



Metodologias Alternativas e suas Vicissitudes: ensino de matemática para engenharias

Alternative Methodologies and its Vicissitudes: teaching of mathematics for engineering

Tânia Cristina Baptista Cabral¹

Resumo

Baseando-se em pesquisas publicadas e em documentos oficiais, tanto os produzidos pelo MEC quanto projetos pedagógicos, que sugerem diretrizes para formação de profissionais no ensino superior, este artigo descreve o estado da arte na tentativa de produzir mudanças no ensino tradicional vigente (ETV) que domina os currículos e as práticas pedagógicas das disciplinas de matemática para a área das Ciências Exatas e Tecnológicas (CET). O artigo resume e discute quatro metodologias alternativas ao ETV na áreas das CET, a saber, Resolução de Problemas, Modelação Matemática, Assimilação Solidária e Aprendizagem Baseada em Projetos, e sublinha condições necessárias para que essas alternativas superem as resistências produzidas pela naturalização do ETV.

Palavras-chave: Metodologias no Ensino Superior. Metodologias Alternativas. Ensino de Matemática para Engenharias.

Abstract

Based on published research and on official documents suggesting guidelines for training professionals in higher education, this article describes the State of the art in attempts to produce changes in the existing traditional teaching (ETV) that determines curricula and pedagogical practices of mathematics courses for exact sciences and technology (CET). The article summarizes and discusses four alternative methodologies to ETV in the CET area, Problem-Solving, Mathematical Modelling, Solidarity Assimilation Group and Project Based Learning, and underlines conditions under which these methodologies can overcome the resistance that ETV naturally offers them.

Keywords: Methodologies in Higher Education. Alternative Methodologies. Teaching of Mathematics for Engineering.

Introdução

¹ Doutorado em Educação, USP. Departamento de Matemática, PUCRS, Porto Alegre, RS, Brasil. Rua Pedras Brancas, 80, Centro, Guaíba, RS, Brasil. E-mail: tania.c.b.cabral@terra.com.br

No ensino superior, há disciplinas que têm, ao longo das últimas décadas, acumulado altíssimos registros de índices de abandono e reprovações. A exemplo, as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, constituintes da essência do pensamento matemático avançado, em geral agrupadas nos primeiros níveis dos currículos das Ciências Exatas e Tecnológicas (CET), estão entre as mais responsabilizadas pelo elevado número de reprovações e evasões. Encontrar ou desenvolver novas maneiras de trabalhar com essas disciplinas, para que a aprendizagem dos conteúdos venha ao encontro das necessidades da formação de novos profissionais que possam ser absorvidos pelo mercado de trabalho para o qual estão sendo preparados, visado o desenvolvimento científico e tecnológico, tem sido um dos maiores desafios para professores que são pesquisadores em Educação Matemática e para os que buscam trabalhar como pesquisadores de áreas afins.

Para enfrentar essa situação e outras tantas dificuldades relacionadas com ensino de conteúdos de matemática em nível universitário é preciso entender como se caracteriza o ensino tradicional vigente (ETV) e o que deve, portanto, ser modificado ou mesmo abandonado para que novas proposições possam ser levadas a cabo. Nesse sentido, para que haja uma superação do ETV, impõe-se ao pesquisador o momento de refletir sobre os efeitos produzidos por sua prática de sala de aula e pelas orientações que definem o sistema de ensino superior no que tange as características dos profissionais que se quer formar. Impõe-se que seja indagado: *Por que o consenso em torno da ideia que a sala de aula, na forma como tradicionalmente se apresenta, é o certo e qualquer modificação seja considerada uma perturbação ao sistema?*

Nesse artigo, são apresentadas reflexões sobre metodologias de ensino e aprendizagem de matemática e a relação com as diretrizes para cursos superiores na área das CET. Particularmente, a sala de aula da autora onde ocorre o ensino de cálculo, sua vivência ao longo de anos tentando fazer funcionar uma metodologia alternativa, é a referência para as considerações sobre o tema. Entretanto, para iniciar uma conversa sobre a matéria é necessário delinear como está o *estado da arte*, isto é, mostrar resultados de parte da produção acadêmica acerca das dificuldades emergentes nos processos de ensino e aprendizagem de disciplinas como o Cálculo dirigido para cursos da área das Ciências Exatas e Tecnológicas.

O Estado da Arte

Atentando que a conversação que começa a ser estabelecida é restrita a uma disciplina e a um campo de trabalho e pesquisa, que se está longe de pretender esgotar ou concluir qualquer diálogo que possa ser motivado por não se tratar de uma tese ou dissertação, ao se lançar um rápido olhar sobre a produção acadêmica nas áreas de Educação Matemática e de Ensino de Engenharia, evidencia-se que, de certo modo, experiências têm sido realizadas tentando dar conta das dificuldades de aprendizagem que aparecem no ensino do Cálculo Diferencial e Integral, principalmente aquelas enfrentadas pelos alunos calouros. O primeiro contato dos alunos com o cálculo ocorre quando, no primeiro semestre dos cursos, eles são introduzidos às definições de limites, derivadas e até mesmo de continuidade, assuntos presentes nos textos adotados² nas instituições de ensino superior (CABRAL e CATAPANI, 2003; CATAPANI, 2001; CABRAL, 1992; AMORIM e REIS, 2013). Considerando que a passagem do ensino básico para o ensino superior exige novas maneiras de pensar, pode-se dizer que se trata de uma quebra de paradigmas, impactando o modo como o aluno lida com o conhecimento, exigindo-lhe uma modificação de sua atitude; o que comumente não ocorre.

Há muito tempo professores que são também pesquisadores, congregados em reuniões científicas ou integrando fóruns e grupos de pesquisa permanentes voltados para o ensino superior³, analisam situações que possam elucidar os problemas que cercam e, de maneira sistemática, impedem a realização de trabalho eficaz de ensino e aprendizado nesse nível de formação do aluno. Da produção alcançada pelo Grupo de Trabalho de Educação Matemática no Ensino Superior (GT 044) podem ser destacadas quatro

² Os livros comumente adotados nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Cálculo Integral são textos norte-americanos traduzidos como os de Howard Anton, James Stewart e George Thomas. Não obstante serem estes os livros mais indicados, outros, como os produzidos por Débora Hughes-Hallet ou pelos brasileiros Geraldo Ávila e Diva Flemming, são indicados para consulta dos alunos.

³ Instituições como a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC), a International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) e o International Group for Psychology of Mathematics Education (IGPME) têm dirigido atenções especiais para os problemas relatados acerca da formação do profissional da era digital, além de outros problemas enfrentados no ensino de matemática na formação do professor e no ensino básico.

⁴ Grupo de Trabalho criado em 2000 durante o I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Pesquisadores de diversas IES associados a esse GT reúnem-se durante a realização

Perspectivas da Educação Matemática – UFMS – v. 8, n. 17 – 2015

questões, entre outras, consideradas constitutivas da base sobre ensino da matemática. São elas: “Qual o papel da Matemática no Ensino Superior? Como o aluno se relaciona com a Matemática formal? Como abordar tal Matemática? Que estratégias o aluno utiliza para aprender Matemática?” (FROTA e NASSER, 2009, p.7).

Essas indagações têm orientado trabalhos cujas reflexões contribuem para idealizar propostas pedagógicas e didáticas objetivando atenuar os problemas enfrentados no ensino de matemática nas grades de cursos superiores. No que tange a didática, por exemplo, há contribuições sobre a compreensão dos erros cometidos por alunos (CURY, 2007 e 2009) e, como apoio para sala de aula, sobre o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) na educação, em razão da presença de laboratórios de informática nas instituições de ensino, provendo-se condições para que se faça uso de softwares matemáticos⁵ (GONÇALVES e REIS, 2013; TANAKA, CAPELA e CAPELA, 2012; ALVES e BORGES NETO, 2011; MEYER e SOUZA JUNIOR, 2009; ZUCHI, 2009; WEIGEND, 2009; BESCHERER and SPANNAGEL, 2009; BORBA e PENTEADO, 2001). Seguindo essa mesma tendência da docência apoiada em TIC, busca-se compreender as modificações produzidas nos processos de ensino ao se lançar mão dos ambientes virtuais de aprendizagem⁶ (BOTELHO e VICARI, 2009; SOARES et. al. 2009; BORBA, MALHEIROS, e ZULATTO, 2007; SOARES, 1999). Enfim, com os avanços tecnológicos passou a ser premente a discussão sobre uso dos recursos computacionais ou uso das tecnologias digitais (BORBA, SILVA e GADANIDIS, 2014) e a análise de tipos de ambientes que propiciem processos bem sucedidos de visualização no ensino de cálculo (FROTA, 2013).

dos SIPEM e dos ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática) para debaterem estudos sobre assuntos que se relacionam diretamente com Matemática no ensino superior.

⁵ Nesse âmbito, há relatos de experiências, quando a instituição faculta, em que se faz uso de softwares proprietários, como é o caso do Maple. Em razão de por vezes não haver suporte financeiro por parte das IES para aquisição de licenças desse tipo de software, destaca-se que é crescente o número de trabalhos apresentados em congressos, na forma de oficinas, relatos de experiências, pôster e comunicações científicas sobre uso de softwares livres no ensino de Cálculo. Também tem-se desenvolvido objetos de aprendizagem que usam, por exemplo, o Geogebra. O Winplot e o Maxima outrossim têm sido explorados em sala de aula como recurso didático para o trabalho de ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Portanto, é uma clara demonstração que os dispositivos eletrônicos como computadores ou mesmo os tablets têm lugar garantido junto ao livro didático.

⁶ O desenvolvimento dos ambientes virtuais de aprendizagem parece ter alcançado um nível de estabilização pois são basicamente hoje estruturados de modo a prover ferramentas, como os chats e fóruns, que se presume facilitam a chamada comunicação entre os internautas (professores e alunos).

Se se ponderar que as diretrizes pedagógicas estejam alinhadas com o tratamento didático, considera-se fundamental abordar as particularidades epistemológicas inerentes à disciplina e ao seu ensino que, conforme Rezende (2003), podem ser descritas em termos das dualidades: “discreto/contínuo, variabilidade/permanência, finito/infinito, local/global e sistematização/construção” (REZENDE, 2003, p. 325). Claramente, esses são os elementos que constituem o edifício da organização matemática se nos mantivermos no terreno das filosofias das ciências.

Quando se tangenciam os aspectos que se referem ao campo da psicopedagogia, traz-se para a formação do quadro de pesquisas sobre dificuldades do ensino e aprendizagem de disciplinas no ensino superior, trabalhos que buscam respostas para se compreender como ocorrem os processos de elaboração de conhecimento pelo sujeito. São trabalhos, que no auge dos anos 80, recorreram às teorias de Piaget, Vigotsky e outros, o que torna possível afirmar que o motor desse campo é essencialmente o desenvolvimento cognitivo do aluno, por exemplo, pelo grupo que consolidou a expressão *Advanced Mathematical Thinking* (TALL, 1991) O panorama que se refere à construção de conceitos matemáticos é constituído por discussões que colocam em pauta o desenvolvimento do pensamento, o desenvolvimento cognitivo, a intuição, o pensamento lógico (dedução através do uso de leis), o pensamento formal (manipulação significativa de objetos sem sentido), a percepção, o pensamento concreto e o pensamento abstrato, o par dual objeto simples/objeto complexo, a particularização e a generalização e finalmente o conhecimento construído.

Um dos modelos mais citados e estudados, servindo como referência para vários trabalhos de pesquisadores brasileiros sobre o ensino a aprendizagem de disciplinas no ensino superior, é o proposto por Tall (1995, 1991), Vinner e Dreyfus (1989) em que são delineadas e explicitadas as fases que constituem o desenvolvimento do sujeito que conhece, desde os primeiros anos escolares até quando ele passa a se inserir e trabalhar na pesquisa matemática. Desse modelo pode-se destacar duas visadas que, de certa maneira, expressam seus fundamentos: há um crescimento da estrutura cognitiva no indivíduo, que depende das construções internas, e o pensamento matemático evolui. A premissa de que as atividades humanas são caracterizadas a partir de sua natureza processual, externa e interna, leva a que sejam destacadas três componentes claras da atividade matemática: percepção e ação, de um lado, e pensamento, de outro. Desse grupo

sobre o desenvolvimento do pensamento matemático avançado deriva-se o trabalho de Dubinsky e colaboradores acerca de uma teoria que estabelece que, no processo de o aluno lidar com conhecimento matemático, visando resolver problemas, estão envolvidos elementos como ações mentais, processos, objetos e esquemas. Essa teoria, que tem fundamento nas ideias de Piaget sobre a abstração reflexionante, é denominada APOS (*action, process, object and schema*) (DUBINSKY and McDONALD, 2015).

Nessa mesma direção das pesquisas que gravitam em torno da cognição, sob influência também da epistemologia, como por exemplo as ideias bachelardianas acerca da obstáculos epistemológicos, o grupo da didática francesa estabelece discussões sobre mudança conceitual ou, antes, sobre concepções espontâneas evidenciadas nas respostas dos alunos quando lidam com conceitos como limites e derivadas (ARTIGUE, MENIGAUX et VIENNOT, 1990; CORNU, 1991; BROUSSEAU, 1983). Prosseguindo na linha das proposições possíveis, à luz da epistemologia mas ajuntando elementos de teorias antropológicas para intervenções didáticas, ainda na didática francesa, pesquisadores têm desenvolvido conceituações que instituem aportes para pesquisas brasileiras como a teoria dos campos conceituais, teoria das situações didáticas, transposição didática, contrato de trabalho e engenharia didática (BROUSSEAU, 1997; ARTIGUE, 1990; VERGNAUD, 1990; DOUADY, 1986; CHEVALLARD, 1997)

Acerca dos aspectos psicológicos intervenientes nos processos de aprendizagem concernentes à aquisição de informações e sobre como relacioná-las com conhecimentos construídos ou a serem produzidos, há estudos caracterizados como pertinentes ao campo da psicologia e mesmo da psicanálise, em suas relações com a educação matemática (CABRAL e BALDINO, 2010; BALDINO e CABRAL, 2005b; WALSHAW e CABRAL, 2005; CABRAL, 1998, 2004, 2012; CABRAL e BALDINO, 2004; CARVALHO e CABRAL, 2003). Nesses trabalhos procura-se mostrar a insuficiência do enfoque exclusivamente cognitivo para a compreensão dos processos de aprendizagem. Isto é, as operações cognitivas aparentemente bem estruturadas em uma aula são atingidas por algo da ordem do esquecimento na aula seguinte, constituindo um tropeço para os estudos cognitivistas, o que leva a concluir que o esperado crescimento cognitivo não ocorre (BALDINO e CABRAL, 2005a).

Demandas Curriculares para a CET

Como esclarecido antes e aqui reforçado, não é objetivo, tampouco é possível em um só artigo, mapear a produção integral das pesquisas em ensino e aprendizagem de cálculo, mesmo que circunscrita ao trabalho em cursos de engenharia. Deixou-se de mencionar e referenciar as pesquisas, por exemplo, que buscam elementos de compreensão dos processos de aprendizagem no campo da linguística e semiótica. Entretanto, sentiu-se a necessidade de, ao menos, delinear o panorama para ir adiante e também, sem esgotar as análises, considerar algumas discussões sobre orientações curriculares e indicações feitas por órgãos governamentais cujo claro objetivo seria, assim pode-se dizer, influenciar as práticas pedagógicas que advêm em sala de aula do ensino superior. É nesse sentido que se discutem algumas das demandas curriculares para a formação do aluno da CET, especificamente no que toca a formação do aluno de cursos de engenharia.

Estudos ao longo do tempo mostram variações nas demandas relativas às diretrizes curriculares, especialmente ao que se refere ao aspecto perfil profissional. Nos textos propostos pelas comissões de especialistas em ensino de engenharia ao Departamento de Políticas de Ensino Superior (BRASIL, Pareceres CNE/CES 583/2001, 1362/2001 e Resolução CNE/CES 11/2002) podem ser destacadas diretrizes que, entre outras, estabelecem que ao final da graduação o aluno, em vias de estar formado engenheiro, tenha adquirido conhecimentos consistentes das ciências matemáticas e físicas para compreender e desenvolver novas tecnologias.

As orientações dos conselhos de cursos de engenharia, cujas propostas evidenciadas nos projetos pedagógicos visam adequação às indicações e regulamentações do MEC, são claras e indicam que o currículo deve ser compreendido como um plano completo de formação que atente às condições sociais e econômicas atuais. Neste sentido requer-se que se tenha claro que, uma vez compreendido que a globalização definiu novas feições para a organização econômica, o universo das relações sociais, em que se inserem as relações de trabalho, também sofreu modificações. As diretrizes estabelecidas pelos conselhos apontam para a criação de condições de modo que ciência e tecnologia, cujos trabalhos a elas relacionados são caracterizados tanto por certo grau de formalização quanto por aplicações, sejam discutidas simultaneamente. Objetiva-se a capacitação técnica do futuro profissional da engenharia, conjugada à habilidade para lidar com

problemas, aliada à flexibilidade para inovar e propor respostas diante de novas conjunturas, consideradas as demandas sociais atuais. Neste ponto talvez se possa adiantar uma pergunta, uma vez que o quadro esboçado até este ponto sobre pesquisas no ensino superior mostra que há uma enorme preocupação com a prática didática, entendida como o conjunto das ações que visam fazer a passagem do saber sábio ao saber ensinado. Então, é possível garantir esse tipo de formação que visa um sujeito qualificado e flexível para inovar, sem modificação meramente didática do trabalho de condução da sala de aula?

Atravessando os documentos um pouco mais, observa-se também que é esperado que o profissional em formação tenha sido preparado para saber liderar, trabalhar em equipe e comunicar-se por ambos os meios, escrito e oral. Conclui-se portanto que devam ser asseguradas determinadas premissas referentes ao trabalho didático e pedagógico, para que haja garantias de que os cursos deixem de ter a característica de meros acumuladores de conhecimentos que, em conformação com a linearidade com que são organizados, são repassados ou transmitidos ao alunos. A concepção contemporânea acerca da articulação entre processos de ensino e processos de aprendizagem considera uma formação qualificada em nível de graduação como a fase inicial de um processo que se prolongará por toda vida do profissional em qualquer que seja sua área de atuação.

O questionamento sobre a transmissão do conhecimento de modo linear leva a mostrar certos problemas. A exemplo, afeto às ementas curriculares e seus objetivos, formas como os conteúdos serão abordados, um dos problemas relatados nos cursos de engenharia refere-se às queixas de alunos quanto à falta de ligação do que lhes é ensinado com o que escolheram como formação profissional. Isto é, as disciplinas que são reconhecidas como constituindo as ciências, como é o caso das matemáticas e físicas, além de estarem isoladas entre si também estão aos olhos dos alunos separadas dos problemas que enfrentarão nas disciplinas que eles consideram como sendo mais técnicas verdadeiramente e de formação.

Desse modo, é preciso trazer para os debates como as disciplinas ministradas pelos departamentos básicos, criados pela reforma⁷ de 1969 nas Instituições de Ensino Superior

⁷ Não se pode esquecer que a concepção que prevalece nos dias de hoje sobre o ensino de matemática em nível superior, em verdade, é resultado dessa reforma em que transparece a hierarquização de cursos: disciplinas para formar bacharéis em Matemática, disciplinas para formar licenciados em Matemática e disciplinas para alunos dos chamados cursos de serviço (HOWSON, 1988; CABRAL & CATAPANI, *Perspectivas da Educação Matemática – UFMS – v. 8, n. 17 – 2015*

(IES), estão organizadas. Isso mostra em certo sentido que o problema é tanto de natureza didática como de natureza pedagógica, o que pode ser observado quando se discute a questão do distanciamento entre departamentos envolvidos na formação de futuros engenheiros

Com efeito, os departamentos de matemática passaram a ser constituídos quase exclusivamente por doutores em matemática. Comprovadamente competentes na sua área, muitas vezes ignoram qual a linguagem que os seus alunos usarão no futuro e de que forma a disciplina que lecionam se insere no plano pedagógico dos vários cursos de Engenharia. (SOARES DE MELLO e SOARES DE MELLO, 2007, p. 3A09-3)

Podemos afirmar o mesmo no caso brasileiro, onde as disciplinas de física e de matemática foram desenvolvidas dentro da lógica destas ciências, sem ter havido uma maior integração com as disciplinas profissionais. (SILVEIRA, 2005, p. 21)

Há outro problema a ser levantado e este compromete diretamente o que se espera da qualificação do profissional resultante dos quatro ou cinco anos de estudos regulares nas CET. Esse problema, de fato, vem se agravando ao longo dos anos e está relacionado com a formação básica em matemática e em outras disciplinas como física e química.

Conforme mostrado por alguns pesquisadores (PASSOS et al., 2001; PEDROSO e KRUPCHAK, 2009) o elevado índice de reprovação nos cursos das CET, mais especificamente nas disciplinas de Cálculo, tem forte relação com as menores pontuações nos vestibulares, incluídos os ingressos pelo ENEM. É crescente o número de relatos em pesquisas acerca da falta de conteúdos e mesmo informações que alunos deveriam trazer em suas bagagens cognitivas ao ingressarem em cursos superiores para garantir que atravessassem um longo processo de formação que culmine em profissionais bem qualificados. Essa questão há tempo está presente no universo das preocupações com a formação de profissionais capacitados

Os sólidos conhecimentos necessários ao ingressante no ensino superior só serão possíveis se nas escolas de nível médio houver uma concentração de esforços para que os alunos desenvolvam três formações de competência: (a) competência na tecnologia da informação; (b) competência na comunicação internacional e intercultural; e (c) competência na capacidade de aprendizado. (FERREIRA, 1999, p. 135)

2003). São consideradas “disciplinas de serviço”, por exemplo, as de matemáticas para as engenharias, em que o trabalho docente tem sido afetado negativamente.

Por conseguinte “De modo geral, o atual sistema público de ensino fundamental e médio não tem conseguido formar as competências necessárias adequadas para que um estudante ingresse em uma faculdade de Engenharia” (PEDROSO e KRUPCHAK, 2009).

Uma das soluções que se faz presente em algumas universidades é a denominada *curso de pré-cálculo* ou semelhantes. Alguns pesquisadores têm proposto, à guisa de amparar qualquer que seja a disciplina de matemática no ensino superior, mas principalmente aquelas que compõem as grades curriculares das CET, cursos de matemática básica.

No início de cada semestre são oferecidos aos alunos cursos de matemática básica para os calouros com o objetivo de minimizar as deficiências do ensino médio e diminuir os índices de reprovação nas disciplinas básicas e profissionalizantes dos cursos desta instituição. (MENESTRINA e MORAES, 2011, p. 55)

Dessa forma, é irrefutável o fato de que a existência de vagas ociosas indica que as instituições de ensino superior estão recebendo alunos com pouca base em disciplinas como matemática, física e química; portanto, terão aumentadas suas dificuldades nas disciplinas básicas (cálculos, físicas, etc.) e engrossarão as fileiras dos reprovados e mesmo dos desistentes do curso.

Nos cursos considerados mais técnicos, como é o caso das engenharias, notam-se as principais demandas de formação estabelecidas nesse início de século marcado por um quadro social e político no qual se articulam e são definidas novas tendências para o trabalho de formação acadêmica e formação técnica. Não se pode fechar os olhos quanto à crescente expansão da área e ao quanto se requer, cada vez mais, que o trabalho seja interdisciplinar e a formação altamente qualificada com possibilidade de o aluno prosseguir estudos em nível de mestrado e doutorado, qualificações por vezes exigidas das empresas onde atuam como profissionais. Assim, considera-se ser um desafio lidar com ensino e aprendizagem de disciplinas para engenharia cuja característica de formação é muito distinta da de um curso de matemática que visa formar, sobretudo, o professor para trabalhar nessa área.

No entanto, as soluções, ainda que possam minimizar os diversos problemas, inclusive os mais sérios referentes à formação básica em matemática, preocupam-se menos com a reflexão sobre as ações efetivamente desenvolvidas. Se ponderações

ocorrem, observa-se estarem preferencialmente relacionadas com o domínio da didática, situando a pedagogia em segundo plano, quando esta é mencionada. Mas é preciso reconhecer que também há pesquisas que preferencialmente tomam como tema de investigação a pedagogia, ignorando, ou pouco abordando, os aspectos concernentes à didática. Encontrar a maneira de estabelecer o ponto ideal nas investigações sobre didática e pedagogia, diante de situações que não podem ser previstas e para quais por vezes não se tem tratamento imediato, não é a mais fácil das tarefas.

O contexto atual do ensino de disciplinas matemáticas nas CET envolve uma série de elementos que fogem ao controle do docente em sua sala de aula, como, por exemplo, a realização de trabalho interdisciplinar, indicado nas reformulações curriculares desencadeadas pelas diretrizes estabelecidas pelo MEC. Esse é um ponto importante para se repensar uma metodologia que seja ajustada ao desenvolvimento de um trabalho que vá ao encontro das premissas estabelecidas, não só nas diretrizes, que também são encontradas no discurso oficial de projetos pedagógicos de cursos.

As diretrizes curriculares para cursos de graduação, particularmente para os das CET, recomendam que modificações devam ser realizadas não só em termos de conteúdos, grades curriculares ou carga horária total, mas também em relação às metodologias de ensino e aos ditos processos de avaliação de aprendizagem. De outro modo, sinaliza-se que didática e pedagogia devem conversar, estar em sintonia, de modo a concluir que seja considerado o aluno como centralidade de todo e qualquer procedimento metodológico a ser executado em sala de aula. Nesse sentido, levando-se em conta que há uma espécie de naturalização dos procedimentos pedagógicos e didáticos observados ao se percorrer as salas de aulas, tais mudanças são consideradas custosas.

Um outro ponto a ser destacado como efeito das diretrizes curriculares, que pode ser analisado como negativo, de certo ponto de vista, foi que as IES, ao procurarem se adequar às indicações de diminuição da carga horária presencial em disciplinas para a formação do profissional, diminuíram o número de horas de aula para algumas disciplinas básicas. Não se trata de qualquer tipo de saudosismo mas, sim, é uma constatação, lembrar que não faz muito tempo que os Cálculos eram constituídos por seis créditos semanais e estavam presentes, pelo menos, nos cinco primeiros semestres dos cursos das CET. Constavam das grades curriculares quatro disciplinas que organizavam o Cálculo Diferencial e Integral a uma e várias variáveis e os chamados quinto e sexto

Cálculos que, dependendo da instituição, podiam corresponder ao trabalho mais aprofundado sobre equações diferenciais e dar conta dos processos numéricos em decorrência do acelerado desenvolvimento da área computacional. A reorganização curricular que impôs a diminuição de seis para quatro créditos, e em alguns casos, até para dois créditos, não considerou que os docentes, ainda amarrados a uma concepção positivista de que o conteúdo matemático já está posto e deve ser repassado para o aluno, tentam conservar uma extensa lista de itens nos programas e fracassam na tentativa de conseguir que o conhecimento seja então retido. Em verdade, o que se pode notar é que a reorganização de conteúdos vem ocorrendo, na prática, diante do quadro de falha do ensino básico. Isto é, diante do fato de ter aumentado o número de alunos ingressantes no ensino superior carentes de vários conteúdos do ensino básico, importantes para o trabalho de aprendizagem nas CET, como indicado antes, processos de demonstrações de teoremas, por exemplo, não são mais estudados.

Nas diretrizes curriculares, releva-se também que, entre os termos-chave usados, estão os termos “competências” e “habilidades”, fazendo parte das orientações que têm como visada “aprender a conhecer” e “aprender a fazer”. Por outro lado, fortes críticas foram feitas ao uso desses termos, portanto às ideias a eles subjacentes, (BIANCHETTI, 2001; DUARTE, 2000) observando que, especialmente nas diretrizes para as CET, há uma influência de documentos produzidos em outros contextos sociais e educacionais.

Para avaliar as condições e semelhanças entre as diretrizes, ou em que modelos são baseadas, é preciso percorrer alguns documentos, sites e textos. Sucintamente, a ideia de enfatizar características que são entendidas como desejáveis para alunos das CET é apresentada, por exemplo, no *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET). Nos *Criteria for Accrediting Engineering Programs*, das orientações norte americanas, são indicadas habilidades que os graduados em cursos de Engenharia devem demonstrar; entre essas, podem ser mencionadas

[...] aplicar conhecimento de Matemática, Ciência e Engenharia; atuar em equipes multidisciplinares; identificar, formular e resolver problemas de Engenharia; comunicar-se efetivamente; usar técnicas, habilidades e modernas ferramentas necessárias para a prática de Engenharia. (CRITERIA, 2001, p. 1)

Qualquer semelhança entre as diretrizes formuladas pelo MEC e esse documento, portanto, não é mera coincidência. Wilkinson et al. (2001), referindo-se à experiência na

Escócia, citam objetivos de aprendizagem comuns à maioria dos cursos de matemática para a engenharia no Reino Unido, como por exemplo:

[...] selecionar e usar software para realizar cálculos; aplicar matemática na solução de problemas da engenharia; explicar o significado de expressões matemáticas [...] em uma forma clara e lógica, tanto por escrito como oralmente; trabalhar com colegas [...], compartilhar informações e ideias. (WILKINSON et al. 2001, p. 15)

Das diretrizes curriculares estabelecidas pelo MEC, pode-se salientar como competência e habilidade desejadas

[...] aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; atuar em equipes multidisciplinares; avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental. (BRASIL, 2002).

Entre as recomendações da ABET, os objetivos anglo-saxões e as diretrizes curriculares brasileiras, são observadas características muito semelhantes, mas a formação dos profissionais, ao menos no Brasil, ainda é muito tradicional, preocupada com a reprodução de conhecimentos, ao invés de levar em consideração as inovações tecnológicas disponíveis e ao alcance do professor, as aplicações às quais se pode ter acesso se houver um trabalho com colegas de áreas específicas e o trabalho em equipe em sala de aula, conforme algumas das indicações feitas nos documentos oficiais que regularizam o ensino superior.

Nas propostas brasileiras, os currículos de cursos de CET, como os de engenharia e os da área da computação, devem dar uma sólida formação técnico-científica aos egressos, estimulando a atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos político-econômicos, sociais, ambientais e culturais. Algumas revisões sobre essas diretrizes deveriam ser realizadas e a primeira questão é pensar sobre o significado de “estimular a atuação crítica” e como fazer com que esse objetivo se materialize em cada disciplina do curso.

Estudos em que se comparam as propostas da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia e do MEC, deixam claro que dos novos engenheiros deve ser exigida maior capacidade de resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe e comunicar-se

[...] isso é o que se entende por uma abordagem baseada na competência, formando na graduação profissionais capazes de enfrentar os desafios que o cenário atual a eles impõe e que, portanto, tem na sua natureza intrínseca de

profissional competente as características de ser: flexível, adaptável, criativo e crítico. (BORGES e AGUIAR NETO, 2000, p. 04)

Enfatiza-se mais uma vez, essas diretrizes são inconciliáveis com o entendimento de professores sobre as disciplinas matemáticas; imbuídos da visão positivista sobre o tratamento de conteúdos, insistem que a aprendizagem se faz pelo acúmulo e reprodução de conhecimentos. Sem ser surpreendente, essa mesma concepção é trazida e defendida pelo aluno quando realiza sua avaliação ao final do período letivo. Porém, em uma época em que o excesso de informação é predominante e que qualquer assunto pode ser acessado rapidamente por meio da WEB, em sites considerados confiáveis, a visão é, pelo menos, míope de ambas as partes.

Assim, há uma série de pontos a discutir nas propostas de diretrizes curriculares para as Ciências Exatas e Tecnológicas. O debate sobre a didática e a pedagogia das disciplinas matemáticas presentes nesses cursos é de fundamental importância para a qualificação dos novos profissionais. Mesmo aceitando que as mudanças curriculares têm de ser feitas, pois a avaliação das condições de oferta serão levadas em consideração, em primeiro momento, dir-se-ia que a qualidade da formação do futuro profissional depende tanto do seu esforço quanto das ações didáticas e pedagógicas desenvolvidas pelos docentes de tais cursos. Além disso, é impossível agir sem refletir sobre a ação, sob pena de reiterar a ação de repetição de métodos e técnicas desenvolvidas por outros.

Desse quadro um dos pontos que merece destaque é o que diz respeito a se produzir possíveis modificações na prática pedagógica. As diretrizes indicam, apropriadamente, que o futuro profissional precisa ter desenvoltura para buscar os dados de que necessita e, principalmente, precisa ter habilidades para trabalhar com informações, modificando-as em conhecimento e em saber como aplicá-lo a situações novas, gerando soluções inéditas. Recomendam também, como evidenciado anteriormente, que o trabalho a ser desenvolvido preveja situações que levem os alunos em formação a saber lidar com situações em que a tomada de decisão é importante para a resolução do problema que deve ser resolvido pois, afinal, “*A engenharia trabalha com modelos; em consequência, o engenheiro tem de saber modelar e tem de saber interpretar resultados; é a partir da leitura de resultados que ele toma decisões*” (LAUDARES e LACHINI, p. 43, 2005). Mas um trabalho que possa levar a consecução dessa meta deveria prever situações em que a troca de ideias e o estabelecimento de diálogos entre alunos constituíssem a movimentação da sala de aula. Isto é, as aulas em que preferencialmente

o professor expõe conteúdos, exemplifica-os e resolve problemas pertinentes aos temas abordados impossibilitam a criação de situações em que os alunos devem expor e trocar ideias.

É inquestionável que o avanço tecnológico e a acessibilidade aos recursos tecnológicos promoveram a simplificação de várias tarefas. Decorre da acessibilidade tecnológica e inclusão digital, por meio da internet, acesso amplo e ainda irrestrito às informações, praticamente em tempo real. Entretanto, a complexidade do pensamento relacionado e necessário à produção intelectual não está disponível por meio informativo, exigindo nova orientação no tratamento da formação do futuro profissional. Assim, compreende-se que o currículo está inextricavelmente ligado a mudanças de atitudes tanto de professores quanto de alunos; para dar conta do alto grau de complexidade que envolve todo o processo formativo que vai do saber espontâneo ao saber sábio deve-se rever os significados de leitura e de interpretação em matemática, disciplina que também é considerada linguagem.

Diante disso, entre outros aspectos, é preciso ser lembrado que, para atender à demanda de formação multidisciplinar e interdisciplinar, as grades curriculares devem contemplar cada vez mais que a organização de conteúdos seja flexível, sem perder de vista a qualificação do profissional. Asseguradas essas premissas referentes ao trabalho didático e pedagógico, garante-se também que os cursos deixem de ser meros transmissores de conhecimento.

As Ciências Exatas e Tecnológicas estão em crescente expansão requerendo cada vez mais uma formação que permita ao profissional atuar em campos interdisciplinares. Pesquisas em neurociências, por exemplo, têm exigido a organização de equipes de profissionais de áreas como Matemática, Física, Engenharia de Computação, Educação, Psicologia, etc. Nota-se, portanto, ser preciso que a formação seja altamente qualificada com possibilidade de o aluno prosseguir estudos em nível de mestrado e doutorado para torna-se um pesquisador que possa inovar e enfrentar problemas junto com pesquisadores de outras áreas. É, nesse sentido, extraordinário o desafio para lidar com ensino e aprendizagem de disciplinas para Ciências Exatas e Tecnológicas, tendo conhecimento das exigências para a realização de trabalhos interdisciplinares.

Relevadas preocupações, estudos, pesquisas e políticas educacionais, é preciso acentuar o que segue.

- Nas propostas curriculares há mudanças significativas que demandam novas didáticas e pedagogias.
- É expressiva a diferença entre o ambiente de ensino médio e o ambiente de ensino superior, considerados os propósitos, as abordagens, os objetivos e métodos de trabalho para a aprendizagem em Matemática e desenvolvimento de métodos científicos.

As ciências avançam e demandam novos olhares acerca da dinâmica da sala de aula no que diz respeito aos aspectos de ordem cognitiva e de ordem subjetiva.

Reflexões sobre algumas metodologias

Tomando como base as reflexões acumuladas na Educação Matemática e no Ensino de Engenharia, visando a busca de soluções para os problemas insistentemente narrados, algumas estratégias, caracterizadas por ressaltarem os aspectos tanto didáticos quanto pedagógicos, têm sido desenvolvidas.

Uma vez que se tornou hercúleo abordar no ensino os aspectos mais formais da matemática, tal como as demonstrações de teoremas, optou-se então por, primeiramente, fazer com que o aluno tenha ideias de conceitos fundamentais e saiba aplicá-los em exercícios. Mas, também essa estratégia, conforme relatos de colegas e de experiência própria da autora, não tem alcançado resultados esperados. Ultimamente tem havido registro oral, quando ouve-se o professor relatar ocorrências resultantes de seu trabalho, de que se tem apelado para aplicações imediatas, diretas, ou simplesmente “aprender a fazer”, esperando-se que parta do aluno a pergunta “Por que isso funciona?”. Então, que respostas podem ser encontradas na forma de proposições de metodologias de ensino e aprendizagem?

A Resolução de Problema

Sem aprofundar discussão sobre a resolução de problemas (RP) como metodologia de trabalho a ser empregada em sala de aula, uma vez que pesquisadores (SCHOENFELD, 2013; SELDEN e SELDEN, 2013; ONUCHI, 1999; ONUCHIC e ALLEVATO, 2011) já se debruçaram sobre o assunto, pode-se afirmar que talvez seja

uma das abordagens metodológicas mais conhecidas e, de certa maneira, uma das metodologias indicadas nas diretrizes curriculares como presumivelmente ser adequada ao trabalho de formação profissional nas CET. A RP como metodologia de ensino tem seus fundamentos baseados no próprio fazer matemático. Por exemplo, o texto de Polya, “How to solve it: a new aspect of mathematical method”, tem um título bastante significativo que indica a ligação entre resolução de problema e método matemático de trabalho. Os requisitos referentes a como resolver problemas são apresentados logo no início do texto e estabelecem quatro etapas de modo que um aluno, iniciante em RP, tenha orientações à semelhança do que um matemático experiente faz, a saber: compreender o problema, organizar um plano, executar o plano e retornar ao problema (POLYA, 2004). Apesar de se ter ciência que colocar o aluno em condições em que tenha de resolver problemas não é uma tarefa simples, pois demanda tempo de adaptação às novas situações, é preciso notar que tal habilidade tende a se desenvolver muito devagar em razão de, em última instância, reconhecer que a inserção da RP como metodologia de ensino visa levar o sujeito a pensar e complementando, pensar matematicamente; para pensar matematicamente, tal como matemáticos experientes procedem, é preciso levar os alunos a desenvolverem atitudes determinantes como observar, analisar, sistematizar, hipotetizar e aplicar métodos (SCHOENFELD, 2013).

Onuchic (1999) mostra muito bem que como metodologia de ensino, a RP tem forte ligação com teorias construtivistas que apontam para o engajamento do aluno nas tarefas de aprendizagem uma vez que, como sujeitos ativos, participativos e criativos, não se pode tê-los como meros receptores de informações. De outro modo, a inserção de problemas em sala de aula é vista como um disparador de processos de construção de conhecimento em que o aluno, concebido como a figura central, é orientado a estabelecer perguntas que o levem a construir caminhos de formação do fazer matemático, este compreendido como a possibilidade de encontrar ou estabelecer padrões.

A resolução de problemas representa, da forma como trabalhamos, um contexto bastante propício à construção de conhecimento matemático a partir da observação e percepção de padrões, especialmente se considerada como metodologia de ensino, ou seja, se o problema for proposto como gerador de novos conceitos e conteúdos matemáticos. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 90)

Se de um lado, há dificuldades na sala de aula por parte do aluno em lidar com problemas e vir a se comportar como um solucionador, de outro lado, a tarefa do professor não é mais simples, posto que é preciso saber diferenciar tarefas rotineiras de tarefas que constituem problemas genuinamente em termos das fases que demandam para serem solucionados. Selden e Selden, partindo do fato que uma situação para ser de fato um problema depende do que o sujeito que lida com ele conhece, estabelecem um contínuo ao analisarem problemas para o ensino superior, como em cursos de cálculo. Essa classificação começa com problemas rotineiros, moderadamente rotineiros, moderadamente não-rotineiros e não rotineiros (SELDEN and SELDEN, 2013).

Em seus estudos, Onuchi e Allevato revisitam a RP como metodologia e estabelecem um roteiro mais ampliado para implementação desse método, com a finalidade de ajudar o professor a desenvolver tal técnica em sua sala de aula e objetivando levar o aluno a ser um sujeito participativo, criativo, crítico e autônomo. Nessa revisitação aderem à clássica metodologia de ensino e aprendizagem através de RP a avaliação e instituem a expressão “metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através de RP”. Não obstante o fato de o professor ensinar, o aluno aprender e ambos avaliarem o desenvolvimento do trabalho em termos das metas estipuladas, esse é o sentido da expressão avaliação aderida ao ensino-aprendizagem, um ponto importante que merece destaque é o que segue quanto à técnica romper com o tradicional ciclo que começa com o professor explicando a matéria, segue apresentando um exemplo e por fim solicita que um exercício ou problema semelhante seja resolvido pelo aluno.

Reitere-se que, nesta metodologia, os problemas são propostos aos alunos antes de lhes ter sido apresentado, formalmente, o conteúdo matemático necessário ou mais apropriado à sua resolução que, de acordo com o programa da disciplina para a série atendida, é pretendido pelo professor. (ONUCHIC e ALLEVATO, 2011, p. 85)

A Modelação Matemática

Semelhante ao que se faz em sala de aula com RP, a modelagem matemática também aplicada à sala de aula, entendida como atividade que deve despertar no aluno a curiosidade e o querer saber, parte de situações-problema, podendo e, segundo alguns pesquisadores devendo, envolver situações reais ou situações do cotidiano, garantidas as relações entre realidade e matemática. Conforme é conhecido, a modelagem matemática

é trazida para a sala de aula a partir do meio aplicado e computacional em que é tida como “arte de aplicar matemática a situações problemáticas” (BASSANEZI, 2006, p. 32) para a sala de aula adaptando-se o conjunto de situações-problema possível a ser trabalhado por alunos. A atividade de resolver problemas realizada por matemáticos aplicados, é o trabalho de pensar sobre uma situação da realidade buscando-se interpretá-la ou modificá-la. Nesse processo de compreender o fenômeno, o matemático aplicado elege dados e outros elementos, e os formaliza ou estabelece relações em forma de modelos.

A modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem, que na proposta de Bassanezi é denominada Modelação Matemática (modelagem em educação), traz em sua discussão a necessidade de se desenvolver disciplinas de graduação que sejam de natureza aplicada e em que se mostre a importância do processo de modelação com o qual o aluno se envolve. Conforme Bassanezi, “o mais importante não é chegar imediatamente ao modelo bem sucedido mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado” (BASSANEZI, 2006, p. 38).

Assim, relativamente à implementação da Modelação Matemática, são pressupostas algumas fases de realização

[...] 1) determinar a situação, 2) simplificar as hipóteses dessa situação; 3) resolver o problema matemático decorrente; 4) validar as soluções matemáticas de acordo com o a questão real e, finalmente 5) definir a tomada de decisão com base nos resultados. (MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS, 2012, p. 28)

São fases semelhantes às que foram propostas por Polya, posto que a questão, em suma, é resolver um problema matemático e preferencialmente, tal como na RP, o mundo real possa ser interpretado pelo mundo matemático para sobre aquele prover uma formalização.

Considerada a organização do trabalho didático, a avaliação do rumos que o trabalho segue e a meta que é levar o aluno a adquirir conhecimento, alguns aspectos que giram em torno da Modelação Matemática são destacados por Almeida e Vertuan (2011) para tratar das particularidades de encaminhamento de atividades, de modo a se evitar as dificuldades propaladas por alguns quanto à implementação da metodologia em sala de aula

[...] i) o espaço e a condução das atividades de Modelagem Matemática no currículo escolar e/ou nas aulas de Matemática; ii) a familiarização dos estudantes com a atividade de Modelagem Matemática; iii) o que “competem”

ao professor e aos alunos em atividades de Modelagem Matemática. (ALMEIDA, VERTUAN, 2011, eBook)

Nesse ponto, é sabido que processos de aprendizagem resultam de interações entre alunos e entre estes e o professor, notando-se que o professor, sendo participante do processo, tem como principal função conduzir os alunos a se envolverem nos processos. A imersão de alunos em situações de aprendizagem, por vezes depende da linguagem usada pelo professor, do modo como encaminhamentos são realizados. Portanto, como estratégia para desenvolver o trabalho de modelagem matemática, na visão de parte dos educadores matemáticos, que sobre o assunto desenvolvem suas propostas e reflexões, pode-se afirmar que o trabalho de grupo é o adequado e o professor enfrenta a dificuldade de passar de um modo tradicional de trabalho, essencialmente expositivo, para um trabalho dinâmico que exige dele nova postura diante dos alunos e do próprio conhecimento.

A Assimilação Solidária

Neste ponto das reflexões aqui apresentadas, deve-se lembrar que, em passagens de leituras de documentos oficiais aqui comentados, ainda que sem aprofundar os estudos, são encontradas alusões à necessidade de, na formação do profissional de cursos das CET, os alunos terem desenvoltura para trabalhar em equipe. Concepção compartilhada por pesquisadores que lidam diretamente com a formação do profissional em engenharia e por pesquisadores que buscam trazer novas metodologias de ensino e aprendizagem para a sala de aula de disciplinas ditas duras como são os cálculos.

Assim, para alcançar tal finalidade, pode ser introduzida a questão do trabalho grupal como estratégia para organização da sala de aula, conforme as interpretações feitas a partir dos métodos que empregam atividades coordenadas coletivas. *O que se pretende atingir com a inserção de trabalhos em grupo nas salas em que ocorrem o ensino e a aprendizagem de Matemática?*

Sabe-se ser necessário organizar conteúdos e temas a serem trabalhados em sala de aula, mas é preciso contestar a suficiência dessa organização. O ensino tradicional vigente é caracterizado, do ponto de vista da didática, pelo processo de exposição linear dos conteúdos; tentativa de convencer, de maneira especialmente clara, os alunos

organizados em forma matricial, muitas vezes dispersos enviando ou respondendo mensagens, ou navegando pelas páginas das redes sociais em seus smartphones.

A discussão sobre a participação do aluno efetivamente em seu processo de aprendizagem há muito se apresenta na comunidade. Na década de 80, explodiu um número significativo de artigos publicados e de trabalhos apresentados em encontros sobre a aprendizagem cooperativa e as dinâmicas de grupo usadas em salas de aula. Esse movimento, nascido no âmbito de discussão acerca de metodologias instrucionais, despertou crescente interesse de alguns pesquisadores e permitiu levantar e tratar questões tais como: comparar os resultados obtidos por via dos métodos de aprendizagem cooperativa com os alcançados pelos métodos tradicionais de instrução e verificar qual a medida de eficácia de ambos, mediante o propósito de ensinar; examinar que benefícios podem ser registrados quando os alunos estão engajados num trabalho de aprendizagem em grupo; observar e estudar o que acontece com alunos e professores quando se emprega uma estratégia de aprendizagem realizada em grupo; etc.

Nesse contexto nasceu a Assimilação Solidária como proposta didático-pedagógica de intervenção. Assim como a Resolução de Problemas e a Modelação Matemática, pode-se dizer que a Assimilação Solidária (AS) tem seu lugar próprio no domínio das metodologias alternativas⁸ à metodologia do Ensino Tradicional Vigente (ETV).

Na AS, busca-se como estratégia implementar atividades matemáticas que possam ser trabalhadas pelos alunos reunidos em pequenos grupos, cabendo ao professor o papel de coordenador ou provocador do trabalho. Uma questão, porém, diferencia a AS das metodologias que trazem os trabalhos grupais, que se tem conhecimento. Como intervenção didático-pedagógica no ETV, instituiu-se, com embasamento em teorias voltadas para as ciências humanas e filosofia, a *valorização do trabalho* como forma de alargar o processo promocional pelo mérito em provas e testes, naturalizado como sendo o único que pode ter aceitação institucional. Desse modo, a pergunta instituída por Baldino (1988)⁹, “*É possível substituir o sistema de promoções tradicional vigente*

⁸ Por que chamar metodologias alternativas? Nestas metodologias há uma preocupação com a produção de meios de recuperar o envolvimento dos alunos nos problemas com que lidam e que estão vinculados à condição de conhecer e trabalhar com ferramentas matemáticas.

⁹ O texto em que a pergunta é formulada é o projeto de pesquisa de Baldino, intitulado “*Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica fundada na medida da duração do trabalho produtivo em Perspectivas da Educação Matemática – UFMS – v. 8, n. 17 – 2015*

fundado em avaliações de conteúdo por um sistema fundado na medida da duração do trabalho produtivo?”, rege a contento as reflexões sobre a implementação da AS em sala de aula do ensino superior. Em outras palavras, a questão alude, de certa forma, se é possível tornar o trabalho operativo grupal e individual, realizado segundo regras bem definidas, capaz de valorizar e estimular a aquisição de um certo conteúdo pedagógico que leve à aquisição do conteúdo didático, a ponto de substituir o critério de aprovação por provas por um critério preciso e objetivo, plantado no parâmetro trabalho produtivo.

A ação didático-pedagógica da AS viabiliza que os alunos que de fato se comprometem com o processo de aprendizagem recebam um bônus, traduzido em termos de nota, pelo empreendimento de esforços nessa direção. Essa proposta didático-pedagógica, portanto, difere radicalmente das demais exatamente no ponto em que a promoção/seleção deixa de ser consequência exclusiva da competência matemática. Ao se observar o sistema educacional regular, nota-se que tal problemática não é criação ou invenção da AS, esta apenas possibilita que o assunto seja retirado da penumbra em que sempre é colocado. A AS, como intervenção, premia tanto pelo desempenho apresentado em provas e testes como pela contribuição de cada aluno para o bom funcionamento do trabalho grupal que deve ser cumprido em sala de aula.

O fato de se ter de lidar diariamente com os pares simultâneos de aprendizagem/ensino e de aprovação/reprovação, posto que são institucionais, termina por explicitar as relações entre os mecanismos do processo de avaliação e os mecanismos do processo de seleção. Parte-se então, para compreender tais mecanismos, das análises elaboradas por autores filiados à corrente que pensa o aparelho escolar¹⁰ sob a lógica da reprodução.

Assimilação Solidária”, proposto em 1988, quando foi docente no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e no Departamento de Matemática, IGCE, UNESP.

¹⁰ Toma-se como referências as análises elaboradas por Pierre Bourdieu e Jean-Claude Passeron, no texto *A reprodução*, e por Louis Althusser, no texto *Aparelhos Ideológicos de Estado*, por exemplo. Resumidamente, o papel primordial desempenhado pelo aparelho escolar é o de reproduzidor de ideologia, sendo o professor o agente fundamental fomentador desse processo ao exercer sua função pedagógica. Isto é, o professor comparece nesse processo desnudado de sua pretensa neutralidade quando é analisada a prática educativa que ocorre em sua sala de aula. Parece paradoxal, mas a dita autonomia do sistema de ensino permite e faz com que o cultural – tradição, para outros autores –, tido como legítimo, seja transmitido e inculcado ao mesmo tempo em que é realizado um trabalho que prima por legitimá-lo. Esse circuito, fechado em si, funciona por meio do mecanismo que se funda no reconhecimento das regras sociais e jurídicas dessa mesma cultura que se apresenta desde sempre e naturalmente como cultura.

Como a AS é caracterizada como uma intervenção sobre as relações que perpassam o campo didático e pedagógico, ela incorpora e explicita em sua constituição uma organização efetiva da sala de aula em dois domínios, separados apenas para efeitos de análise: o didático e o pedagógico.

Com relação, então, aos aspectos pedagógicos, a dinâmica, amparada pela teoria dos grupos operativos de Pichon Rivière, consiste em distribuir os alunos por grupos de, no máximo, quatro componentes. Cada grupo de alunos atende a algumas características que se costuma levantar no interior da turma. Nota-se que, em nível da didática, a aquisição de conteúdo e as condições fundamentais e necessárias para aprender, por exemplo, determinam, em última instância, critérios e diretrizes para os agrupamentos.

De modo geral, os grupos são organizados inicialmente pelo professor, após a realização do primeiro diagnóstico da turma por meio da verificação dos desempenhos individuais atingidos em prova e segundo as dificuldades que são apresentadas nas tarefas diárias. Também, por vezes são realizados diagnósticos de entrada da turma na disciplina visando conhecer quais conteúdos os alunos trazem em suas bagagens tendo passado por disciplinas ditas serem pré-requisitos. A ideia é rearranjá-los segundo suas aparentes dificuldades para compor grupos homogêneos no que diz respeito às tarefas de aprendizagem matemática. Um dos propósitos é que tarefas semelhantes, por aproximação de nível de dificuldade, devem continuar a ser enfrentadas ao longo da execução da disciplina, considerando-se a possibilidade efetiva dos alunos lidarem com certas situações. Quando consideradas as concepções de cada aluno envolvendo ideologias, credos, quereres, gostos, expectativas, etc., os grupos são heterogêneos.

A didática faz prever a construção de um conjunto de observáveis em que a presença do objeto matemático fornece o elemento estruturante de relações individuais e coletivas. Desse modo, os assuntos tratados em disciplinas matemáticas como Cálculo, podem ser inseridos em cada grupo de trabalho enquanto tarefas objetivas, em que os alunos devem procurar e elaborar estratégias socorrendo-se de instrumental matemático encontrado em livro texto. Costuma-se adotar um livro que enquanto texto é "desmanchado" e transformado em fichas de trabalho. Uma regra básica para o desenvolvimento da didática é que primeiro enfrenta-se o problema com as ferramentas de que se dispõe; depois, busca-se na teoria a ferramenta para dar conta da questão não resolvida.

Essas providências quando tomadas e reguladas por um novo conjunto de regras, constituem o modo como o professor pode manter o grupo em equilíbrio. Tais medidas adotadas devem, em princípio, permitir que os alunos se exponham, lancem dúvidas e constituam interlocutores necessários à aprendizagem tornando possível a emergência de uma unidade grupal¹¹. A interação grupal está garantida por normas de funcionamento tal qual num jogo em que são reguladas as ações do sujeito que nele toma parte junto com outros.

Entende-se que a introdução da ideia de grupos operativos para a organização da sala de aula garante a troca de papéis e permite restabelecer o mais urgentemente possível a dimensão do diálogo que há muito tempo se perdera. Essa dimensão do diálogo é restituída na dialética do sujeito e do Outro (LACAN, 1995).

Desse modo, não mais cabe ao professor relacionar-se com seus alunos da maneira como no ETV, ou seja, não tem cabimento o professor vir a apresentar-se aos alunos como o único sujeito que tem permissão da fala e o poder de sua distribuição pois é aí que o diálogo é interrompido.

O professor, no movimento de reciprocidade, é mais um interlocutor. Decerto que ele tem de desempenhar sua tarefa primordial de proponente de atividades e encaminhamentos; ele detém a autoridade pedagógica incontestavelmente, mas a ele também cabe abrir-se como possibilidade de um sujeito que está pronto para se constituir na posição do ouvinte, a qualquer momento. É nessa posição que o professor pode vir a conhecer o que o aluno que, está ali a sua frente, pode enfim não conhecer. Nessas situações, em que a abertura ao diálogo e a troca de papéis são fundamentais, permite-se que os sujeitos, alunos principalmente, se façam e se vejam autores no processo de produção de conhecimento. Essa via de mão dupla não é, mormente, encontrada na sala de aula regulada pelo ETV.

Na sala de aula regida sob a AS os alunos são encorajados a apresentarem suas dúvidas e ideias, colaborarem uns com os outros, a buscarem em conjunto soluções para

¹¹ É pertinente observar que a unidade grupal, construída exclusivamente durante o processo de trabalho no grupo, não significa em hipótese alguma que os elementos do grupo devam pensar ou agir da mesma maneira. Ao contrário, conjugam-se e coexistem de forma harmoniosa opostos no grupo. Conforme Pichon Rivière (1980), a heterogeneidade é o elemento que permite a diversidade de posições e confrontos de ideias, enquanto a homogeneidade na tarefa, garantida por um mesmo nível de possibilidade de conhecer, permite o avanço mais ou menos estável na aprendizagem matemática.

os problemas que lhes são propostos e a comprometerem-se com a construção desse ambiente de trabalho específico, regulado por alguns princípios e normas, durante as horas destinadas à experiência de ensino e aprendizagem de em sala de aula. Por esse trabalho, considerado solidário e produtivo, os alunos recebem notas que compõem o quadro de notas que permitirá suas aprovações. Isso implica ampliar o processo promocional ou seletivo, pois o processo avaliativo ocorre no curso diário da disciplina, o professor precisa administrar o trabalho e projetar sua continuação no encontro seguinte, considerando as dúvidas e certezas expressas pelos alunos como pontos de ancoragem para levar à frente o processo de ensino.

Sobre a base teórica da AS: os grupos operativos e a psicanálise de orientação lacaniana

A Assimilação Solidária, cujo objetivo é estimular e valorizar o trabalho grupal, encontrou bem posteriormente às primeiras implantações em salas de aulas, nos diversos níveis de ensino de matemática, incluído o ensino superior, suas diretrizes em duas teorias psicanalíticas. Uma aborda a aprendizagem como resultado de processos grupais ou terapias de grupos operativos – a aprendizagem como cura do “sujeito doente” – e a segunda versa sobre a condução da clínica quanto ao tratamento das estruturas psíquicas na dialética do sujeito e do Outro. A primeira teoria é formulada por Pichon Rivière e a segunda teoria é a formulada por Jacques Lacan que resgatou, ao longo de seu ensino, importantes conceitos formulados por Sigmund Freud.

A AS, resumidamente, nasceu como uma proposta de intervir no sistema de aliciamento institucional, na época de atuação de docentes e alunos da UFRJ que estudavam os trabalhos de estruturalistas franceses e marxistas. Coincide essa época com a fase final do regime da ditadura militar, quando os movimentos estudantis se reergueram, quando houve o retorno de muitos líderes políticos e a mobilização da população nas ruas pelas “diretas já”. Portanto, as bases de nascimento da AS repousam sobre a filosofia e sua fundamentação, por necessidade de compreender o trabalho didático, as respostas dos alunos, seus modos preferenciais de responder, repousa na psicanálise.

Primeira questão a se levantar é que não se faz necessário um treinamento prévio dos alunos para ajustá-los ao trabalho grupal e somente depois deflagrá-lo. Isso é posto exatamente porque a tarefa do sujeito que aprende inclui ter de aprender a lidar com o outro que ali, diante daquele primeiro, se colocar. Esse princípio permite que uma disposição grupal equilibrada seja tangida ao longo do, e durante o, processo de ensino e aprendizagem. Objetiva-se que os grupos, ao serem estabelecidos por critérios firmados em sala de aula por meio de um contrato de trabalho, cheguem a uma estrutura básica de interação.

Nos termos de Pichon Rivière (1980), a estrutura básica de interação é alcançada quando há superação da relação de sociabilidade sincrética – estrutura básica de todo grupo – para sociabilidade interativa, nos diversos níveis. A partir de Lacan (1985) pode-se dizer que é o estabelecimento de uma separação entre eu/outro, explicitamente eu/outro (eles) no caso da sala de aula.

A sociabilidade sincrética não permite que seja reconhecida a mediação de um eu na relação com os sujeitos que integram o grupo. No quadro do ETV, é o professor o sujeito que detém a palavra, ou a fala. O professor goza da instância de poder que lhe permite interpretar as ações dos alunos. O professor interpreta diante do pragmatismo a que está submetido enquanto representante oficial da instituição de ensino e, portanto, de uma certa ordem: ele, enquanto significante, comparece na sala de aula como a Lei da Ordem e em razão desse investimento é reconhecido pelos alunos. É na correlação do significante a outro significante que se tem a produção de significações. A AS é informada pela teoria Lacaniana, de modo que se tem claro que uma função simbólica, como oposição inclusiva em relação ao sujeito, é exercida por um significante, o nome do pai, que guarda o lugar da Lei. É por meio do simbólico que se instaura a ordem, a normatização que determina o sujeito no universo sociolinguístico. É essa posição que ocupa o professor.

O desenvolvimento de uma dinâmica 12 interativa tem por objetivo levar os indivíduos nos grupos, por estarem ligados por circunstâncias de tempo e espaço, a se

¹² Evidentemente que nessa organização se pressupõe haver algumas regras sociais de interação diferentes daquelas que são encontradas no ensino tradicional. Essas regras, chamadas normas de trabalho, estabelecem não o controle de atitudes, mas, sim, definem situações específicas nas quais um trabalho necessariamente deve ocorrer. O objetivo final é fazer com que os alunos aprendam matemática. Assim, as

Perspectivas da Educação Matemática – UFMS – v. 8, n. 17 – 2015

proporem, de forma explícita ou implícita, tarefas que possam colaborar nas suas próprias metas e que têm por final um objetivo comum. Esse objetivo comum é supostamente, entre outras coisas, o de aprender matemática e a aprender a lidar com o outro, aprender a reconhecer e lidar com a existência de um segundo num mesmo jogo, em colaboração mútua, em que estão envolvidas trocas de informações, por via da recuperação do diálogo. É o reconhecimento do sujeito interpelado e que interpela nos desvãos do enunciado e da enunciação. Estabelece-se, enfim, uma complementação entre os alunos e entre estes e o professor. Nesse coletivo, todos, ao mesmo tempo e enfrentando as diversidades, se apresentam sujeitos da produção das condições mínimas necessárias para que cada um possa aprender, além de outras coisas, matemática. Enunciando-se na forma de uma premissa e tomando-a como diretriz, a partir dessa situação posta, tem-se que o grupo aprende, enquanto trabalha. Em outras palavras, o grupo operativo é alcançado, quando o grupo trabalha. Espera-se que, valorizando o trabalho do grupo em sala de aula, diante da promoção, os alunos aprendam, ou seja, aprendam fundamentalmente a indagar. Aprender a indagar significa, em última instância, se apropriar instrumentalmente de uma situação-problema, por meio de conceitos e noções matemáticas, ferramentas do interjogo sujeito-meio, relação mutuamente modificante. A partir do momento que se considera essa estrutura básica interativa, está sendo relevado o chamado fator humano que o ETV, via de regra, exclui em nome da cientificidade e objetividade com que se lida no ensino e aprendizagem de matemática.

Uma travessia relâmpago pela história mostra que os conceitos são os instrumentos, as ferramentas de trabalho com as quais a comunidade científica envolvida no processo de produção científica modifica a totalidade dos conhecimentos já produzidos, tomando estes como sua matéria-prima. Essa produção de conhecimento não subsistiria sem determinadas condições de produção. Na comunidade científica matemática não há trabalho isolado pois na atividade de produção de conhecimento se encontram envolvidos, pelo menos, o orientador seus orientados e a comunidade. Em suas condições de produção, podem ser encontrados basicamente a especialização, portanto pertença a um grupo de determinada área, e a distribuição de poder da palavra, portanto participação na política de estabelecimento da verdade e construção dos mecanismos de

normas interacionais combinadas estão inevitavelmente vinculadas à atividade matemática que ocorre em sala.

formação de certezas. Isto é, são as condições em que se funda um trabalho, em essência, de produção de significados. Da mesma maneira, na sala de aula ocorre uma produção e ela se dá por existirem certas condições propícias ao seu desenvolvimento, muito semelhantes àquelas encontradas na produção de conhecimento na prática científica da matemática.

Sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos

Por fim, para concluir a travessia por algumas propostas de ensino e aprendizagem, é apresentada a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, em que o trabalho ocorre a partir de um grande projeto envolvendo diversas áreas, e, ao mesmo tempo, são estabelecidos os pontos de contato entre as metodologias sobre as quais alguns aspectos foram destacados.

Nem tão nova, mas pouco conhecida ou referida, a ABP ou PBL, sigla para *Project-Based Learning*, parte do princípio de estruturar a turma em pequenos grupos de alunos que possam lidar com problemas da vida real. Espera-se que por meio dessa metodologia os alunos desenvolvam postura crítica e habilidades que os levem a se tornarem bons solucionadores de problemas. Tal como a RP, a Modelagem e a AS, na ABP considera-se o âmbito dos estudos sobre cognição, na vertente construtivista, para estabelecer ambientes de aprendizagem criativos e desafiadores consideradas as dificuldades dos alunos em lidarem com conteúdos. Ainda, como as demais, sua inserção em sala de aula objetiva que teoria e prática sejam integradas em resposta a insatisfação de alunos e de professores sobre a estrutura curricular com a qual lidam e para atender à demanda de formação multidisciplinar e interdisciplinar, flexibilizando as grades curriculares em torno de problemas ou projetos.

Uma das experiências mais significativas é a da Universidade de Aalborg que buscou inovar seu projeto pedagógico, diga-se assim, para o ensino universitário. O modelo acadêmico adotado para seus cursos distribuídos entre as três grandes áreas clássicas do conhecimento é baseado tanto em problemas quanto em projetos. Conforme Enemark e Kjaersdam (2009), do mesmo modo como proposto nas metodologias visitadas, os alunos são introduzidos a problemas que surgem em campos como o empresarial, o das organizações civis não governamentais, etc. e, sob a supervisão de

tutores, buscam soluções a partir de projetos em grupos e fazendo uso de tecnologia. Mas essa ação, conforme os autores, demanda que a instituição abrace a causa da formação autônoma do profissional e estabeleça que currículos sejam geridos por meio do trabalho em projetos, buscando a complementação nos cursos teóricos.

Como nas metodologias apresentadas, também na ABP é pressuposto que o aluno ocupe o lugar central do processo de aprendizagem. Objetiva-se que ele seja participativo e venha a desenvolver atitude crítica e colaborativa tornando o conhecimento significativo. Nesse sentido, reforça-se o fato de que a ABP, apoiada na psicologia cognitiva, estimula a aprendizagem como construção de conhecimentos em oposição ao que se tem no ETV que é a aprendizagem entendida como um processo meramente receptivo. Considerado o aspecto de construção cognitiva, discute-se como a ABP mobiliza, por meio do enfrentamento de problemas pelo aluno, a recuperação de informações sempre que necessárias para a resposta a novas situações.

Em termos das responsabilidades de alunos e professores, uma vez que se faz uso da estratégia grupal, as tarefas desses atores são bem definidas. Cabem aos alunos explorar o problema, tentar as primeiras soluções a partir de suas bagagens, de seus conhecimentos prévios, identificar o que não conhecem, avaliar seus empenhos no trabalho e delegar responsabilidades a cada integrante do grupo, trocar informações, aplicar conhecimento e avaliar o resultado alcançado comparando-o com a situação inicialmente proposta. Em resumo, espera-se que se engajem em seus processos de aprendizagem. Da parte do docente é esperado que, como mentor do projeto, oriente o grupo e saiba trabalhar com colegas de áreas afins, desenvolvendo a interdisciplinaridade tão propalada nas diretrizes de formação de profissionais das CET. Do ponto de vista da docência, é esperado que o tutor saiba ouvir os alunos, valorizar os conhecimentos por eles trazidos, fazer correções de rumo sem desencorajar os alunos ao longo do processo. Desse modo, é requerido que outros sistemas de avaliação e promoção sejam também pensados. Finalmente, outro ponto que se faz necessário destacar é sobre a configuração ou arrumação da sala de aula que, mormente, dificulta a realização de trabalhos com metodologias alternativas fundadas em grupos de trabalho. Quando se adentra uma sala de aula, sempre as mesas estão em forma matricial. Quando o professor desfaz essa organização e a estrutura em pequenas ilhas, o professor que adentra a sala na sequência reclama que encontrou a sala “desarrumada”. Esse é um dos aspectos de naturalização

que firmam o ETV nas instituições de ensino superior: pressupõe formação uniforme dos alunos, propícia ao controle do professor.

Considerações finais

As pesquisas, em que os esforços são dirigidos para conseguir fazer sobressair e trabalhar com aspectos sociais, psicológicos e pedagógicos na sala de aula, mostram que, em termos do rendimento que se quer que os alunos atinjam, os resultados obtidos são considerados, se não superiores, pelo menos iguais aos que são alcançados na experiência de ensino e aprendizagem tradicional.

De maneira geral, ainda são poucas as experiências realizadas no ensino superior em que se possa examinar minuciosamente e acompanhar tudo o que é visto e considerado concernente a tornar a operação de ensino eficaz: reações de alunos em tarefas específicas de aprendizagem de matemática durante uma situação particular de colaboração e trabalho conjunto em que eles estejam de fato engajados; reações dos professores à introdução de métodos alternativos em salas de aula; resolução de problemas com uso de dinâmicas de grupo; reações da instituição às primeiras modificações das aulas, etc.

Diante dos efeitos considerados promissores, dos quais se supõe cada vez mais aproximar-se, tanto da ordem da cognição quanto da ordem do afetivo, alguns pesquisadores que são professores buscam gradativamente investir em metodologias alternativas em turmas regulares.

É preciso destacar que, em princípio, os métodos de trabalho cooperativo eram introduzidos, como experimentações, em uma ou duas classes para depois estendê-los para toda a instituição. Pouco a pouco, então, eles foram sendo trazidos para dentro das diversas salas de aula, inclusive as de ensino superior, pois também nestas se verificavam comprometimentos sérios e preocupantes com relação à aprendizagem, principalmente no que concerne à matemática básica.

Das metodologias apresentadas, pode-se destacar como diretriz comum o trabalho de grupo, esperando-se que a aprendizagem se dê em ambientes, cuja condição de pequeno grupo é fundamental. Meio que deve promover a instalação de atividades conjuntas, dependentes e coordenadas de auxílio, a instauração de momentos de discussão de ideia e de troca de informações. O professor, nesse ambiente, se constitui um

coordenador de atividades e proponente de encaminhamentos. Como consequência dessa intervenção, espera-se que os alunos desenvolvam as condições favoráveis de, em ação conjunta, poderem evoluir em suas tarefas matemáticas, culminando, assim, numa aprendizagem significativa.¹³

É indiscutível que as metodologias alternativas (em geral, elaboradas a partir de perspectiva antropológica, explicitada ou não) desde o momento em que foram divulgadas em congressos e encontros internacionais têm sido amplamente debatidas, não obstante a introdução em sala de aula não seja tão simples em razão dos condicionantes institucionais. Tal fato pode ser verificado a partir da quantidade de artigos que são publicados em jornais e revistas (nacionais e internacionais), de circulação no meio da comunidade científica de educadores matemáticos e de educadores em engenharia, incluindo nas referências bibliográficas um número grande de outros artigos e publicações sobre o assunto. Nesses artigos se divulga onde e como são feitos ensaios e quais são os resultados conseguidos nessas experiências com métodos de aprendizagem grupal. Observa-se, pelas citações mútuas que ocorrem, que os artigos têm inspirado novas propostas de trabalho cooperativo. Por exemplo, sobre aprendizagem cooperativa há número significativo de trabalhos e livros sempre destinados a auxiliar professores, educadores e profissionais interessados em questões relativas às metodologias instrucionais, e principalmente, recomendado para cursos na área de educação; o foco de atenção está dirigido para suprir apresentações concomitantes de teoria, prática e pesquisa sobre aprendizagem em cooperação. Nos artigos encontrados em periódicos são discutidas pesquisas realizadas em salas de aula através de métodos interacionais, os resultados conseguidos e as estratégias usadas para a finalidade que se coloca: obtenção de sucesso na aprendizagem.

É importante observar e principalmente lembrar que até há alguns anos, no Brasil, a inserção de métodos de trabalho grupal em salas de aulas de ensino superior era mal vista. Não obstante, sabia-se que atividades coordenadas e coletivas eram difundidas entre escolas de ensino básico, algumas consideradas progressistas e modernas, em razão dos estudos na área da educação. Aliás, essa foi uma expressão que esteve na ordem do dia:

¹³ A problemática da aquisição de conceitos matemáticos que se abre é que não se trata de pôr o aluno para simplesmente resolver ou desenvolver tarefas matemáticas, mas, sim, de fazer com que os conceitos e noções implicados nessas atividades venham a funcionar como verdadeiras ferramentas significativas.

escola progressista. Designava-se aquela escola, cujos métodos adotados em suas salas de aula fugiam aos métodos tradicionais de ensino, diferenciando-a das escolas alcunhadas retrógradas. Esta estrutura, em que é privilegiado o trabalho cooperativo, organizava as salas de aula de tais instituições (muitas destas de caráter privado).

Já nas instituições de ensino superior, por exemplo, a implantação de metodologias alternativas era restrita a certos ambientes tidos e havidos como menos comprometedores. Admitia-se que fossem realizadas "atividades em grupo", por exemplo, nos momentos em que eram "dadas" as já conhecidas aulas de exercícios ou de recuperação (optativas), fora do horário obrigatório e por isso não interferiam no curso normal do tempo destinado à disciplina.

Poucos ousavam e ainda poucos ousam provocar alguma transformação de suas salas de aula em nível superior. É preciso mudar as salas de aula que estão sempre lotadas, comportando, por vezes, mais de sessenta alunos, impedindo a organização da turma em pequenos grupos de trabalho. Se é para pensar em um número ideal para desencadear o trabalho em grupo, experiências têm mostrado que turmas constituídas por trinta alunos são recomendáveis, considerado o fato que alguns alunos tendem a rejeitar o trabalho, buscando nas ouvidorias da universidade acolhimento para suas insatisfações quanto à introdução de metodologias que os obriguem a pensar, radicalmente distintas do que se encontra naturalizado no ETV.

Por fim, toda modificação da estrutura de uma sala de aula requer que sejam modificados os critérios promocionais e de seleção. Talvez seja esse o ponto que de certo modo impede que metodologias alternativas ao ETV sejam implementadas. É preciso separar a avaliação da premiação sim, mas, se não é possível, que ao menos se ajunte, nos critérios promocionais, a valoração do processo de trabalho. Que se continue a tentar provocar abalos no ETV e a tirar, tanto o aluno quanto o professor, de suas zonas de conforto.

Referências

ALMEIDA, L. L. W.; VERTUAN, R. E. Modelagem matemática: encaminhamentos para a sala de aula. Discussões sobre “como fazer” modelagem matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, L. L. W.; ARAÚJO, J. de L.; BISOGNIN, E. (Orgs.) **Práticas de modelagem matemática na educação matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Londrina: Eduel, 2011. (eBook por Kobobooks)

ALVES, F. R. V. e BORGES NETO, H. Aplicação de uma Metodologia de Ensino do Cálculo a Várias Variáveis: o caso do Teorema de Clairaut-Schwarz. In: XIII CIAEM, Recife. **Proceedings**, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 2011. Disponível em <http://www.lematec.net.br/CDS/XIIICIAEM/artigos/660.pdf>.

AMORIM, L. I. F.; REIS, F. da S. A (re)construção do conceito de limite do cálculo para a análise. In FROTA, M. C. R.; BIANCHINI, B. L.; CARVALHO, A. M. F. T. (Orgs.) **Marcas da educação matemática no ensino superior**. Campinas (SP): Papirus, 2013.

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009.

ARTIGUE, M.; MENIGAUX, J.; VIENNOT, L. (1990); Some Aspects of Students' Conceptions and Difficulties about Differentials. **European Journal of Physics**, 11: 262-267.

ARTIGUE, M. Ingénierie diadactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 9/3, 1990.

BALDINO, R. R.; CABRAL, T. C. B. Situations of Psychological Cognitive No-Growth. In: Psychology of Mathematic Education, 29th, 2005a, Melbourne. **Proceedings**, University of Melbourne: 2005a, v.2, p. 105-112.

BALDINO, R. R.; CABRAL, T. C. B. Inclusion and diversity from Hegel and Lacan point of view: do we desire our desire for change? **International Journal of Science and Math Education**, Netherlands, p. 1-25, 2005b.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2006.

BESCHERER, C.; SPANNAGEL, C. Design patterns for the use of technology in introductory mathematics tutorials. In: TATNALL, A.; JONES, A. (Eds.). Education and Technology for a better world: **Proceedings** of the 9th IFIP TC 3 World Conference on Computers in Education, WCCE 2009, Bento Gonçalves. Germany: Springer, 2009. p. 427-435.

BIANCHETTI, L. Da chave de fenda ao laptop. Petrópolis: Vozes, 2001.

BORBA, M. C. e PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. A. **Educação a Distância Online**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2007.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

BORGES, M. N.; AGUIAR NETO, B. G. Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia: análise comparativa das propostas da ABENGE e do MEC. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.19, n.2, pp.1-7, dez. 2000.

BOTELHO, F. V. U. & VICARI, R. Evaluation of distance course effectiveness – exploring the quality of interactive processes. In Arthur Tatnall & Anthony Jones (Eds.). *Education and Technology for a better world*. In: 9th IFIP TC 3 World Conference on Computers in Education, WCCE 2009, Bento Gonçalves. **Proceedings**, Germany: Springer, 2009, p.26-35.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. Diretrizes curriculares. Disponível em <<http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/resolucao/1102Engenharia.doc> >. Acesso em: 20 ago. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/ecp/docs/diretriz.pdf>. Acesso em: jan. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação – CNE. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Parecer CNE/CES 1362/2001, de 12 de dezembro de 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação – CNE. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação – CNE. Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação. Parecer CNE/CES 583/2001, de 04 de abril de 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0583.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

BROUSSEAU, G. **Theory of didactical situations in mathematics: didactique des mathematiques**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997.

BROUSSEAU, G. Les obstacles epistemologiques et les problemes en Mathématiques. In **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble: La pensée sauvage, v. 4, n. 2, pp. 165–198, 1983.

CABRAL, T. C. B. Vicissitudes da aprendizagem em um curso de cálculo. 1992. **Dissertação** (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP).

CABRAL, T. C. B. Contribuições da Psicanálise à Educação Matemática. A lógica da intervenção didática em processos de aprendizagem. **Tese** (Doutorado em Educação) São Paulo: Universidade de São Paulo, USP, 1998.

CABRAL, T. C. B. Affect and Cognition in Pedagogical Transference: A Lacanian Perspective. In: WALSHAW, M. (Org.). **Mathematics Education within the Postmodern**. Greenwich: Information Age Publishing Inc., 2004, p. 141-158.

CABRAL, T. C. B. Interpretando esquemas de aprendizagem matemática. In: ANDREATTA-DA-COSTA, L.; NIESTZKE, J. A. **A educação em engenharia: fundamentos teóricos e possibilidades didático pedagógica**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012, p. 142-176.

CABRAL, T. C. B.; BALDINO, R. R. Educação matemática conversando com psicanálise. **Zetetiké**, Campinas, v. 18, 2010, p. 621-652.

CABRAL, T. C. B.; BALDINO, R. R. Formal inclusion and real diversity in an engineering program of a new public university. In: Psychology of Mathematic Education, 28th, 2004, Bergen. **Proceedings**, University College, 2004, v. 2. p. 175-182.

CABRAL, T. C. B.; CATAPANI, E. Imagens e olhares em uma disciplina de Cálculo em serviço. **Zetetiké**, Campinas, v. 11, n. 19, 2003, p. 101-116.

CARVALHO, A. M. F. T.; CABRAL, T. C. B. Teacher and students: setting up the transference. **For the Learning of Mathematics**, Kingston, v. 23, n. 2, p. 11-15, 2003.

CATAPANI, E. C. Alunos e professores em um curso de Cálculo em serviço: o que querem? 2001. **Dissertação** (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado**. Argentina: AIQUE, 1997, 196 p.

CORNU, B. Limits. In: TALL, D. (Ed.) **Advanced Mathematical Thinking**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991, p. 153-165.

CRITERIA for accrediting engineering programs. Disponível em <http://www.abet.org/images/eac_criteria_b.pdf>. Acesso em: 27 out. 2001.

CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

CURY, H. N. Pesquisas em análise de erros no ensino superior: retrospectiva e novos resultados. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.). **Educação Matemática no ensino superior: pesquisas e debates**. Recife: SBEM, 2009. p. 223-238.

CURY, H. N. Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia e disciplinas matemáticas: opções metodológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 20, n.2, p. 1-7, dez. 2001.

DOUADY, R. Jeux de Quadres et dialectique outil object. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 7, n. 2, p. 5-31, 1986.

DUBINSKI, E.; McDONALD, M. A. APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. Disponível em <http://www.math.wisc.edu/~wilson/Courses/Math903/ICMIPAPE.PDF>. Acesso em abril 2015.

ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009, p. 17-41.

FERREIRA, R. S. Tendências curriculares na formação do engenheiro do ano 2000. In: LINSINGEN, I v. et al. (Org.) **Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

FROTA, M. C. R. Ambientes que favorecem a visualização e a comunicação em cálculo. In FROTA, M. C. R.; BIANCHINI, B. L.; CARVALHO, A. M. F. T. (Orgs.) **Marcas da educação matemática no ensino superior**. Campinas (SP): Papyrus, 2013. – (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Org.) (2009); **Educação Matemática no ensino superior: pesquisas e debates**. Recife: SBEM, 2009.

GONÇALVES, D. C.; REIS, F. da S. Atividades investigativas de aplicações das derivadas utilizando o GeoGebra. **BOLEMA**, v. 27, n. 46, p. 417-432, ago. 2013.

HOWSON, A. G. et al. Mathematics as a service subject. In: CLEMENTS, R.R. et al. (Eds.). **Selected papers on the teaching of mathematics as a service subject**. New York: Springer-Verlag, 1988. p. 1-16.

LACAN, J. **O seminário de Jacques Lacan**. Livro II: o eu na teoria de Freud e na técnica da psicanálise (1954–1955). Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

LACAN, J. **O seminário de Jacques Lacan**. Livro XI: os quatro conceitos fundamentais da psicanálise (1964). Rio de Janeiro: Zahar, 1995.

LACHINI, J.; LAUDARES, J. B. (Org.) **Educação Matemática: a prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo**. Belo Horizonte: FUMARC, 2001.

LAUDARES, J. B.; LACHINI, J. O uso da Matemática em cursos de Engenharia da perspectiva dos docentes de disciplinas técnicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 1, p. 39-45, 2005.

MENESTRINA, T. C.; MORAES, A. F. Alternativas para uma aprendizagem significativa em engenharia: curso de matemática básica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 30, n. 1, p. 52-60, 2011.

MEYER, J. F. da C. A.; CALDEIRAS, A. D.; MALHEIROS, A. P. dos S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.

MEYER, J. F. da C. A.; SOUZA JUNIOR, A. J. Tecnologias da informação e educação na universidade: a produção coletiva dos professores de matemática. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.). **Educação Matemática no ensino superior: pesquisas e debates**. Recife: SBEM, 2009. p. 253-265.

ONUCHIC, M. L. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.) **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999, p. 199-220.

ONUCHIC, M. L.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. Rio Claro: **BOLEMA**, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011.

PASSOS, F. J. V. et al. Programa de tutoria: uma esperança. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: PUCRS, 2001. CD.

PEDROSO, M. C.; KRUPCHACK, J. E.; Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de cálculo em cursos de engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, **Anais**, Recife, 2009. Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenges-antiores/2009/2009--xxxvii-cobenge-recife-pe>.

PICHON-RIVIÈRE, E. **El proceso grupal**. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1980.

POLYA, G. **How to solve it: a new aspect of mathematical method** (With a new foreword by John Conway). Princeton: Princeton University Press, 2004. (eBook por Kobobooks)

REZENDE, W. M. O Ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. **Tese** (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-27022014-121106/>>. Acesso em: 2012-11-10.

SCHOENFELD, A. Reflections on Problem Solving Theory and Practice. Montana: **The Mathematics Enthusiast**, Vol. 10, n.1&2, pp. 9-34, 2013.

SELDEN, A.; SELDEN, J. Proof and problem solving at university level. Montana: **The Mathematics Enthusiast**, Vol. 10, n.1&2, pp. 303-334, 2013.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro, PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SOARES, E. M. do S. Experiências na construção de ambientes virtuais de aprendizagem. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1999, Natal. **Anais**. p. 2686-2692.

SOARES DE MELLO, M. H. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Reflexões sobre o Ensino de Cálculo. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2007, Curitiba.

Anais. Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenges-antiores/2007/2007--xxxv-cobenge-curitiba-pr>.

TALL, D. Cognitive Growth in Elementary and Advanced Mathematical Thinking. In: Meira, L & Carraher, D. (Eds.): **Proceedings** of the 19th PME Conference, v.1, p. 61-75, 1995

TALL, D. (Ed.) **Advanced Mathematical Thinking**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.

TANAKA, J. S.; CAPELA, M. V.; CAPELA, J. M. V. Uso de Softwares de Domínio Público nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral. In XXXIV Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2012, Águas de Lindóia (SP). **Anais**. Disponível em http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxxiv_cnmac/pdf/549.pdf

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 10/2 , 133-170, 1990.

VINNER, S.; DREYFUS, T. Images and Definitions for the Concept of Function. **Journal for Research in Mathematics Education**, 20(4), p. 356-366, 1989.

WALSHAW, M.; CABRAL, T. C. B. Reviewing and thinking the affect/cognition relation. In: Psychology of Mathematic Education, 29th, 2005, Melbourne. **Proceedings**, University of Melbourne, 2005, v. 4, p. 297-303.

WEIGEND, M. Applying informatics knowledge to create 3D worlds. In Arthur Tatnall & Anthony Jones (Eds.). Education and Technology for a better world. In: 9th IFIP TC 3 World Conference on Computers in Education, WCCE 2009. **Proceedings**, Germany: Springer, 2009, p.178-186.

WILKINSON, J.; MATTHEW, B.; EARNSHAW, H. Engineers need mathematics but can we make it interesting? In: International Conference on Engineering Education, 2001, Oslo. **Proceedings**. Oslo, Noruega, Aug. 2001. CD.

ZUCHI, I. A integração de ambientes tecnológicos no ensino: uma perspectiva instrumental e colaborativa. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.), **Educação Matemática no ensino superior: pesquisas e debates**. Recife: SBEM, 2009, p. 239-252.

Submetido em setembro de 2015

Aprovado em novembro de 2015