

GRUPO FEDATHI

Grupo de Pesquisa em Educação Matemática

Cadernos de Aritmética

Desenvolvimento do Raciocínio Lógico-Matemático

Hermínio Borges Neto*

e

Ana Maria Iório Dias**

* Doutor em Matemática, Professor Adjunto do Departamento de Matemática da UFC.

** Mestre em Educação, Professor Assistente da Faculdade de Educação da UFC.

1. Qual o problema?

Esse projeto resultou da angústia que se sentia (e sente-se, ainda) diante da situação atual do Ensino de Matemática nas nossas Escolas, sobretudo nas Escolas Públicas, e, em consequência disso, da necessidade de se buscar uma proposta de Educação Matemática que se trabalhasse mais o raciocínio e a compreensão de processos do o manejo de algoritmos e de sentimentos de incompetência.

Observa-se que, em regra geral, a matemática é transmitida de forma autoritária, onde predominam regras e algoritmos, impostos (ou "despejados") pelo professor ao aluno que, passivamente, qual uma "esponja, é obrigado a absorver e, o que é pior, a repetir esse conhecimento vida afora.

Ignora-se que o aluno passa por etapas distintas de aprendizagem, num crescer contínuo (mas não linear) até chegar à compreensão do conhecimento no estágio social em que se encontra atualmente. O professor prefere (e isso se deve à sua formação) "transmitir", ao aluno, o conhecimento já formalizado (elaborado), sistematizado, tal como a ciência o apresentou.

Nós acreditamos que o indivíduo reproduz ativamente os estágios que a humanidade percorreu para compreender os ensinamentos matemáticos, sem que, para isso, necessite dos mesmos milênios que a história consumiu para chegar ao momento atual.

Assim, há necessidade de se construir a idéia de numeral (por exemplo), para representar socialmente as quantidades, conservando esse numeral (podendo representar a mesma quantidade de diferentes formas, mas percebendo que a quantidade é a mesma), agrupando objetos de seu convívio (ou não) - pela necessidade de trabalhar com categorias para simplificar a representação da realidade, e, posteriormente (após a compreensão dos símbolos sociais - os signos-), poder operar (fazer diversas operações) com as quantidades, e, finalmente, recriar diferentes formas de quantificação, medição, etc.

Percebe-se, então, que esses são os passos que o conhecimento matemático percorreu ao longo de nossa história. Por isso, é importante que o professor de matemática conheça esses passos, conheça as necessidades mentais e sociais que levaram o homem a produzir esses conhecimentos e utiliza-los em sala de aula, para que seus alunos possam reconstruir (à sua maneira, e dessa vez convivendo com uma realidade diferente) seus conhecimentos e utiliza-los (já atualizados) no meio em que vive.

Dessa forma, procuramos trabalhar com os estágios mentais de desenvolvimento propostos por Piaget e atualizados (ou enriquecidos) por Vygotsky, Wallon, Ferreiro, Garcia Van-Hiele e outros, e com o desenvolvimento (gênese e evolução) do conhecimento matemático.

Consideramos que, inicialmente, a criança necessita compreender que para se relacionar com o mundo, precisa classificar os objetos (formar grupos a partir de critérios pré-estabelecidos para simplificar suas representações mentais e sociais. Em seguida, tentará quantificar (e aqui compreender o papel da Matemática) os objetos, ou seja, trabalhar com quantidades, formas, deslocamentos, equivalência:

- estabelecendo relações, de início abrangentes (muito, pouco, mais, menos, menor, maior, etc.) para, gradativamente, confrontar semelhanças e sofisticar a representação para a noção exata de quantidades, formas, etc.;

- conservando a noção de numeral, pois passa a perceber que uma mesma quantidade pode ser representada de diferentes formas, sem que, necessariamente, essa quantidade se altere;

- realizando operações de juntar, tirar, repartir, distribuir, a partir da efetivação das trocas sociais. Aqui, esgotam-se as diferentes formas de quantificação discreta - pontual - que servem apenas para explicar determinadas situações da realidade;

- trabalhando outras formas de contagem e medição, a partir da ampliação das necessidades sociais (contar, medir e pesar), experienciando situações que desenvolvam esse raciocínio e que provoquem o desenvolvimento de modelos cada vez mais sofisticados e exatos (próximos da realidade observada);

- ampliando o conhecimento, à medida em que se ampliam as possibilidades de alunos e professores atuarem no meio social, vivenciando situações desafiadoras, elaborando e re-elaborando hipóteses de acordo com a evolução dos estágios de desenvolvimento cognitivo.

Nessa proposta, o professor tem o papel fundamental no desenvolvimento da aprendizagem do aluno, na medida em que souber planejar, refletir, decidir e escolher situações desafiadoras para o seu grupo de alunos e a cada aluno em particular. Ao mesmo tempo em que aprende com cada aluno, deve prever (ou imaginar) soluções (ou estratégias) que os alunos poderão desenvolver, procurando criar outras possibilidades de conflito e de solução.

Assim, professores e alunos vão (se) construindo (elaborando), com seus próprios mecanismos de pensamento, os conhecimentos institucionalizados culturalmente.

2. Como resolvê-lo?

A nossa proposta de Educação Matemática (no sentido de raciocinar/pensar matemática) se fundamenta em dois pilares: o 1º, o como ensinar ou transmitir o conhecimento, e a 2ª, o que ensinar e quando ensinar. São bases que, embora possam ser trabalhadas isoladamente, não devem, pois se completam.

Embora essas bases sejam óbvias, na prática não é assim que normalmente acontece com a transmissão do saber matemático.

Normalmente, a matemática é apresentada como uma ciência pronta, acabada - e por isso nada há a acrescentar, se comportando como se fosse uma enorme caixa de ferramentas e recursos esperando que nós a usemos (a matemática é uma das ciências com mais vitalidade; independente de sua aplicabilidade cada vez maior, são apresentados cerca de 100.000 novos teoremas por ano, segundo cálculo do matemático Stanislaw Ulam em *Adventures of a Mathematician*, Scribners, 1976).

E a função do detentor dessa caixa de ferramentas é apresentá-la apenas descrevendo as suas funções, dizendo, ou tentando explicar como é o seu funcionamento, só destacando a sua estética ou beleza plástica, cientes que isto é o suficiente para que a captemos. Basta darmos uma olhada nos livros "didáticos" - notadamente os mais modernos - ou os cadernos de anotações dos alunos para comprovarmos isso.

Na ótica de uma ciência pronta e acabada, então o que fazer para facilitar a "compreensão" de matemática? Apresentar os seus modelos teóricos, enfatizando as nomenclaturas, as regras de funcionamento, os algoritmos já prontos e otimizados, sem necessidade de compreender as razões histórico-sociais, e nem mesmo as suas necessidades (para que compreender o algoritmo social de divisão em plena época das calculadoras de bolso?). Mas e se os modelos são complicados para se entender, o que fazer? É tudo uma questão de metodologia. Então vamos desenvolver técnicas metodológicas -jogos, vídeos, atividades lúdicas, técnicas mnemónicas, uso de computador- para tornar essa absorção de técnicas mais alegre, mais agradável.

Esse não é o caminho correto a seguir.

Para nós, a dificuldade de se aprender matemática passa, inicialmente, pelo conteúdo e necessariamente, por uma formação mais adequada do professor - do que por questões pedagógicas ou metodológicas. Nos curso de pedagogia a ênfase maior é dada mais à didática, a formação pedagógica. Quais cursos de Pedagogia dedicam mais de uma disciplina à Matemática? E desse, quais formam o aluno com mais conhecimento do que o necessário para o 1º Grau Menor?

O caminho a seguir -o como ensinar- deve ser o de explorar a matemática de forma eficaz, compreendendo-a. Teremos que entender o que existe à nossa disposição -o conhecimento matemático- e sobre o ambiente -o desenvolvimento cognitivo- no qual estamos trabalhando antes que possamos tirar proveito do que ele nos oferece (aqui se interlaçam os nossos pilares fundamentais).

É claro que gastaremos algum tempo para explicar os conceitos/idéias envolvidos. Mas isto é fundamental! É assim que devemos formar a nossa base de

conhecimento, montando as idéias, como um quebra-cabeças, peça por peça, aumentando constantemente o nosso background. Desse modo, teremos condições de cuidar das complexidades que poderiam surgir de um modo sistemático, geral e construtivo.

O ensino de matemática deve ser realizado a partir de situações genéricas - ou generalidades- e não através de casos particulares. Aqui, por situações genéricas entendemos situações/ocorrências onde as idéias de um determinado conceito sejam retratadas em sua essência. Por exemplo, se deseja explorar a noção de comutatividade da adição de inteiros, o fato de verificarmos que $3 + 2 = 2 + 3$ não explica o fenômeno. É apenas uma situação onde há a ocorrência. E nos demais casos? E também não adianta justificar que isto "acostumará" a criança com a idéia da comutatividade porque induzirá na criança o (falso) argumento que a comprovação de fatos matemáticos são feitos mediante exemplos (e não após argumentações lógico-dedutivas). Quem vai explicar isto direitinho é o desenvolvimento da noção de conservação e de reversibilidade pela criança.

Para não perdermos este caráter de generalidade no entendimento de um conceito matemático, devemos reconstituir e utilizar, ao máximo, as idéias básicas, essenciais e fundamentais -e esses pontos são a pedra de toque que envolvem um determinado assunto até um limite em que eles sejam compreendidos (significados) pelo aluno -aqui precisamos de uma teoria de desenvolvimento para que possamos decidir essa compreensão. A partir daí, utilizar o lado investigativo, analisando as formas de desenvolvimento dos algoritmos mentais do indivíduo, para se chegar na beleza estética de um produto final de conhecimento. Mais uma vez, o lado investigativo, crítico, choca-se com o metodológico/didático: Porque, na divisão se estuda em primeiro lugar o caso sem resto (ou resto zero) e só bem depois o geral? Isso vai limitar bastante o caráter investigativo, em busca de desenvolver o seu cálculo mental, já que a probabilidade de casos de divisão com resto não zero é bem menos.

Em suma, ensinar um conteúdo matemático deve ser uma atitude ou postura para transmissão de idéias, eliminando inicialmente as gorduras, isto é, tudo aquilo

que não for necessário e fundamental ao desenvolvimento dessa idéias, procurando chegar a um ponto de conhecimento ao alcance do aluno. Não é o estudo de situações particulares que facilitarão o aprendizado. Não é, por exemplo, ao trabalharmos o algoritmo social da adição, primeiro estudar o caso sem reserva e depois o com reserva que irá facilitar o aprendizado. De forma alguma. O que vai facilitar é o entendimento, o significado do que seja adição e, principalmente, a compreensão adequada do sistema de numeração que se trabalha.

Explorar o que a Matemática tem de mais belo: o seu caráter investigativo, fazendo com que as suas idéias sejam exploradas e desenvolvidas pelo aluno a partir do que ele já saiba, é como se deve proceder. E que esses conhecimentos seja cumulativos, isto é, um conhecimento novo nada mais é do que um refinamento, uma sofisticação, uma maneira de ver o problema em uma outra linguagem de conhecimentos já adquiridos. E não uma exploração através de modelos estanques (afinal, o ensino de frações não é um complemento do de números?). A função do professor seria simular situações onde estas idéias pudessem ser desenvolvidas corretamente, onde a resposta a um problema seja analisada a partir de sua solução dada pelo aluno e não só pela seu resultado. A gente aprende mais pela solução de um problema do que pelas respostas. No primeiro caso se constrói conhecimento, no segundo, se repassa.

E o que e quando ensinar? O que e quando ensinar deve ser a partir de uma teoria de desenvolvimento cognitivo, de inteligência, pela qual possamos dosar de maneira conveniente a sofisticação da linguagem, o rigor das explicações, e nos certificar que o que ensinamos é passível (e possível) de compreensão. Afinal, não se deve ensinar conteúdos matemáticos que exigem lógica de 1ª ordem (ou de quantificadores), como equações de 1º grau, a pessoas que estão raciocinando em uma lógica de proposições. Isto não quer dizer que problemas que possam ser resolvidos por equações de 1º grau não podem ser trabalhados! Claro, que podem, mas cabe ao professor saber que a lógica das proposições é a dos predicados instanciados, e apresenta-lo em uma forma que a aritmética do indivíduo seja capaz de equacioná-los e resolvê-los.

A nosso ver, a teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget é adequada para trabalharmos a aritmética, nos possibilitando escolher os tópicos corretos a serem explorados, bem como (importante!) o seu grau de complexidade. O entendimento do ambiente -desenvolvimento cognitivo- no qual trabalharemos a nossa caixa de ferramentas -a matemática- é assim de fundamental importância.

3. Objetivo dos Trabalho

O nosso trabalho tem por objetivo inicial questionar a maneira pela qual os professores "ensinam" matemática: em geral, há apenas o "fazer contas", isto é, a aprendizagem se dá através de automatismo (que, com o desuso, são esquecidos); ignora-se que todo o esforço deve ser no sentido da compreensão dos mecanismos das operações.

Há, em nossas escolas, uma concepção de que a Matemática seja só constituída por um conjunto de técnicas... A consequência disso é que o ensino de matemática se volta apenas para a transmissão dessas técnicas, repassadas ao aluno de forma mecânica, precoce e sem criticidade. Além disso, perpassa nos meios matemáticos uma rigidez de raciocínio: aceita-se apenas um tipo de resolução como sendo o correto, e ao qual o aluno deve se submeter sem modificá-lo.

Ora, o hábito não faz a inteligência (que não é prática, muito ao contrário; faz rodeios para chegar aos mesmos objetivos). Assim, o professor não deveria se preocupar em saber se o seu aluno é capaz de encontrar, automaticamente, o resultado de uma dada operação, mas se ele é capaz de conseguir esse resultado por processos diferentes: o automatismo acontecerá após o encontro da forma mais simplificante (e eficiente?).

Por isto, este trabalho objetiva procurar desenvolver uma proposta de Educação Matemática que alia conteúdo e metodologia em "dosagens" adequadas e necessárias, envolvendo a reconstrução pessoal de conhecimentos sociais.

Procura-se, então, analisar os conteúdos matemáticos da pré-escola a 8ª Série (seus fundamentos teóricos e práticos), a teoria psicogenética de

desenvolvimento cognitivo sócio-interacionista (para compreender a(s) lógica(s) dos alunos), a história da matemática em seu processo criativo (e não o simples relatos de fatos históricos) e a metodologia e didática que o professor poderá utilizar.

4. Desmembramentos do Projeto:

Sendo um trabalho de Pesquisa, Ensino e Extensão, envolve levantamento bibliográfico atualizado sobre Educação Matemática, Teoria do Conhecimento e do Desenvolvimento Sócio-interacionista, Didática, História da Matemática e conteúdos específicos da pré-escola à 8ª série do 1º grau. Envolve, também, análise de propostas curriculares para o Ensino de Matemática na Pré-escola e no 1º grau, preparação de material didático-pedagógico, além da capacitação de alunos de graduação (Pedagogia e Matemática), pós-graduação e professores de pré-escolar e de 1º grau da rede pública estadual e municipal.

Vários sub-projetos estão se desenvolvendo, alguns já concluídos, dentro do mesmo referencial teórico.