

OBJETIVOS DO ENSINO DA MATEMÁTICA *

Marlow EDIGER

RESUMO: Analisando as controvérsias sobre os objetivos a serem atingidos pelos estudantes de matemática, o artigo descreve as principais filosofias do ensino deste conhecimento básico: Sistemas Gerenciais de Ensino; Centros de Aprendizagem; Estrutura do Conhecimento; Laboratório de Matemática e Filosofia da Sociedade em Miniatura. Estudando aquilo a que cada filosofia dá ou não destaque, os professores e supervisores poderão ajudar os alunos a terem um melhor rendimento em matemática.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Matemática. Objetivos Cognitivos. Finalidade da Educação.

Existe considerável controvérsia em relação a quais objetivos os aprendizes devem atingir. O currículo da matemática não constitui exceção. Fala-se muito a respeito da volta aos conhecimentos básicos. Geralmente entende-se por conhecimentos básicos os três R's (leitura, escrita e aritmética). Assim, o terceiro R — aritmética — tem conteúdo essencial a ser dominado por todos os aprendizes.¹ Dentro do quadro de referências do essencialismo, que objetivos, métodos de ensino e procedimentos de avaliação precisam ser postos em evidência?

SISTEMAS GERENCIAIS DE ENSINO

Os Sistemas Gerenciais de Ensino (IMS)² advogam a utilização de fins precisos, mensuráveis. De acordo com os adeptos dos IMS, a imprecisão e a ambigüidade devem ser eliminados dos objetivos do ensino. A clareza de objetivos permite aos professores saber precisamente que fins seqüen-

* Artigo enviado pelo autor, professor da Division of Education, Northeast Missouri State University para publicação nesta revista. Traduzido por José Augusto Dias, Professor Assistente Doutor do Departamento de Administração Escolar e Economia da Educação da Faculdade de Educação da USP.

1. Em inglês, a expressão "três R's" refere-se a leitura, escrita e aritmética (reading, writing, arithmetic), que, mal grafadas, começam todas por "r" (reading, 'riting, 'rithmetic). (N. do T.)

2. IMS = Instructional Management Systems (Sistemas Gerenciais de Ensino). (N. do T.)

ciais os estudantes devem atingir. Desta forma, o professor pode selecionar as atividades de aprendizagem que levam o estudante a atingir cada objetivo em uma base individual. O estudante deve atingir um objetivo antes de prosseguir para o fim seqüencial seguinte. O professor pode, então, avaliar se o estudante atingiu ou não um objetivo específico. Não se põe em evidência a insegurança do professor ao se determinar se um estudante domina o conteúdo necessário à consecução do objetivo.

O Departamento de Ensino Elementar e Secundário do Missouri³ listou as seguintes características dos IMS:

1. Altas expectativas de aprendizagem. Os professores e administradores esperam um alto nível de desempenho por parte de todos os estudantes e comunicam suas expectativas aos estudantes e aos pais. Espera-se que nenhum estudante fracasse e a escola assume a responsabilidade de fazer tudo para que tal não aconteça.

2. Liderança firme dos diretores de escola. O diretor de escola é um líder educacional que participa de todas as fases do ensino. O diretor é um líder visível do ensino e não apenas um administrador voltado para os aspectos burocráticos.

3. Destaque para o ensino das habilidades básicas. Uma vez que o domínio das habilidades básicas é essencial para a aprendizagem de todas as outras matérias, a escola eficaz deve assegurar que todos os alunos aprendam, pelo menos, essas habilidades.

4. Objetivos instrucionais claramente definidos. Cada professor tem objetivos instrucionais específicos dentro do currículo mais amplo, os quais são comunicados aos estudantes, aos pais e ao público em geral. Na escola eficaz, os professores e administradores — e não os livros de texto — comandam as atividades curriculares.

5. Aquisição e avaliação da aprendizagem. Os estudantes são ensinados, testados, re-ensinados e re-testados, na medida necessária para assegurar domínio dos objetivos importantes.

6. Disciplina e clima da escola. A escola eficaz não precisa ser reluzente e moderna, mas deve, pelo menos, ser segura, ordeira e livre de distrações. Todos os professores e alunos, bem como os pais, conhecem as expectativas da escola em relação ao comportamento e à disciplina.

Os IMS, decididamente, não destacam os seguintes aspectos:

1. objetivos gerais abertos no ensino da matemática.
2. liberdade de escolha do assunto a ser ensinado, de forma que os estudantes possam optar por metas seqüenciais a atingir em um currículo flexível da matemática.
3. planejamento professor-aluno na escolha de objetivos.

3. Department of Elementary and Secondary Education. Jefferson City, Missouri, 1982.

4. atingimento de similar/mesmo nível de adiantamento por todos os alunos de uma classe. Cada estudante progride tão rapidamente quanto possível na consecução dos objetivos.

CENTROS DE APRENDIZAGEM E MATEMÁTICA

Os educadores que advogam o humanismo como uma psicologia da aprendizagem acreditam que os estudantes devem participar das tomadas de decisão. Assim, não é o professor de matemática, sozinho, quem escolhe para os estudantes os objetivos, as atividades de aprendizagem e os procedimentos de avaliação. Em vez disso, num ambiente flexível preparado pelo professor, o aprendiz pode escolher, dentre alternativas, quais as atividades seqüenciais que deve realizar. Evidencia-se aqui a abordagem dos centros de aprendizagem. Para que o estudante possa verdadeiramente escolher quais as atividades que deve realizar e quais as que deve omitir, é preciso que se disponha de um número adequado de centros e tarefas a serem realizadas. O estudante deve realizar um progresso contínuo ao completar tarefas pessoais compatíveis. Cada estudante pode, então, alcançar um nível de adiantamento ótimo e individual. Objetivos diversos em matemática podem ser alcançados, quando se compara um estudante com outro.

As escolhas, pelos estudantes, das tarefas a serem realizadas dependem dos interesses, aptidões, capacidades e motivações pessoais. Os tipos de tarefas escolhidas podem refletir empenhos individuais ou coletivos, destaque para métodos centrados na atividade ou na matéria, métodos indutivos ou dedutivos, bem como experiências concretas ou abstratas.

Morris e Pai⁴ escreveram o seguinte a respeito do pensamento de Carl Rogers:

Mas quais são as condições para tal aprendizagem e o que deve fazer o professor para proporcioná-las? Tal como outros educadores humanistas, Rogers pressupõe que os seres humanos têm uma potencialidade natural para a aprendizagem e a curiosidade. John Holt argumenta que esta potencialidade e este desejo de conhecimento desenvolvem-se espontaneamente, a não ser que sejam sufocados por um ambiente repressivo e punitivo. Conseqüentemente, os educadores humanistas procuram remover as restrições de nossas escolas, de forma a tornar possível o cultivo da capacidade de aprendizagem das crianças. Eles procuram proporcionar à criança um ambiente mais apoiador, compreensivo e não-ameaçador, para que se desenvolva uma aprendizagem autônoma. Por exemplo, se Joãozinho está tendo dificuldade séria em leitura, ele não deve ser forçado a recitar ou ler em voz alta em frente de seus coleguinhas, cujas reações podem reforçar sua percepção de si mesmo como um fracasso, Rogers acredita que se pode

4. Van Cleve Morris and Young Pai, *Philosophy and the American School*. Boston: Houghton Mifflin Company, 1976, p. 367.

promover uma aprendizagem significativa deixando-se que as crianças enfrentem diretamente várias situações problemáticas. A aprendizagem significativa pode ser maximizada, se os estudantes escolherem seus próprios caminhos, descobrirem seus próprios recursos, formularem seus próprios problemas, decidirem seus próprios rumos de ação e aceitarem as conseqüências de suas escolhas. Isto sugere que a aprendizagem significativa não é possível, a não ser que os sentimentos e o intelecto do estudante estejam envolvidos no processo de aprendizagem.

Os adeptos dos centros de aprendizagem não dão importância a:

1. consecução de objetivos precisos, mensuráveis. O que existe de específico a ser medido no progresso do aluno pode não ser relevante. Os interesses e propósitos dos aprendizes são significativos, mas não há como medi-los com precisão.
2. seleção, pelos professores, de objetivos, atividades de aprendizagem e técnicas de avaliação, para uso dos alunos.
3. currículo formal, rígido. É mais importante que os estudantes participem do desenvolvimento do currículo.
4. atribuição a cada estudante das mesmas/similares tarefas comparativamente a seus colegas de classe.

ESTRUTURA DO CONHECIMENTO E O CURRÍCULO DE MATEMÁTICA

A matemática pode ser entendida como possuidora de uma considerável estrutura. Existem alguns conceitos e generalizações que se mantêm consistentemente. Assim, no ensino e na aprendizagem podem-se indicar os seguintes conceitos:

1. A propriedade comutativa da adição e da multiplicação.
2. A propriedade associativa da adição e da multiplicação.
3. A propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição.
4. A identidade de elementos para a adição e a multiplicação.
5. A propriedade de fechamento para a adição e a multiplicação.

Conceitos chave e generalizações, tais como os advogados pelos matemáticos em nível de educação superior, tornam-se então objetivos a serem atingidos pelos estudantes da escola elementar e secundária.

A fim de atingir estas idéias estruturais, o professor de matemática deve fazer com que os estudantes utilizem métodos indutivos de aprendizagem. Não se recomenda a aula expositiva e o uso intenso de explicações. Em vez disto, o professor identifica problemas e questões. Há neces-

sidade de utilização de uma variedade de fontes de referência, a fim de garantir conteúdo às respostas às questões e problemas. As respostas às situações problemáticas provêm dos estudantes. Os métodos de aprendizagem usados pelos estudantes devem ser semelhantes àqueles indicados pelos matemáticos profissionais.

Woolfolk e Nicolich⁵ escreveram:

Jerome Bruner é um conhecido teórico cognitivo moderno. ... Bruner tem-se interessado especialmente pelo ensino baseado em uma perspectiva de aprendizagem cognitiva. Ele acredita que os professores devem propiciar situações problema que estimulam os estudantes a descobrirem por si mesmos a estrutura da questão em estudo. A estrutura é constituída de idéias fundamentais, relações ou padrões do assunto em estudo, isto é, das informações essenciais. Fatos específicos ou pormenores não fazem parte da estrutura básica. Contudo, se os estudantes compreendem realmente a estrutura básica, eles devem ser capazes de descobrir por si mesmos muitos destes pormenores. Assim, Bruner acredita que a aprendizagem em sala de aula deve realizar-se indutivamente, partindo de exemplos específicos apresentados pelo professor para generalizações a respeito da estrutura do assunto, as quais são descobertas pelos estudantes.

Os defensores da estrutura de conhecimento em matemática não acreditam em:

1. planejamento professor-aluno quanto ao objetivo que o aluno deve atingir. Deve-se, antes, alcançar idéias estruturais, tais como identificadas pelos especialistas do assunto.
2. apresentação dedutiva do assunto pelos professores, para aprendizagem dos alunos.
3. escolha por outrem, que não os profissionais de ensino de matemática, do conteúdo a ser assimilado pelos estudantes.
4. insistência em experiências abstratas dos estudantes, ao invés de concretas e semi-concretas. A seqüência das atividades de aprendizagem deve progredir das manipulativas (objetos reais) para as icônicas (desenhos, filmes, "slides" e transparências) para as simbólicas (palavras, letras e numerais abstratos).

LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA

A filosofia dos laboratórios para aprendizagem e ensino da matemática acredita que os estudantes são seres ativos e não passivos. Os aprendizes devem escolher e selecionar, ao invés de assistir a aulas expositivas e longas explanações sobre a matéria. As experiências concretas devem

5. Anita E. Woolfolk and Lorraine Mc Cune Nicolich, *Educational Psychology for Teachers*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1980, p. 209.

estar no cerne do currículo de matemática. Uma quantidade adequada de objetos reais deve estar disponível para estimular o desempenho dos estudantes. Assim, por exemplo, objetos e materiais precisam estar em evidência para que com eles os estudantes possam pesar, medir comprimentos e larguras, determinar volume, bem como calcular áreas, perímetros e circunferências.

Dentro do quadro de referências das experiências concretas, os estudantes usam aprendizagens abstratas para registrar pesos, medidas, áreas e circunferências.

Com relação ao laboratório de matemática, Ediger⁶ escreveu:

Os estudantes devem ter amplas oportunidades de experienciar o conceito de trabalho do laboratório de matemática. O laboratório de matemática põe em destaque aspectos do ensino e aprendizagem tais como os seguintes:

(a) Os alunos ficam ativamente envolvidos com as atividades de aprendizagem em andamento.

(b) Os estudantes têm a seu alcance uma variedade de experiências, de forma a poderem escolher os materiais e auxílios necessários à solução do problema.

(c) As experiências práticas são destacadas, de tal forma que os alunos realmente medem o comprimento, largura e/ou altura de objetos e pessoas escolhidos; pesam objetos reais e registram os resultados; calculam o volume de vasilhames; bem como determinam áreas de figuras geométricas.

(d) Os alunos tornam-se interessados pela matemática pelo fato de estarem realmente envolvidos em atividades de aprendizagem em andamento.

(e) É dada atenção às diferenças individuais, uma vez que existe uma variedade de oportunidades de aprendizagem para que os estudantes possam fazer uma escolha em base individual.

(f) O que é aprendido tem significado para os estudantes, uma vez que individualmente ou em grupo eles realizam tarefas ajustadas a seus níveis atuais de desempenho.

A filosofia do laboratório de matemática não defende:

1. a metodologia do livro de texto em situações de ensino e aprendizagem.

2. fazer com que os estudantes recebam fatos, conceitos e generalizações dos professores.

6. Marlow Ediger, *The Elementary Curriculum, A Handbook*. Kirksville, Missouri: Simpson Publishing Company, 1977, p. 170.

3. abordagens de aulas expositivas e longas explanações no ensino da matemática.
4. Aprendizagens abstratas, simbólicas, com exclusão do uso de objetos reais no ensino da matemática.

CONCEITO DE SOCIEDADE EM MINIATURA NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Existem professores de matemática que acreditam firmemente na idéia de orientar os alunos na aquisição e aplicação de fatos, conceitos e generalizações úteis para a sociedade. A comunidade torna-se, então, um lugar ideal para fazer com que os alunos alcancem compreensão, habilidades e atitudes. Assim, por exemplo, com experiências de prontidão adequadas e com estimulação do professor, os alunos podem empenhar-se em descobrir os preços unitários de sabão, cereal, farinha e mistura de bolo. Qual o preço do grama de cada marca? Outros fatores também precisam ser avaliados, além do preço unitário.

No contexto de uma sociedade em miniatura, os estudantes precisam estabelecer o custo de:

1. um dado número de itens de um supermercado.
2. determinados itens comprados de uma loja de ferragens.
3. itens de uma loja de roupas.
4. custo da gasolina, após comprar certo número de litros ou galões.

Pode-se organizar na classe um supermercado em miniatura. Embalagens vazias de cereais, frutas, verduras e outros artigos podem ser colocadas em estantes da sala de aula. Etiquetas bem visíveis com os preços devem ser colocadas para cada item de alimento. Pode-se usar dinheiro de brinquedo para as compras feitas pelos alunos. Para calcular o custo das compras, bem como o troco a ser feito, pode-se usar lápis e papel, bem como uma calculadora portátil.

John Dewey⁷ escreveu:

O desenvolvimento, nos jovens, das atitudes e disposições necessárias à vida contínua e progressiva da sociedade não pode ocorrer pela transmissão direta de crenças, emoções e conhecimento. Ele ocorre por intermédio do ambiente. O ambiente consiste da soma total das condições que concernem à execução da atividade característica do ser vivo. O ambiente social consiste de todas as atividades de semelhantes necessárias à realização das atividades de cada um. É verdadeiramente educativo em seus efeitos, na medida em que um indi-

7. John Dewey, *Democracy and Education*, New York: The Macmillan Company, 1961, p. 22.

víduo participa de alguma atividade conjunta. Ao realizar a sua parte na atividade conjunta, o indivíduo apropria o objetivo que a impulsiona, familiariza-se com seus métodos e conteúdos, adquire a habilidade necessária e satura-se com seu espírito emocional.

Uma formação mais profunda e mais intimamente educativa da disposição ocorre, sem intenção consciente, na medida em que os jovens gradualmente participam das atividades dos vários grupos a que pertencem. Contudo, à medida que a sociedade se torna mais complexa, descobre-se a necessidade de propiciar um ambiente social especial, destinado a desenvolver as capacidades do imaturo. Três das funções mais importantes deste ambiente especial são: simplificar e ordenar os fatores de disposição que se deseja desenvolver; purificar e idealizar os costumes sociais existentes; criar um ambiente mais amplo e mais equilibrado que aquele em que os jovens seriam provavelmente influenciados, se deixados entregues à própria sorte.

O conceito de sociedade em miniatura no ensino da matemática não dá destaque a:

1. método de ensino da matemática centrado no livro de texto.
2. currículo preparado por iniciativa do professor, em que é ele quem seleciona os objetivos, as atividades de aprendizagem e os procedimentos de avaliação para os alunos.
3. minimização das experiências concretas dos estudantes.
4. recepção de conteúdo, por parte dos estudantes, em um currículo matemático altamente estruturado.

EM CONCLUSÃO

Existem numerosas filosofias quanto aos objetivos a serem atingidos pelos estudantes de matemática. Entre estas incluem-se:

1. IMS, com destaque para fins precisos, mensuráveis, a serem atingidos pelos alunos.
2. Centros de Aprendizagem, que dão importância a que os próprios estudantes decidam sobre as experiências em andamento.
3. Estrutura do Conhecimento, com a defesa da idéia de que os estudantes devem adquirir os principais conceitos e generalizações identificados pelos matemáticos profissionais.
4. Laboratório de Matemática, com destaque para o uso de materiais concretos na aprendizagem da matemática.
5. Filosofia da sociedade em miniatura, em que os aprendizes usam funcionalmente a matemática no mundo real.

Os professores e supervisores precisam estudar e avaliar cada filosofia. Em última análise, deve ser dada preferência no ensino da matemática para aquelas filosofias que possibilitam a cada aluno o melhor desempenho.

(Recebido para publicação em novembro de 1986)

SUMMARY: Analysing the debate about which goals learners of mathematics should attain, this paper relates the main philosophies pertaining to that basic knowledge: Instructional Management Systems (IMS); Learning Centers; Structure of Knowledge; Mathematics Laboratory; and Miniature Society Concept. By Studying what each philosophy emphasizes, professors and supervisors can more effectively help students to have a better achievement in mathematics.

KEY-WORDS: Mathematic Teaching. Cognitive objectives. Educational Goals.

BIBLIOGRAFIA CITADA:

- DEPARTMENT of Elementary and Secondary Education. Jefferson City, Missouri, 1982.
- DEWEY, John. Democracy and Education. New York: The Macmillan Company, 1961.
- EDIGER, Marlow. The Elementary Curriculum. A Handbook. Kirksville, Missouri: Simpson Publishing Company, 1977.
- MORRIS, Van Cleve and Young Pai. Philosophy and the American School. Boston: Houghton Mifflin Company, 1976.
- WOOLFOLK, Anita E. and Lorraine Mc Cune Nicolich. Educational Psychology for Teachers. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1980.