



Diretrizes para a Licenciatura em Matemática¹

Antonio Carlos Carrera de Souza²

Geraldo Perez²

Irineu Bicudo²

Maria Aparecida Viggiani Bicudo²

Miriam Godoy Penteado da Silva²

Roberto Ribeiro Baldino²

Tania Cristina Baptista Cabral³

Objetivo

O curso de Licenciatura em Matemática tem por objetivo a formação do agente social que vai exercer a profissão de professor do 1º e 2º graus no momento atual da realidade brasileira.

Perfil do Licenciando

O Profissional que a Licenciatura visa a formar deve ser LIVRE, COMPETENTE e COMPROMETIDO. A seguir, tentamos deixar explícito o sentido em que estamos entendendo cada uma dessas categorias.

LIBERDADE deve ser entendida no contexto do Curso que se propõe formar recursos humanos para trabalhar com Educação, ensinando Matemática. Entendemos que esse profissional deva ser formado de tal modo que possa ser INDEPENDENTE, tendo condições para ESCOLHER o tema que trabalhará com seus alunos e a forma pela qual irá trabalhá-lo, isto é, a METODOLOGIA.

Para que o licenciado possa realizar tal escolha, é preciso que tenha desenvolvido, tanto uma concepção sobre as idéias que embasam o conteúdo

¹ Digitalizado por Adriana Richit e Andriceli Richit.

² Docentes da UNESP, Campus de Rio Claro.

³ Aluna de Mestrado em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro.

matemático a ser ensinado, como uma compreensão do ser humano a quem ele irá ensinar tal conteúdo. Deve, portanto, ter desenvolvido uma compreensão do contexto histórico e sócio-cultural onde ambos, a Matemática e o ser humano, estão situados.

COMPETÊNCIA é entendida aqui como a condição que permite a liberdade. Ela não se reduz ao domínio do conteúdo matemático, mas exige também a compreensão das idéias básicas que o suportam, ou seja, exige que a pessoa domine os modos de pensar próprios da criação e do desenvolvimento da Matemática. Quanto maior for o domínio de conteúdos que o licenciado adquirir por um único método, maior será sua dificuldade em tentar outros. Como não se pode assegurar a existência de um método ótimo, é preciso que, em seu aprendizado de Matemática, ele seja exposto a uma variedade de métodos de ensino e de possibilidades de aprendizagem. Isso permitirá que se torne flexível quanto aos modos pelos quais outros tratam a Matemática, não se limitando, portanto, a REPETIR e sustentar o seu método como único método válido de ensino e de aprendizagem.

O método tradicional, vigente no ensino da Matemática na Universidade, tem-se constituído, “grosso modo”, no único método pelo qual a Matemática é ensinada. Isso tem feito com que, sistematicamente, a aprendizagem da Matemática se tenha tornado uma questão de repetição do processo pelo qual alguns triunfam, e a grande maioria fracassa.

O ensino das disciplinas pedagógicas não se tem mostrado suficiente para quebrar as conexões da rede de repetição. Isso, talvez porque, não sendo matemático o conteúdo de tais disciplinas, se gera a impressão, desenvolvida em opinião e em juízo de valor, de que os métodos nelas adotados não se prestam ao ensino da Matemática.

Competência é, portanto, compreendida em termos de domínio dos fundamentos que sustentam a ESCOLHA de conteúdos matemáticos a serem trabalhados e da metodologia pela qual tais conteúdos serão trabalhados, incluindo necessariamente o domínio dos instrumentos que permitem desenvolver o pretendido com eficácia.

É entendida, ainda, como competência política. É preciso que o licenciando desenvolva conhecimentos sobre o contexto de trabalho para que possa, ao ESCOLHER, ter condições para jogar com as várias possibilidades (por em ação sua flexibilidade) e saber até que ponto pode desviar as condições de sua sala de aula do tradicional, do esperado ou do determinado pela direção, pelas normas e pelas leis da

instituição.

O COMPROMISSO é entendido como inconformismo com o quadro geral de FRACASSO do ensino da Matemática em suas múltiplas dimensões. É um compromisso de ação e de transformação; portanto, político. Garante que o licenciado não perderá as oportunidades que se apresentarem de modificar o quadro geral de fracasso. É preciso, para tanto, que tenha desenvolvido conhecimento sobre a situação das escolas em que será profissional, tanto as da rede particular como as da pública, tanto as das classes dominantes quanto as periféricas.

Sobre a estrutura cognitiva e os conceitos matemáticos

Situaremos os conteúdos matemáticos trabalhados em 1º e 2º graus em dois domínios do pensamento, entre os quais há um abismo que, no âmbito da filogênese, a história só transpôs no final do século XIX e, no âmbito da ontogênese, só começa a ser transposto na passagem para o 3º grau: são o contínuo geométrico, domínio da medida, e o discreto numérico, domínio da contagem.

Para que, ao final do 2º grau, o aluno comece a fundir esses dois domínios numa síntese conceptual, é importante que o substrato de ações que possibilita essa fusão tenha sido trabalhado desde os primeiros anos da escolaridade. Esse substrato é constituído pelo tratamento da noção de infinito (ilimitado, infinitamente grande e infinitamente pequeno) através de situações vivenciais em que esteja envolvida a noção de LIMITE (como processo e como barreira). Trata-se de ação, não ainda de pensar sobre ela.

Para organizar o ensino de 1º e 2º graus de maneira livre, competente e comprometida, o licenciado deve ter visão multiperspectival da relação problemática desses conteúdos: não só a visão estritamente matemática, mas também visão de sua relação com as demais ciências, principalmente com a Física como ciência motivadora de problemas recentes, visão histórica, psicológica e política.

Para tanto, a Licenciatura deverá:

1º) levar o aluno a construir sua estrutura cognitiva no domínio da Matemática para sintetizar os domínios contínuo geométrico e discreto numérico numa unidade

conceptual única;

2º) usar essa estrutura cognitiva na análise multiperspectival do objeto de ensino do 1º e 2º graus.

A construção da estrutura cognitiva deve ser objetivo de disciplinas chamadas “de conteúdo matemático”, ressaltando-se desde já, que “disciplina de conteúdo matemático” não implica necessariamente, embora não exclua, o emprego da metodologia tradicional vigente do bacharelado: exposições introdutórias, exercícios para casa, livro de texto, provas escritas, etc., nem dos valores associados a essa metodologia: distinção e promoção dos “melhores”. Pelo contrário, é preciso que o aluno experimente e saiba que a construção de sua estrutura cognitiva pode ser feita também por outras metodologias, associadas a outros valores, como por exemplo “estar com”, “caminhar junto”, etc. A experiência de outras metodologias em disciplinas de conteúdo e a condição de possibilidade da futura liberdade metodológica (escolha, aperfeiçoamento e criação) do licenciando.

As disciplinas “de conteúdo matemático” devem-se ocupar da fusão dos domínios discreto e contínuo, porém, quando necessário, devem propiciar o prolongamento e reforço desses domínios, sem o que não haverá o que fundir. Isso deve ocorrer em disciplinas iniciais sobre tópicos como:

1º) no domínio contínuo: técnicas de desenho geométrico com régua e compasso, perspectiva cavaleira, isométrica e cônica, geometria descritiva, (com objetivo de ensinar a fazer, não de fundamentar nem de ensinar a demonstrar);

2º) no domínio discreto: álgebra elementar, fatoração e radiciação, análise combinatória, probabilidade e estatística elementares, introdução à computação numérica.

Em seguida, devem começar as disciplinas que vão proporcionar a fusão do discreto e do contínuo numa nova síntese conceptual e operatória que na filogênese começou com a geometria analítica. Vemos aí dois caminhos que devem ser seguidos paralelamente a partir de uma disciplina básica de geometria analítica, ainda não vetorial: a construção do pensamento diferencial e a construção do pensamento algébrico.

O pensamento diferencial tem, como núcleo a integração de taxas de variação em seus múltiplos níveis e desdobramentos: diferenciação e integração de funções de uma variável real, problemas que recaem em equações diferenciais ordinárias elementares, a integração das taxas de variação em situações mais gerais, como os teoremas de Gauss e Stokes e o efeito das aproximações sobre as operações de derivação e integração.

A construção do pensamento diferencial se completa com a análise das exceções e contradições a que ele leva, bem como da maneira pela qual a história resolveu essas contradições. O conceito de número real e a pedra fundamental dessa análise. O licenciando deve conhecer o tipo de solução a que essa posição fundamental conduz; o axioma do supremo, o teorema do valor intermediário, teorema do máximo, derivada da função inversa, integral de Riemann, medida de Jordan, séries de potências, topologia do \mathbb{R}^n , teorema das funções implícitas em duas e três variáveis, curvas no espaço e sobre superfícies no \mathbb{R}^3 .

O pensamento algébrico constrói-se a partir da geometria analítica, prossegue com a álgebra linear e multilinear, depois com outras estruturas algébricas (grupos, anéis e corpos) e têm um acabamento natural nas construções com régua e compasso, justificadas pela teoria de Galois.

A disciplina de variáveis complexas situa-se na confluência do acabamento da construção desses dois pensamentos: um caso particular da derivação de funções de duas variáveis com a operação de divisão dos complexos que leva a uma matriz jacobiana (múltipla de uma) ortogonal, conseqüentemente a de Cauchy, permitindo uma compreensão definitiva do logaritmo, a demonstração do teorema fundamental da álgebra e uma visão inicial de equações diferenciais parciais, objeto de grande parte da Matemática computacional e não computacional deste final de século. Com essa disciplina, arremata-se a estrutura cognitiva do licenciando no domínio da Matemática.

Com a estrutura cognitiva assim construída, o licenciando pode completar sua visão dos conteúdos do segundo grau pela perspectiva da Matemática. Isso deve ser feito sob a unidade metodológica de duas disciplinas que tematizem a Matemática elementar do ponto de vista avançado. Não se trata aqui de disciplinas pedagógicas que tematizem o aluno do 1º e 2º graus. São disciplinas de conteúdo matemático, embora não de construção da estrutura cognitiva; esta deve ser suficiente para que o aluno

assimile os conhecimentos relativos a essas disciplinas, objetivando sempre sua própria formação.

Numa dessas disciplinas ele deve ver ou rever: introdução ao cálculo proposicional; introdução à teoria axiomática dos conjuntos, axiomas de Peano, aritmética transfinita e os conceitos de ordinal e cardinal; construção dos inteiros e mergulho de um domínio de integridade no corpo de frações; construção dos reais por cortes de Dedekind, séries de Weierstrass e seqüências fundamentais; as funções trigonométricas, logarítmicas e exponenciais por séries de potências e por integração; construção do logaritmo pela extensão e inversão das exponenciais racionais aos reais; irracionalidade de pi e transcendência de “e”.

Também sob a unidade metodológica de uma única disciplina, o licenciando deve ter uma visão correspondente à acima, porém em relação a conteúdos de geometria. Os tópicos seriam: a Geometria Euclidiana (analítica); a necessidade dos postulados como descrição de propriedades da realidade física; as tentativas de demonstrar o V Postulado; as Geometrias Não-Euclidianas de Gauss-Lobatchevski-Bolyai e de Riemann. As Geometrias Afim e Projetiva. Relações entre a Álgebra Linear e as Geometrias Afim, Projetiva e Euclidiana.

Sobre os conteúdos pedagógicos

A divisão de conteúdos em matemáticos e pedagógicos é mais institucional que onto ou filogenética. Falaremos em conteúdos pedagógicos sempre que se trate de reconhecer, explicitar e tematizar as componentes humanas inerentes aos conteúdos matemáticos.

Não é só no domínio da Matemática que a estrutura cognitiva do aluno tem de ser construída. Ao contrário do que ocorre no plano institucional, do ponto de vista da psicologia genética não há separação clara, por exemplo, entre Matemática e Física, nem mesmo entre Matemática e língua materna. Embora não esteja bem determinada, a aderência da Matemática na estrutura cognitiva não pode ser ignorada. Algumas das disciplinas não matemáticas também terão caráter formador dessa estrutura cognitiva, tornando-a apta a reconhecer problemas, por exemplo, em Filosofia e Sociologia e a assimilar conhecimentos, por exemplo, de Física e de Psicologia.

As disciplinas de cunho pedagógico buscam efetivar um pensar sobre a educação do ser humano dentro e fora da realidade escolar. Para tanto, é fundamental instrumentar o futuro professor para pensar sobre o humano imerso nas relações sócio-político-cultural-históricas presentes no ato educador.

Para instalar o pensar sobre educação, é necessário o domínio dos seguintes conteúdos:

- relacionamento escola-sociedade
- determinantes sociais da aprendizagem
- estruturas educacional e escolar
- interferências políticas no gerir da educação
- diretrizes políticas da educação
- teorias da educação formal e da informal
- psicologia do desenvolvimento
- teorias da psicologia e da psicanálise
- interferências psicológicas no ensino e na aprendizagem
- principais correntes psicopedagógicas no ensino e na aprendizagem (Skinner, Bruner, Kaget, Rogers, Vygotsky e Chomsky)
- antropologia filosófica (Cassier, Heidegger, Sartre, Kierkegard, Habermmas)
- a ideologia subjacente às diferentes propostas em Educação Matemática.

No ato educador é fundamental instrumentar o aluno para a ação concreta, sem que o futuro professor perca de vista as relações sócio-político- cultural -históricas que regem a prática educativa.

Para iniciar a ação sobre o ato educador, é fundamental o domínio das seguintes habilidades:

- pesquisa da realidade escolar
- análise crítica de pesquisas educacionais
- elaboração de projetos de ação que envolvam as principais questões de Educação Matemática (problemas de aprendizagem, pontes de estrangulamento na metodologia do ensino de Matemática, relações da didática/psicologia/conteúdo matemático/prática escolar)
- análise do ensino tradicional vigente
- elaboração de propostas alternativas no ensino de Matemática (modelagem,

resolução de problemas, Etnomatemática; assimilação solidária)

– regência de cursos e de aulas para avaliar os projetos propostos.

Com o estabelecimento da dinâmica proposta, busca-se uma relação de trocas recíprocas entre a Licenciatura e a realidade escolar de 1º e 2º graus.

Estes conteúdos devem ser objeto não só de disciplinas específicas, mas alguns deles podem ser abordados em disciplinas de “conteúdo matemático” desde os primeiros semestres do curso, através de metodologias adequadas.

Conteúdos Históricos e Filosóficos

As disciplinas de Física devem fornecer o substrato para a visão histórica dos conteúdos matemáticos, especialmente sobre as origens do pensamento diferencial. A visão histórica do licenciando sobre os conteúdos do 1º e 2º graus deve-se completar com a história recente da Matemática, a aritmetização da Análise e o problema da consistência, o intuicionismo, logicismo e o formalismo de Hilbert-Bourbaki.

Devem ser abordadas as principais posições da Filosofia na Educação, na Educação Matemática e na Matemática.

Considerações sobre licenciatura e bacharelado: objetivos e métodos

Pressupomos que o Curso de Licenciatura terá a duração de 4 anos e que será constituído por um elenco de disciplinas, algumas anuais, outras semestrais, uma parte delas comum ao Bacharelado.

Segundo os objetivos, essas disciplinas são mais ou menos afetadas pela seguinte categorização:

– disciplinas de conteúdo matemático, que visam à construção da estrutura cognitiva do aluno;

– disciplinas de conteúdo matemático que visam a complementar a estrutura matemática do aluno na especificidade da Licenciatura;

– disciplinas de conteúdo pedagógico.

Por “metodologia de ensino” entenderemos aqui:

1º) a pedagogia como código de valores estabelecido em primeira instância pelo contrato de trabalho inicial da disciplina, corroborado/questionado pelas lideranças emergentes durante seu desenrolar e no qual se expressarão os desejos (aprender/passar) dos alunos;

2º) a didática, como estratégia de apresentação seqüencial das situações em que serão trabalhados os conteúdos da disciplina.

A Licenciatura deve respeitar o princípio de liberdade do perfil do Licenciando a formar em seu próprio projeto curricular, traduzindo-o aí pelo princípio da autonomia metodológica de cada docente. Em outras palavras, cada docente deve ser livre para escolher a metodologia que melhor seja adequada aos objetivos da disciplina que vai ensinar.

Portanto, a uniformidade metodológica das disciplinas da Licenciatura - sejam elas de conteúdo matemático ou pedagógico e sejam elas específicas ou comuns ao Bacharelado - além de ser valor questionável, só poderia advir de consenso entre os docentes. O departamento deve cuidar para que todos os diferentes pontos de vista e tendências estejam democraticamente representados em seu colegiado.

Na medida em que Licenciatura e Bacharelado em Matemática têm uma interseção não desprezível, seja qual for a perspectiva da medida, a questão da metodologia das disciplinas da Licenciatura envolve também o Bacharelado e a distinção dos objetivos desses dois Cursos.

Vejamos os aspectos mais relevantes para a questão metodológica.

A Licenciatura é um curso terminal que visa a formar o profissional para atuar no mercado de trabalho no dia seguinte à formatura.

O Bacharelado é o curso inicial da carreira de matemático, cuja formação exige o prolongamento no Mestrado, no Doutorado e em atividades de pesquisa. O mercado de trabalho é, geralmente, a docência em terceiro grau, iniciada, via de regra, só após o Mestrado.

O bacharel vai seguir uma carreira, cujo valor fundamental é a competição individual. Na organização estrutural da ciência nunca houve mais que 5 ou 6 grandes matemáticos vivos.

O licenciado vai seguir uma carreira, cujo valor fundamental é a cooperação. A expectativa é que ele possa ensinar Matemática a todos.

Conseqüentemente, a metodologia adequada ao Bacharelado é a que se encontra tradicionalmente em suas disciplinas: partindo de conteúdos matemáticos anteriormente adquiridos, fazem-se exposições iniciais, passam-se exercícios para casa e termina-se com avaliações do produto por provas escritas.

Já para a Licenciatura, é mais adequada, por exemplo, uma metodologia que parta da vivência dos alunos em atividades escolares, envolvendo alunos de 1º e 2º graus, para terminar em exposições sistematizadoras, (às vezes feitas pelos próprios alunos) e avaliações do processo.

Numa palavra, as metodologias adequadas ao Bacharelado separam os alunos diante de metas individuais diferenciadas. As metodologias adequadas à Licenciatura unem-nos em pontos de partida comuns e põem-nos a caminhar para atingirem um objetivo coletivo.

Como a condição para escolha livre é o conhecimento das opções, antes que o aluno se decida pelo Bacharelado ou pela Licenciatura, ele deve ter tido experiências em disciplinas com metodologias específicas da Licenciatura, o que não costuma acontecer.

Não se trata de oferecer-lhe uma disciplina de conteúdo pedagógico com metodologia específica da Licenciatura para que ele compare com outra, de conteúdo matemático, com metodologia do Bacharelado. Trata-se de oferecer-lhe a oportunidade de comparar metodologias distintas em disciplinas de mesmo objetivo, principalmente as de conteúdo matemático.

Nesse sentido, em sua programação, o Departamento deve procurar fazer com que haja pelo menos duas disciplinas em cada semestre, desde o primeiro, ministradas por metodologias específicas da Licenciatura. Entre estas devem estar, naturalmente, as disciplinas que visam a prolongar as vivências dos calouros nos domínios discreto e contínuo, denominadas impropriamente de disciplinas de ensino “remedial”. Para que a mesma disciplina possa ser ministrada em anos diferentes por metodologias diferentes, com diferentes espectros de conteúdos trabalhados, algumas disciplinas podem ser previstas sob a forma de “tópicos de...”.