do ensino tradicional, que avalia produtos finais corretos e não o desenvolvimento das idéias. Reconhecemos que este é um dos pontos da proposta que deve ser revisto em implementações futuras pois contempla um aspecto na formação necessário à futura atuação profissional.

Um reflexo desta dificuldade foi observado pelo professor como ausência de desembaraço, de confiança para. Os alunos diziam ficar muito constrangidos, e que não queriam "errar" em público.

Indicações da opinião do trabalho realizado pelo grupo:

\* "...o trabalho tem sido bom, mas há pessoas individualistas...";

\* "...todos se mostram prestativos e expõe suas idéias para outros opinarem...";

\* "...os que tem mais facilidade estão procurando ajudar...";

\* "...o trabalho está bem harmônico, e todos do grupo possuem o mesmo nível de conhecimento na matéria...";

\* "...o nosso grupo sabe trabalhar, porque um ajuda ao outro."

5. Faça pequenos comentários e apresente sugestões de modificação, caso ache necessário repensar, sobre

- o critério de escolha dos membros do grupo

- a avaliação do trabalho em grupo

- o tipo de atividades realizadas pelo grupo (leituras de textos do livro, questões que antecedem um assunto, exercícios práticos, resolução de problemas, etc)

As opiniões sobre a formação dos grupos ficou assim dividida: cerca de 60% acham que os próprios alunos devem escolher seus pares; 30% acham que está tudo bem e apenas 10% acham que cada grupo deve ter "uma pessoa que saiba mais". Os resultados nos parecem em parte

contraditórios pois o questionário usado na formação dos grupos incluiu uma pergunta sobre as preferências sobre parceiros e a grande maioria (cerca de 98%) diz que aceitaria trabalhar com qualquer um.. Além disso, quase todos (cerca de 95%) trabalharam com algum dos parceiros sugeridos no questionário. Quanto à avaliação, a principal preocupação foi com o item que definia decréscimo na avaliação do dia por causa da ausência de um integrante do grupo ou por alguém não querer participar das atividades. Apareceu também a expectativa de que " errar uma vírgula abaixa muito a nota", e de que o professor poderia não usar os critérios de avaliação propostos.

Pareceu-nos que os alunos eles não estavam convencidos que o professor respeitaria os critérios propostos tanto para a formação dos grupos quanto para avaliação de atitudes no processo de aprendizagem. Aparentemente eles não percebem a importância de se estar atento e participar das regras que regem um trabalho. Em conversas informais, no final do semestre, alguns alunos disseram que lhes pareceu fácil tirar nota com tais critérios mas isto se tornou falso à medida que eles entenderam que precisavam de fato mostrarem-se empenhados, envolvidos

#### 6. Hoje qual a sua opinião sobre o trabalho em grupos cooperativos na sala de aula?

As respostas a esta questão foram muito positivas. Açam gratificante ter um tempo para resolver um exercício em sala e gostam do fato de poder compartilhar conhecimentos, de tirar dúvidas, de estudar mais com os integrantes de seu grupo. Vários dizem que serem "obrigados a fazer" dá resultados positivos pois "não há como copiar e ir embora". Açam, entretanto, que as discussões geram muito mais dúvidas que o normal.

Para nós as opiniões sugerem resultados positivos da estratégia. Sugerem que os alunos estão aprendendo a pensar sozinhos em soluções para uma tarefa.. "Estes são dados que indicam que eles estão deixando de serem passivos, isto é, só fazem do jeito que o professor expõe. De fato é uma aprendizagem importante aprender com o outro, a partir dos textos, desenvolver a auto-aprendizagem" (análise do aluno colaborador). E é de fato esperado que este jeito de aprender gere mais dúvidas que o normal. Parece-nos, a partir dos comentários e de registros feitos pelo professor, que estes alunos começaram a encontrar no trabalho em grupo cooperativo um ambiente para desenvolver seu potencial de aprendizagem e, embora não se sentissem à vontade para se expressar diante de toda a sala de aula, nos grupos desenvolveram um alto grau de parceria.

Trechos de algumas das respostas:

- \* "...o trabalho em grupo nos ajuda a pensar mais e a resolver as coisas "sozinho";
- \* "...[foram] as atividades .... que ensinou (*sic*) a pesquisar em livros e a achar saídas através do entendimento do texto";
- \* "...assim podemos compartilhar nossos conhecimentos e ver de que maneira os outros pensam";
- \* "...gostei da possibilidade de tirarmos dúvidas com os próprios colegas, num clima mais descontraído".

#### 7. Alguns grupos deverão ser reorganizados. Gostaria de sugerir nomes para compor um novo grupo? Prefere não fazer parte de um grupo porque motivos de ordem pessoal o impedem de participar ativamente, cooperativamente nas atividades do grupo?

Todos os alunos disseram que os grupos não deveriam ser mudados. O que de início pensamos tratar-se de um sentimento de comodismo, por não querer recomeçar o processo com outros, caracterizou-se mais como um sentimento de união sendo firmado entre os integrantes.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentamos detalhes do planejamento, implementação e avaliação de uma proposta pedagógica baseada em uma concepção para Trabalho em Grupos Cooperativos (T.G.C.), aplicada em uma disciplina de Cálculo para Engenharia Elétrica. Procuramos ir além de sugestões e considerações teóricas.

Na perspectiva adotada para T.G.C., a dinâmica das atividades realizadas pelo grupo do pode favorecer aspectos sociais e cognitivos que aprimoram a formação do aluno como futuro profissional. Os aspectos detalhados incluem desde a formação do grupo até o sistema de recompensas adotados para avaliar as ações do grupo, e foram idealizados para maximizar os efeitos positivos do T.G.C. e minimizar as desvantagens.

O planejamento da formação iniciou-se com uma seleção prévia dos parceiros para evitar as desvantagens como diferenças de status acadêmico, reações naturais pessoais de não-colaboração (a não-divisão de conhecimento, excesso de exibição ou de insegurança), a rejeição de contribuições. Na dinâmica em sala, as orientações procuraram estimular o trabalho conjunto,



simultâneo, para evitar a difusão de responsabilidade, cuja consequência negativa seria um pequeno investimento de esforços pessoais.

A estrutura de recompensa do T.G.C. é outro aspecto da proposta discutido pois pode favorecer ou não a motivação do grupo para verificar se todos aprenderam o conteúdo e para valorizar o envolvimento, a participação ativa. Considerando-se a necessidade dos alunos em perceber a aplicação dos conteúdos de matemática na sua área de formação, foram idealizadas algumas tarefas contemplando tópicos de interação de áreas.

A avaliação do ponto de vista dos alunos participantes sugere que a proposta alcançou muitos de seus objetivos relativos aos processos de ensino e de aprendizagem, embora apareçam sugestões para aprimoramento da proposta.

Nossa expectativa é que este trabalho possa contribuir com idéias em outros contextos acadêmicos, visto que os problemas relativos a processos de formação existem sempre. Entendemos que cabe, e arte, aos professores assumirem a sua responsabilidade de realizar transformações nos ambientes, quando necessário. É um trabalho árduo pois deve tentar articular os objetivos educacionais do sistema, as circunstâncias contextuais e a possibilidades de aprendizagem de seus alunos. Mas como opina Onuchic: *Investir na qualidade de ensino é o que mais importa. E acrescenta: A preparação do professor tem um efeito direto na realização dos alunos, pois ninguém despense tanto tempo ou tem tanta influência sobre os alunos quanto os próprios professores.*"

(Onuchic, 1999, p.211).

## BIBLIOGRAFIA

- Avaliação em sala de aula. Em: HARGREAVES, EARL, MOORE, MANNING. **Aprendendo a mudar: o ensino para além dos conteúdos da padronização**. Artmed Editora, p. 55-82. 2001
- BORUCHOVITCH, E. Trabalhos em Grupos: efeitos positivos e negativos para a aprendizagem. In: **Tecnologia Educacional**, v.24 (128)., p. 31-33. Jan/Fev 1996.
- BRASIL, **Conselho Nacional de Educação**. Parecer N.º: CNE/CP 9/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 8 de maio de 2001.
- BRUMATTI, R. N. M.e BIANCHINI, D. Um Caso de "Projeção": A Aprendizagem Cooperativa no Ensino de Matemática para Engenharia. In: **Revista de Educação PUC-Campinas**. Campinas, n.12, p. 127-134, junho de 2002.
- COELHO, I. C. Graduação: Rumos e Perspectivas. In: **Revista Avaliação**. Campinas: Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior - RAIES, v.3, n.3, set 1998.
- CUNHA, F. M. Concepções para um modelo de ensino/aprendizagem na formação do engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2000, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ABENGE,2000.
- D'AMBRÓSIO, U. Desafios da Educação Matemática no novo milênio. **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, n.11, p. 14-17, 2001.
- DAVIDSON, N. **Small-Group Cooperative in Mathematics**. In: Teaching and Learning Mathematics in the 1990s. Series: Yearbook of NCTM. Reston, Va.: The Council, 1990. p.52-61.
- DEES. R. L. **The Role of Cooperative Learning in Increasing Problem-Solving Ability in a College Remedial Course**. Journal for Research in Mathematics Education. USA: National Council of Teachers of Mathematics, v. 22(5), nov, p 409-421. 1991
- ESTEVE, J. M. Mudanças sociais e função docente. In: NÓVOA, A. (org.) **Profissão Professor**. Porto - Portugal, 1992, p. 93 – 124.
- HAGELGANS, N. L.; REYNOLDS, B. E.; SCHWINGENDORF, K. E.; VIDAKOVIC, D.; DUBINSKY, E.; SHAHIN, M.; WIMBISH JR., G. J. A Practical Guide to Cooperative Learning in Collegiate Mathematics. In: BUSHAW, D. (Ed.). **MAA Notes**, Washington: MAA, 1995, n. 37, 176 p.
- KUTSCHER, B. Learning mathematics in heterogeneous as opposed to homogeneous classes: Attitudes of students of high, intermediate and low mathematical competence. In: CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATEHMATICS EDUCATION, 23<sup>th</sup>, 1999, Haifa. **Proceedings**. Haifa, Israel: PME, 1999, v.3, p.169-176.

- MENDES, E. J.. A propósito de Actividade. In: **Educação e Matemática**. Portugal: ?, n.61, p. 36-39, Janeiro/Fevereiro de 2001.
- MUSSAK, E. Treinamento não é educação Em: **Revista Você S.A.**, edição 57, 2003
- OLIVEIRA, V.F.; BORGES, M.M.; NAVEIRO, R.M. Projetação na Engenharia: Ensino e Aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 26, 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ABENGE, 1998, v.5, p.2061-2073.
- ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas In: BICUDO, M.V (org.). **Pesquisa em Educação Matemática : Concepções e Perspectiva**. São Paulo: Unesp, p.199-218, 1999.
- PIAGET, J. e INHELDER, B.. **A Psicologia da Criança – do nascimento à adolescência**. Lisboa: Moraes Editores. Portugal, 176 p., 1979.
- PIRES, C.M.C. Novos desafios para os cursos de Licenciatura em Matemática. In: **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, ano 7, no. 8, p. 10-15, junho de 2000.
- PORTUGAL, Associação de Professores de Matemática. Práticas Profissionais - A dinâmica de grupo e práticas colaborativas. In: ABRANTES, P. (coord.) **Matemática 2001 - Diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática**.. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 2001, p.52-59.
- VALENTE, J.A. Individualismo e Coletividade - Recursos Didáticos. **Debate**. XVI Encontro Regional de Professores de Matemática. LEM-IMECC-UNICAMP. 2002.

## **TEACHING MATHEMATICS IN ACTUAL PARAMETERS: PLANNING, IMPLEMENTATION AND EVALUATION**

### **ABSTRACT**

This study is part of a project developed at PUC-Campinas, based on principles of the “projection” methodology. It has the purpose of proposing strategies that promote the involvement of students in the learning process (here represented by the strategy of cooperative group work) and to rethink and reorganize program contents to present them in ways that differ from the traditional (here represented by some specific activities) in order to promote interaction between the areas of Mathematics and Engineering. The expectation is to be able to transform attitudes and conceptions of students in relation to processes of teaching/learning, principally in relation to learning mathematics by students who exhibit poor academic performance. Analysis of the student participants and of the research professor indicates a degree of success in the planning and implementation of the project. But, since the contextual ambient of the learning process directly influences pedagogical actions, we present the principal variables considered in the planning of this experience of methodological action in higher learning with the hope that outside observers may also be able to contribute to its perfection.

**Key words:** “projection”, Group work, interdisciplinarity, implementation, evaluation.

## ANEXO 1

### Atividade para Grupos nº 1

Profa. Responsável: Raquel Brumatti

**Orientação:** Vocês dispõem de 45 minutos para discutir as possíveis soluções desta atividade. Após este tempo, alguns grupos serão escolhidos para apresentar seus resultados. Espera-se que seja um trabalho independente e integrado do grupo. Prefere-se um exercício "bem resolvido" por todos a vários exercícios resolvidos apenas por um ou outro integrante do grupo.

**Assunto em discussão:**

**Data:**

Dado o conjunto numérico  $A = \{1, -2, 4, -8, 16, -32, 64, \dots\}$ , responda às questões:

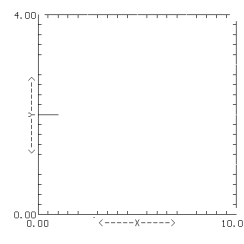
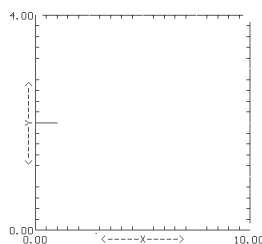
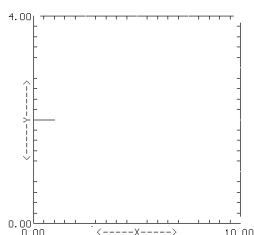
- 1) Existe alguma relação de ordem entre os elementos do conjunto? Existe alguma lei de formação para os elementos do conjunto? Caso não, justifique. Caso sim, descreva-a em palavras ou por uma expressão matemática.
- 2) Reticências indicam que os elementos continuam aparecendo indefinidamente. Vocês podem prever um "fim" para o qual estes elementos tendem ou se aproximam? Justifiquem a conclusão.
- 3) Criem uma representação gráfica para os elementos do conjunto dado, isto é, uma representação usando figuras geométricas como retas, pontos, etc., mas que preservem algumas características como a ordem de apresentação dos elementos, seus valores, etc.

Responda as mesmas questões considerando agora cada conjunto abaixo. A questão (3) não se aplica aos conjuntos D e E.

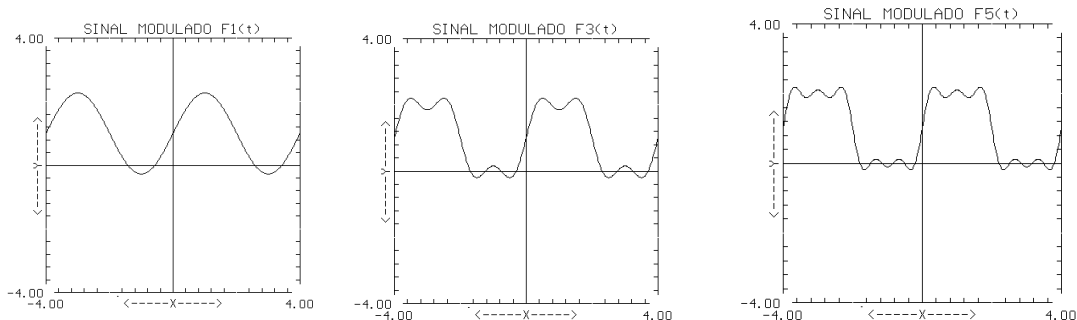
$$B = \left\{ \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \dots \right\}$$

$$C = \{a; 27; -15; 3,5; 1/120; \sqrt{\pi}; a+5; \dots\}$$

Conjunto D:



Conjunto E:



ANEXO 2

Atividade para Grupos nº 2

Profa. Responsável: Raquel Brumatti

**Orientação:** Vocês dispõem de 45 minutos para propor possíveis soluções para esta tarefa. Após este tempo, alguns grupos serão escolhidos para apresentar seus resultados. Espera-se que seja um trabalho independente e integrado do grupo. Prefere-se um exercício "bem resolvido" por todos os integrantes do grupo a vários exercícios resolvidos apenas por um ou outro integrante do grupo.

Assunto em discussão:

Data:

1) Dois atletas disputaram 10 provas de percurso em 10 etapas consecutivas. Os tempos de cada etapa são os mesmos e a tabela a seguir mostra as distâncias, em km, percorrida por cada um deles nas 4 etapas iniciais. Complete as colunas da tabela parcial:

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Atleta A	1/2	1/4	1/8	1/16		
Atleta B	1/2	2!/ 2(3!)	3!/ 3(4!)	4!/4(5!)		

- a) qual a distância individual percorrida até a etapa 3?
- b) qual atleta estava à frente na etapa 6?
- c) se a vitória foi dada ao atleta que percorreu maior percurso, qual o atleta vencedor?

2) Sinais são gerados e podem transmitir informações quando forças externas ou pulsos periódicos agem sobre um sistema físico composto por uma fonte (origem dos sinais), um destinatário (o receptor) e um meio adequado de propagação. Muitos sinais periódicos são compostos pela sobreposição de sinais mais simples chamados "harmônicas", isto é, são o resultado de uma soma de termos de uma certa sequência de tais sinais. Por exemplo, as harmônicas de um certo sinal formam a sequência de funções definidas a seguir :

$$f_1(t) = 1, \quad f_n(t) = \frac{4}{n\pi} \text{sen}(n\pi t / 2), \text{ para } n \text{ ímpar.}$$

- a) Seja  $F_i(t)$ , o sinal composto pelos termos  $f_n$ , onde  $n \leq i$  e  $n$  ímpar. Escreva a expressão de  $F_1(t)$ , de  $F_3(t)$  e de  $F_5(t)$ .
- b) Abaixo representamos graficamente  $F_0, F_1, F_3, F_5$ . Vocês podem prever como será o gráfico de  $F_9(t)$ ? Descreva com palavras como deverá ser o gráfico de  $F_n(t)$ .

