

## Laboratório de Matemática

## A REVOLUÇÃO NA ARITMÉTICA

William A. Brownell

Estr. da Revista: "The Arithmetic Teacher"

Durante o último meio-século, grandes mudanças se operaram em nossa concepção de aritmética como matéria escolar. Essas mudanças resultaram tanto do estudo da própria aritmética, como de influências de movimentos e progressos fora da matéria, afetando quer o seu conteúdo, quer a metodologia da apresentação deste mesmo conteúdo à criança.

A aritmética de 1900

A aritmética de 1900 difere essencialmente da aritmética que hoje incluímos no currículo elementar. Poucos de nós relembramos essa aritmética primitiva. Outros podem facilmente averiguar sua natureza, examinando velhos livros de texto.

Duas de suas características sobressaem proeminentemente: (a) era difícil e (b) era muito pouco relacionada com a vida prática. Nos anos mais adiantados, por exemplo, os cálculos e "problemas" eram longos e complicados, com pouca ou nenhuma correspondência com as atividades diárias até de adultos naquele período.

As crianças começavam o trabalho sério de aprender aritmética tão logo entravam na escola. Nos dois 1<sup>os</sup> anos, ela memorizavam todos os fatos numéricos simples.

Quando terminavam o 3<sup>o</sup> ano, estavam bem enfiadas em cálculos com números inteiros. No 4<sup>o</sup> ano, operavam com as frações ordinárias, muitas das quais foram comumente transferidas para o 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> anos e outras, eliminadas da aritmética escolar. Nos anos mais adiantados, estudavam raiz quadrada e mesmo raiz cúbica, trabalhavam com exemplos longos e difíceis de frações decimais, percentagem, razão e proporção, e resolviam problemas intrincados, envolvendo muitos passos.

A aprendizagem consistia grandemente em memorização. Os professores, baseando-se muito no que estava no livro texto, mostravam aos alunos o que fazer; então contavam com abundantes meios de prática para obter domínio. Os trabalhos de casa eram pesados e muitos pais eram obrigados a reviver, temporariamente ao menos, habilidades que tinham esquecido.

As crianças que sobreviveram a esse regime exigente, auxiliadas seguidamente por 2 períodos de 1 hora para aritmética, eram capazes de feitos aritméticos muito além da capacidade das crianças de oitavo ano de hoje, quer elas mais tarde os pusessem ou não em uso efetivo.

O programa de aritmética de 1900, tal como os programas de outras disciplinas de assuntos da matéria, baseava-se em uma teoria psicológica há muito abandonada, chamada a doutrina da Disciplina Formal. De acordo com essa doutrina supunha-se "a mente" composta de partes separadas, "faculdades", cada uma suscetível de treino. Quanto mais vigorosamente cada faculdade fosse treinada, mais forte ficaria e tanto mais larga proficuamente poderia ser empregada.

O que se aprendia era relativamente sem importância. O importante era que as faculdades fossem treinadas. Por isso, era necessário preocupar-se pouco com a provável utilidade do que era ensinado.

O INÍCIO DA MUDANÇA

Na 1<sup>a</sup> década deste século, pesquisas cuidadosas demonstraram a invalidade da doutrina da Disciplina Formal. Chegou-se a ver que "faculdades" não existem e que a aprendizagem consiste, não no treino das supostas faculdades, mas na aquisição de maneiras de conduta - maneiras de perceber, de pensar, de agir, de sentir. Com essa mudança na concepção da mente e da aprendizagem, precisava ser encontrada uma nova base para selecionar o conteúdo da aritmética e para determinar a melhor metodologia para instrução.

Lá por 1910 (para escolher uma data aproximada) a busca dessa nova base estava em caminho; consistia na procura do que pode ser chamado de um programa funcional em aritmética.

Essa procura continua e continuará indefinidamente. Programas perfeitos representam alvos que nunca podem ser obtidos, embora sejam guias certos para o progresso.

Uma história completa da busca de um programa funcional em aritmética encheria um volume razoável, porque, afinal de contas, ela era parte de movimento maior, afetando todo o currículo primário. As influências têm sido muitas e diversas, serão aqui mencionadas apenas três: aumento do conhecimento de psicologia, sociologia das diferenças individuais - melhoramentos assinalados no material de aprendizagem - e mudanças na filosofia educacional. Essas influências e outras deixadas de lado neste estudo, para centralizar-se a atenção sobre um grupo de 3 diferentes influências: estudo do conteúdo, estudo da aprendizagem, e estudo do aprendiz.

### Estudo do Conteúdo

Por 1910, professores (collega professora), superintendentes de escolas e outros, andavam ocupados, experimentando descobrir o que se deveria ensinar em aritmética. Su método principal era inquirir, de um modo ou de outro quanto à aritmética utilizada pelos adultos em suas ocupações diárias não profissionais. Perguntavam adultos, por exemplo: "Quantas vezes, nas últimas duas semanas, você usou o 3º caso em porcentagem?" Os pais eram também convidados a mandar para a escola os problemas que tiveram de resolver durante o dia. O critério empregado para determinar se uma habilidade ou tópico devia ser retido, restringido ou rejeitado, era o de sua utilidade social.

Estudos dessa natureza continuaram durante 25 anos e deram resultados significativos. Esses estudos procuraram mostrar que as escolas estavam ensinando muita aritmética, visando fases muito adiantadas e complexas na aquisição de habilidades às vezes não necessárias aparentemente. A evidência era de que os adultos pareciam não usar essas aquisições.

Limites novos e mais razoáveis foram dispostos com o propósito de domínios, por exemplo: menos parcelas ou números menores na soma, números menores nos termos da subtração, da multiplicação e da divisão com números inteiros. Era recomendada a eliminação das fases mais complicadas de cálculos com frações ordinárias (e foram eliminadas de fato). Questões graves foram levantadas sobre a extensão em que frações decimais, porcentagem, razão e proporção, potência e raízes de números, deveriam ser ensinadas, se de alguma forma ensinadas.

A nova vassoura "varria para trás", talvez bem demais. O princípio da utilidade social procurava tornar-se facilmente o critério da frequência de uso do adulto, e, como tal, ser a última base para selecionar o conteúdo. Aqui não é lugar para entrar-se numa crítica desse princípio. Basta dizer que, embora valioso, como realmente o é, não satisfaz plenamente.

A verdade é que nenhum critério simples fornece um meio compreensivo e completo de determinar o conteúdo do currículo, em qualquer campo de estudo.

Outros critérios são igualmente relevantes e importantes.

Q: A verdadeira natureza da aritmética impõe certas obrigações com respeito ao conteúdo. As relações íntimas da disciplina baseadas numa base decimal, determinam, em parte, o que deve ser ensinado. Não se pode negligenciar a multiplicação dos fatos com 9 no multiplicador ou multiplicando, mesmo que a utilidade social tenha mostrado ser de "menos importância" - menos comumente usada - que a multiplicação dos fatos com 2.

E não se pode ensinar divisão como um processo, sem primeiro ter sido ensinada a subtração.

Seja como for o estudo do conteúdo, imperfeitamente descrito nos parágrafos precedentes e algumas vezes classificado por razões óbvias como "movimento reducionista", merece uma mudança importante em nossa maneira de pensar sobre aritmética e um passo substancial adiante em nossa busca de um programa funcional em aritmética. Se não fez nada mais (e ele o fez), estabeleceu sem dúvida o fato de que a aritmética tem um objetivo social. A única justificativa verdadeira, para a aritmética ter um lugar no currículo elementar, é que ela contribui diretamente para um viver mais efetivo, mais inteligente e mais completo. As frequências relacionadas com a confiança muito exclusiva no princípio de frequência de uso do adulto precisavam ser corrigidas, e sofreram com efeito, um processo de correção, como se notará brevemente

### Estudo da Aprendizagem

A procura de um conteúdo mais funcional para aritmética relaciona-se principalmente com a sociologia da matéria.

A procura de uma organização melhor de conteúdo e de melhores métodos de ensinar esse conteúdo, relacionam-se com a psicologia da matéria. Nesta área, muito tem acontecido nos últimos 15 anos.

Os psicólogos deram 1ª atenção a problemas relativos à medida de aproveitamento, a análise do conjunto de habilidades para instrução, através de suas sub-habilidades e elementos, e à anotação de erros comuns na aquisição dessas habilidades, inclusive a solução de problemas. Os testes revelaram como já se sabia antes, o grau de sucesso no ensino do conteúdo de aritmética. As análises mostraram o que significava adquirir uma perícia, tal como a de dividir por uma fração. Estudos de erros descobriram pontos de dificuldades, que precisavam ser previstos na aprendizagem.

Pesquisas, bem como escrutínios psicológicos e lógicos, tornaram perfeitamente claro que habilidades que, para o adulto são excessivamente simples, longe estão de serem fáceis para a criança. Nós fomos culpados de pedir à criança que progredisse por saltos ou degraus que eram representados muito rapidamente.

Como consequência grandes mudanças, na maioria boas, ocorreram na organização do conteúdo aritmético.

Nem tudo, porém, que resultou da 1ª pesquisa psicológica, representou progresso real. Para ilustrar: análise de habilidades e outros tópicos produziram uma quantidade de detalhes que aparentemente tinham de ser aprendidos como tais. Por exemplo, dizia-se que havia, não os tradicionais 390 fatos numéricos simples, mas muitas centenas mais ( $6 + 5 = 11$ ) - um "fato" - era considerado diferente de  $36 - 5 = 41$ , necessário na segunda multiplicação em  $6 \times 69$ . Problemas verbais podiam ser classificados numa dúzia ou mais de tipos, muitos com "subtipos". A habilidade de subtrair frações envolvia mais de 20 "unidades de habilidades". Pensava-se, nesse tempo, que o proveito da transferência de prática era insignificante em quantidade. Por isso, as habilidades específicas de aritmética - sub-habilidades, tipos, passos - deviam ser adquiridos cada uma por si. O ensino, como antes, continuou a ser grandemente o provimento de prática repetitiva, mas agora essa prática, estava organizada através de elementos artificiais de unidades grandemente demais para uma aprendizagem econômica.

Do que foi dito, torna-se evidente que a primeira pesquisa psicológica se concentrou nos produtos de aprendizagem. (A concentração nesse ponto era natural, uma vez que o inquérito científico estava recém começando; conteúdo produziu informações valiosas, conforme foi explanado). Lá por 1925, novamente para escolher uma data aproximada, o interesse começou a girar em torno de um estudo direto do processo de aprendizagem. Instrumentos de medida mais refinados foram inventados; investigações experimentais mais penetrantes - foram instituídas; e os métodos de observação regulada e de entrevista entraram em grande uso. Como consequência, dados vitais foram coligidos, com referência aos hábitos de trabalho e processos de pensamento das crianças quando elas lidam com tarefas aritméticas.

Foi demonstrado que o ensino por meio de "transferência" poderia reduzir consideravelmente a necessidade de dominar elementos isolados um por um. Mostrou-se também que a memorização, quando introduzida prematuramente, bloqueia a aprendizagem real; ou, dito de outra forma, que se poderia esperar que as crianças aproveitassem mais a instrução que maior ênfase dava à compreensão do que à prática repetitiva. De toda essa pesquisa e do ensino orientado experimentalmente, surgiu a noção de que um elemento importante num programa funcional em aritmética, é provisão para aprendizagem significativa.

Não é demais dizer que um dos maiores movimentos dos últimos 20 anos, por aí, foi a tentativa de descobrir justamente o que esse conceito "significativa" para o programa de aritmética.

Um aspecto do movimento foi o esforço para identificar os significados, idéias, princípios, relações, generalizações - que são essenciais à aprendizagem aritmética. Esses significados, todos de caráter matemático, constituem um novo conteúdo para a matéria, alguma coisa anteriormente abandonada, quando o domínio mecânico, mais do que o inteligente domínio da habilidade, era o alvo principal da instrução. Sua presença atualmente no programa, é responsável pelo ponto de vista prevalecente de que a aritmética tem um objetivo matemático, tanto quanto um objetivo social, o que a

Aritmética, se ela deve ter sentido para a criança, deve ser ensinada como um ramo ou parte da matemática. A aceitação desse objetivo longe de diminuir o domínio de habilidades, como um dos propósitos no ensino, é considerada como a melhor garantia de que um domínio verdadeiro será posteriormente alcançado.

Outro aspecto do movimento em direção à aprendizagem significativa é revelado na busca de materiais para aprendizagem efetiva e métodos de instrução. Evidência de progresso pode ser vista tanto em livros de texto mais aperfeiçoados e nos manuais para o professor que acompanham aqueles, como em cursos de estudos preparados nas localidades em guias de orientação para o professor. Muito mais atenção é dada agora, aos auxílios audio-visuais no preparo cuidadoso do desenvolvimento das lições antes de chegar a estudo de caráter abstrato, e a obtenção de discernimento (insight) através de processo de pensamento e de hábitos de trabalho do aluno, veio substituir o uso difundido de métodos verbais.

### Estudo de Aprendiziz

Por volta de 1920 ou 1925, o movimento popular de estudo da criança evoluiu para a moderna investigação científica sobre o crescimento e desenvolvimento da criança. Fisiologistas, psicólogos, sociólogos e antropologistas estavam adquirindo dados mais completos e mais mercedados de confiança sobre as mudanças a serem esperadas no indivíduo, à medida que ôle se movimenta da infância para a idade adulta. Como era de esperar, a educação recebeu o impacto desses novos dados.

Algumas vezes parecia que se notava nos escritos dos especialistas em desenvolvimento da criança, ao menos nos escritos dos indenticados mais de com a educação, a implicação de que o movimento atualmente em questão "desprezou" a criança, pois, antes de seu início, os professores andavam quase desprezados da criança quando martelavam na matéria. Nada poderia estar mais longe da verdade. E, algumas vezes, se vê em todos esses escritos muito sentimentalismo tolo que faz da criança um ser incrivelmente delicado e frágil, incapaz de lidar seriamente com problemas reais.

Novamente, por ser dogmático, nada poderia estar mais longe da verdade. A despeito dessas críticas, o movimento teve consequências saudáveis! Há espaço aqui para mencionar só 3.

a) Estudiosos do desenvolvimento da criança tornaram explícito um ponto de vista que ainda não é suficientemente reconhecido em prática, mas apenas em teoria. Eles deram ênfase ao fato de que a criança não é só cérebro e intelecto. Igualmente importantes são suas emoções, suas atitudes, seus valores, suas capacidades para viver inteligentemente e cooperativamente com seus companheiros. A instrução em aritmética, como em qualquer outro campo de estudo precisa ser organizada convenientemente, visando uma atmosfera de estudo mais útil e mais saudável.

b) Deram maior publicidade ao conceito de prontidão e valorizaram a importância do desenvolvimento cuidadoso no ensino. A boa pedagogia de hoje, em aritmética, respeita essas idéias, e são feitos planos para preparar a criança conceitual e experientialmente para cada novo passo adiante em instrução para regular a ordem de apresentação, de acordo com a capacidade para aprender.

c) Chamaram a atenção para o seguinte: As crianças não menos do que adultos, têm seus próprios interesses e necessidades e, pois, levandade não desprezados no ensino. Algumas dessas necessidades e interesses relacionados com a aritmética; conseqüentemente servem ombes para motivar nova aprendizagem e para se prover oportunidade para o que é aprendido. Como resultado, não mais se pensa no objetivo social da aritmética como pertencente exclusivamente à vida adulta. Ao contrário, englobam-se novas habilidades aritméticas e idéias em situações sociais de significação para a criança e possibilita-se a aplicação dessas habilidades, uma vez aprendidas, na solução de seus problemas diários, quer dentro, quer fora da escola.

### Em resumo

Este artigo é intitulado "A Revolução em Aritmética". "Revolução" é uma palavra forte. Mas, contudo, justificada no presente contexto, se se compararem apenas os extremos - o que a aritmética era em 1900 e o que é hoje. Atualmente, o que é natural, o processo de mudança tem sido de evolução, pois dada modificação surgiu de um dado passo e conduziu à modificação seguinte. O que

tem sido chamado a busca de um "programa funcional", é a influência preponderante fortalecedora e estabilizadora desse período de evolução.

Concerda-se mais comumente agora que, afim de que a aritmética funcione na vida, como deve e pode, deverá ter tanto um objetivo matemático como um objetivo social.

Para resolverem inteligentemente situações quantitativas, as crianças precisam encontrar senso na aritmética que aprendem. Por isso, a instrução deve ser significativa e organizada em torno de idéias e relações inerentes à aritmética como matemática. Mas elas necessitam também ter experiências no uso da aritmética que aprenderam por meios que são significativos para elas no tempo da aprendizagem, e esta exigência torna necessário construir a aritmética dentro da estrutura da própria vida. Não temos escolha; não podemos dar ênfase a um dos dois objetivos, com exclusão do outro. Os dois objetivos são essenciais a um programa funcional em aritmética, e os dois são atingíveis.

E em verdade, ambos agora podem ser atingidos sob condições de boa instrução.

- - - - -

Trabalho apresentado pela  
Prof. Odila Barros Xavier-