

Pesquisa e teoria sobre habilidades numéricas

*Paulo Sérgio T. do Prado **

Resumo: O texto apresenta uma revisão de pesquisas experimentais sobre habilidades numéricas, na qual duas abordagens são identificadas. Uma constitui-se da exposição dos sujeitos a tarefas elaboradas para testar tais habilidades e, a outra, de ensiná-las em condições experimentais específicas. Uma “combinação” das duas abordagens é identificada num conjunto de pesquisas em que procedimentos de teste são usados para se avaliar o repertório de entrada dos sujeitos. Então, estratégias de ensino são planejadas e implementadas. Finalmente, testes são novamente conduzidos para se avaliar o efeito da intervenção. Embora as pesquisas tenham contribuído para a identificação de variáveis envolvidas na aquisição de habilidades numéricas, o papel da contagem parece ainda não estar bem estabelecido, aguardando por mais pesquisas.

Palavras-chave: Habilidades numéricas. Contagem. Pesquisa experimental.

Research and theory about numerical skills

Abstract: A revision of experimental researches on numerical skills is presented in which two approaches are identified. One of them consists to expose subjects

* Doutor em Psicologia pelo Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP). Professor Assistente do Departamento de Psicologia da Educação da Universidade Estadual Paulista (Unesp – Campus de Marília, SP). E-mail: pradopst@marilia.unesp.br

to tasks designed to test those skills and the other to teach them under specific experimental conditions. A “combination” of the two approaches is identified in a set of researches in which test procedures are used to evaluate initial subjects’ repertoire. Then, teaching strategies are planned and implemented. Finally, tests are conducted again to evaluate the effect of the intervention. Although researches had contributed to identify variables involved in the acquisition of numerical skills, the role of counting appear not to be well defined, waiting for further researches.

Key words: Numerical skills. Counting. Experimental research.

Pesquisa e teoria sobre habilidades numéricas

O exame da literatura sobre habilidades numéricas revela que, grosso modo, o tema vem sendo investigado de duas maneiras: a) expondo-se sujeitos a tarefas elaboradas para testá-las; ou, b) ensinando-as em condições experimentais.

a) Testes de habilidades numéricas

Entre os estudos que analisam as habilidades por meio de testes, o de Beckwith e Restle (1966) identificou um conjunto de variáveis que atuam sobre o contar – como a forma dos estímulos, se são iguais ou diferentes, sua cor e sua disposição – e as estratégias empregadas pelos sujeitos (pré-adolescentes e universitários) para a realização daquela tarefa. Em ambos os grupos, conjuntos maiores produziram mais erros e requereram mais tempo para serem contados. E, em linhas gerais, ambos os grupos usaram a subitização,¹ sendo que os universitários a usaram em combinação com sua capacidade de soma e multiplicação. Potter e Levy (1968) estudaram um dos componentes do contar – a habilidade de apontar cada item de uma coleção, um por vez e somente uma vez cada um até que toda a coleção se esgote. (As outras habilidades seriam, de acordo com os autores, recitar os nomes dos numerais em

¹ Tradução de Ottoni (1993) para o neologismo: *subitizing*, que refere-se a uma capacidade de reconhecer pequenas numerosidades sem o recurso da contagem ou qualquer outro fator lingüístico.

ordem e coordenar as duas primeiras habilidades para fazer corresponder cada item a um numeral.) Notaram uma correlação positiva entre a habilidade de tocar os elementos sem omissões nem repetições e a idade das crianças, o mesmo ocorrendo com relação à habilidade de contar. Entre as quantidades e o tocar, constatou-se uma correlação negativa. Em ambos os estudos, o modo como os elementos foram arranjados também exerceu influência sobre o contar.

Para Piaget, a capacidade de reconhecer a equivalência numérica entre duas coleções mesmo quando não há correspondência um-a-um entre seus elementos, o que o autor denomina noção de conservação, indica a posse do conceito de número pela criança. (Sobre o conceito e a prova de conservação, ver Carraher, 1982; Kamii, 1991; e Piaget e Szeminska, 1981). Do seu ponto de vista, ao contrário do de outros estudiosos, a enumeração é um mero fator verbal que não desempenha qualquer papel no progresso da correspondência termo-a-termo e da equivalência numérica (PIAGET; SZEMINSKA, 1981).

Wohlwill (1960) manifesta-se insatisfeito com as análises que se produziram sobre o desempenho de sujeitos (adultos e crianças) em tarefas isoladas e com a carência de suporte experimental adequado da principal construção teórica sobre o assunto, aquela edificada por Piaget. Ministra um conjunto de tarefas numa situação de emparelhamento com o modelo (*matching-to-sample*) e elabora uma escala hierárquica das habilidades envolvidas.

As formulações de Piaget foram alvo também das críticas de Gelman (1972). Quanto à prova de conservação especificamente, a autora entende como fonte de vieses a interação verbal adulto-criança. Termos tais como “mesmo”, “mais” e “menos” – necessariamente envolvidos na prova piagetiana de conservação – seriam interpretados de forma diferente por ambos. Através de um procedimento no qual empregaram-se técnicas de *shows* de magia, a autora elaborou uma prova que dispensava o uso daqueles termos. Demonstrou, dessa forma, que a noção de conservação apresenta-se em idade inferior à que supôs Piaget. (Para uma discussão mais aprofundada sobre essa problemática

metodológica e uma revisão mais completa de estudos cognitivistas sobre o tema, ver Fayol, 1996).

Seguindo pelas trilhas de Wohlwill, autores como Wang, Resnick e Boozer (1971) e Spradlin e colaboradores (1974) também investiram na análise de habilidades em conjunto ao invés de isoladas. Semelhantemente, também o fizeram através de um método que permite a hierarquização de tarefas – a *Multiple Scalogram Analysis*. Os primeiros trabalhando com crianças normais e, os segundos, com crianças retardadas.

Schaeffer, Eggleston e Scott (1974) aplicaram uma bateria de testes a crianças de dois a seis anos e analisaram os resultados de uma perspectiva segundo a qual habilidades simples vão se integrando hierarquicamente, originando habilidades mais complexas.

Na literatura especializada encontramos também relatos de trabalhos cujos resultados sugerem a presença de habilidades numéricas desde idade muito tenra. Strauss e Curtis (1981) usaram o procedimento de habituação-desabituação para estudar a discriminação de numerosidades visuais em bebês de 10 a 12 meses. Starkey, Spelke e Gelman (1983) investigaram a capacidade de bebês de seis a oito meses para reconhecerem a equivalência numérica entre conjuntos de estímulos intermodais – visuais e auditivos. Wynn (1992) usou uma variação do procedimento para estudar a capacidade de soma e subtração em bebês de cinco meses. (Para uma revisão mais detalhada de estudos com bebês, entre outros, ver Ottoni, 1993 e Prado, 1995.)

Pesquisas como algumas das citadas acima, entre muitas outras, têm sido tomadas como suporte para a idéia de que os bebês são inatamente dotados de habilidades numéricas. Baseando-se nelas e também em pesquisas com animais e interculturais, D. C. Geary (por exemplo: 2001 e Geary e colaboradores, 1996) afirma que a presença das habilidades são produto de pressões evolutivas e, denominando-as “habilidades biologicamente primárias”, conclui que estas constituem-se a base para o desenvolvimento de outras mais complexas, as quais chama “habilidades biologicamente secundárias” – como a

aprendizagem dos símbolos numéricos e algébricos, do uso do sistema decimal, dos cálculos, etc. Estas dependem das primárias, mas seu desenvolvimento se deve também à valoração cultural e a práticas escolares. Resultados de pesquisas interculturais apontam diferenças significativas, desfavoráveis para estudantes americanos, o que leva o autor a desenvolver uma reflexão sobre as práticas pedagógicas de seu país. Essa, contudo, é uma discussão que não desenvolverei aqui.

Todas essas pesquisas têm em comum a exposição de sujeitos a determinadas tarefas consideradas relevantes para o conhecimento das variáveis que atuam sobre a formação do conceito de número, para se determinar o processo de desenvolvimento desse conceito e até para fundamentar esclarecimentos e críticas sobre aspectos considerados obscuros ou mesmo equivocados em alguns trabalhos. Outra abordagem para o estudo do tema tem sido o ensino, em condições experimentais, de habilidades numéricas.

Um proeminente pesquisador do comportamento, M. Sidman (SIDMAN; STODDARD, 1966), recomendou: “Não teste, ensine”. Por ter essa recomendação algo em comum com outro psicólogo proeminente, parece-me proveitoso recordar primeiro algumas considerações deste último. Refletindo sobre a relação entre desenvolvimento e aprendizagem, Vygotsky (1984) raciocinou que testes psicológicos avaliam aquilo que a criança já conquistou em termos de seu desenvolvimento psicológico, isto é, aquilo que já estaria consolidado em termos desse desenvolvimento, os seus frutos. Podemos dizer que os testes fornecem uma fotografia, isto é, uma “imagem” estática do que a criança é capaz de fazer por si mesma num dado momento, o que o autor conceituou como nível de desenvolvimento real.

Contudo, ainda segundo Vygotsky, isso não é tudo. Há coisas que embora a criança não saiba fazer por si mesma ela poderá fazer se receber algum auxílio de um adulto ou outra criança mais experiente. Essas capacidades seriam os “botões” ou “brotos” do desenvolvimento: o nível de desenvolvimento potencial, que encerra tudo aquilo que a criança só pode desempenhar com a ajuda de alguém, mas que no futuro

ela poderá fazer por si própria. A distância entre os dois níveis de desenvolvimento, real e potencial, constitui-se o que Vygotsky conceituou como zona de desenvolvimento proximal.

Como na concepção desse autor a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento, esse raciocínio tem importantes implicações pedagógicas. Por isso, numa reação à visão de que o desenvolvimento é que estabeleceria as pré-condições para a aprendizagem e que, portanto, as intervenções pedagógicas deveriam aguardar pelo desenvolvimento psicológico da criança, ele disse que “o único bom ensino [...] é aquele que se adianta ao desenvolvimento” (OLIVEIRA, 1993, p. 62). E para promovê-lo, é exatamente na zona de desenvolvimento proximal que deve atuar o educador. Mas embora a discussão sobre a educação seja indubitavelmente importante, permaneçamos no campo da pesquisa psicológica, que é o tema sobre o qual devemos nos concentrar nesse momento. O conceito de zona de desenvolvimento proximal também teve implicações no modo de pesquisar de Vygotsky. De acordo com Oliveira (1993, p. 64-65),

A postura de Vygotsky, no que diz respeito à intervenção de um indivíduo no desenvolvimento do outro, tem consequências para seu próprio procedimento de pesquisa. Muito freqüentemente Vygotsky e seus colaboradores interagem com seus sujeitos de pesquisa para provocar transformações em seu comportamento que fossem importantes para compreender processos de desenvolvimento.

Veja que aquele autor não se limitava a testar seus sujeitos. Ele introduzia variáveis para verificar que efeitos elas exerciam sobre o comportamento deles. Voltando à recomendação de Sidman, note que ela tem uma parte negativa: “não teste”, que se apóia na idéia de que testes, embora possam revelar coisas importantes, não permitem identificar com precisão as variáveis responsáveis pelos comportamentos testados. Algumas dessas variáveis podem ser inerentes ao próprio teste. Numa extensa e relativamente exaustiva revisão de pesquisas que vêm sendo realizadas desde a década de 80

sobre habilidades numéricas em bebês, Mix, Huttenlocher e Levine (2002) apresentam um questionamento no sentido de que em tais pesquisas o controle experimental sobre determinadas variáveis não é suficiente para se descartar a possibilidade de que os sujeitos respondessem a dimensões de estímulo outras que não a numérica. No entanto, mesmo que o controle experimental fosse perfeito nessas pesquisas, ainda assim permaneceriam no campo das especulações as variáveis responsáveis pelos comportamentos observados nos testes, pois elas se localizam na história do sujeito (ou da espécie), história esta à qual raramente o pesquisador tem acesso, se é que tem algum.

E assim o pesquisador, diante dos resultados produzidos pelo seu teste e sem acesso à história do sujeito, atribui a variáveis internas o comportamento deste. Daí a importância da parte afirmativa da recomendação de Sidman: “ensine”. Embora, obviamente, esse autor reconheça o papel do ensino escolar, seu conselho antes de educacional é metodológico e relaciona-se com um modo de se fazer pesquisa. No contexto da pesquisa comportamental, ensinar alguma coisa a alguém significa criar uma história, a qual poderá ser acompanhada em detalhes pelo pesquisador. Essa é a alternativa para se superar, pelo menos parcialmente, a falta de acesso à história do sujeito. Na elaboração dos procedimentos de ensino, o pesquisador encontra meios para controlar, com elevado nível de rigor e precisão, as variáveis às quais poderá, posteriormente, atribuir os comportamentos analisados. Os estudos a seguir são exemplos disso.

b) O ensino experimental de habilidades numéricas

Em Macedo (1972, 1975) encontramos uma revisão exaustiva de pesquisas especificamente voltadas para a aquisição experimental da noção de conservação. Os estudos foram agrupados em nada menos do que 14 categorias, de acordo com o procedimento básico empregado. O próprio autor adaptou o procedimento de emparelhamento com o modelo à prova de conservação para ensinar a noção de conservação

de quantidades descontínuas (MACEDO, 1972). Fez o mesmo com o procedimento de escolha do ímpar – *oddity learning* (MACEDO; AMÊNDOLA, 1980); e comparou a eficácia de dois procedimentos baseados em teorias divergentes: na de aprendizagem discriminativa, usando *oddity learning*; e na teoria da equilibração, replicando um procedimento de autores piagetianos (MACEDO; ASSIS, 1984).

A produção do autor acima parece ter sido motivada, em grande parte, por uma discussão suscitada pelo artigo de Gelman (1969). Inspirada em Zimiles (1963) que, numa crítica às concepções de J. Piaget e J. F. Wohlwill considerou a possibilidade de algumas crianças comportarem-se como não-conservadoras por atentarem para atributos irrelevantes dos estímulos, Gelman (1969) testou experimentalmente essa hipótese. Grosso modo, seu procedimento consistiu do reforçamento diferencial a respostas sob controle das dimensões relevantes dos estímulos – quantidade numérica de fichas e comprimento de bastões. Sujeitos classificados como não conservadores no pré-teste, após um período de treino evoluíram para a condição de conservadores.

Pautando-se pelos pressupostos da Análise do Comportamento, Drachenberg (1973, 1990) considerou que um determinado valor numérico é uma propriedade abstrata do conjunto. Sendo esse valor mantido constante em conjuntos de objetos diferentes, a propriedade se generalizaria para todos os grupos de mesmo valor, significando a abstração do conceito. Para ensinar os conceitos de um a dez, adotou um procedimento de modificação gradual no controle de certos aspectos de um estímulo para outro (*fading in*), aplicando-o numa situação de emparelhamento com o modelo. Dos 13 sujeitos de dois a seis anos, apenas um completou a longa série de 10 passos (cada um com várias etapas e um grande número de tentativas); e cada sujeito fez, em média, 140 sessões de treino. Parece-nos que para o reconhecimento de um valor comum a grupos de objetos distintos é indispensável o uso da contagem. Melhores resultados poderiam ter sido alcançados pelas crianças se tal habilidade lhes houvesse sido ensinada (ver discussão abaixo).

Baseados também nos pressupostos behavioristas, mas já empregando conhecimento incipiente sobre a produção de desempenhos emergentes, Gast, VanBiervliet e Spradlin (1979) trabalharam com três crianças com idade entre oito e 11 anos classificadas como retardadas, e quatro pré-escolares normais de 3a3m (a = anos; m = meses) a 4a7m. Anteriormente à intervenção, todos eram capazes de: 1) reconhecer os numerais; 2) separar subconjuntos de conjuntos totais a partir de números ditados; e, 3) também a partir de numerais impressos; 4) emparelhar numerais a conjuntos; 5) emparelhar conjuntos a numerais; 6) nomear os numerais; e, 7) contar conjuntos totais. Os valores usados foram de um a seis. A essa classe de estímulos-respostas foi incluído um novo membro – palavra-número impressa. Isso foi feito através de um treino no qual o sujeito selecionava palavras-número a partir de números ditados. Observou-se que a partir do ensino dessa relação, um conjunto de outras novas emergiu. Dessa forma, além das relações que os sujeitos já apresentavam, passaram a apresentar também o emparelhamento de numeral a palavra-número e sua inversa, palavra-número - numeral; a selecionar palavras-número correspondentes a conjuntos e *vice-versa*, e também a nomear as palavras-número. Não houve diferenças entre o desempenho apresentado pelas crianças normais e o daquelas classificadas como retardadas.

Maydak e colaboradores (1995) investigaram a inter-relação entre classes de estímulos e tarefas de produção de seqüência (*sequence-production tasks*). Os sujeitos foram um homem e uma mulher com grande atraso no desenvolvimento. Em linhas gerais, o experimento consistiu da formação de classes de estímulos compostas por nomes de números ditados, numerais e quantidades (conjuntos de pontos). Subseqüentemente, foi realizado um treino de produção de seqüência com as quantidades dois a cinco, no qual, dados conjuntos com esses números de elementos, dispostos aleatoriamente, o sujeito devia selecioná-los partindo do menos para o mais numeroso. Por meio de testes apropriados verificou-se, posteriormente, a emergência da seqüência dos numerais dois a cinco.

Também aplicando tecnologia de estudos sobre equivalência de estímulos, Lynch e Cuvo (1995) desenvolveram um programa para o ensino de frações. A alunos de sexta e sétima séries que, segundo seus professores, apresentavam dificuldades em tarefas envolvendo frações e números decimais, foram treinadas as relações: (A) fração – (B) representação pictográfica de fração; e, (B) representação pictográfica – (C) número decimal. Observou-se a emergência das relações B-A, C-B, A-C e C-A. Foi testada, ainda, a generalização com frações de valores correspondentes aos das usadas no treino, com frações e números decimais novos; e a conversão de fração para número decimal e vice-versa, numa prova de tipo papel e lápis.

Observamos que nos dois tipos de abordagem um procedimento empregado com frequência é o de *matching to sample*. E nas publicações mais recentes, os autores têm lançado mão de tecnologia que possibilita que o ensino se faça de modo a produzir aprendizagens que vão além do que é ensinado: ensina-se com vistas à produção de desempenhos emergentes.

A metodologia usada nas pesquisas pode servir como recurso para a detecção de necessidades individuais de aprendizagem, propiciando a obtenção de informações que subsidiem a elaboração e implementação de estratégias individualizadas de ensino. Identificando-se relações presentes, ausentes e/ou não bem estabelecidas no repertório da criança, pode-se planejar o ensino com vistas à promoção de desempenhos emergentes. A seguir, serão apresentados dois estudos cujos autores tentaram fazer isso.

“Combinando” as duas abordagens e discutindo a contagem

Usando alguns dos recursos metodológicos descritos e tendo como sujeitos dois adolescentes, um autista e outro classificado como portador de retardo mental moderado, ambos com déficit de linguagem, Green (1993) aplicou um pré-teste que revelou que um dos sujeitos emparelhava estímulos por identidade e também numerais a seus

respectivos nomes ditados. O outro, além dessas mesmas habilidades, fazia os pareamentos número ditado-conjunto e numeral-conjunto nos valores de um a três e nomeava todos os numerais (*sic*).

A autora assume que a compreensão numérica implica em tratar como equivalentes nomes de números falados, numerais impressos e quantidades correspondentes de itens. Ela aponta que freqüentemente assume-se que a contagem é uma habilidade pré-requisito para a aprendizagem de equivalências numéricas e vê no paradigma de equivalência de estímulos a possibilidade de que aquelas equivalências possam ser ensinadas prescindindo-se da contagem.

Um procedimento de treino instalou as relações número ditado-numeral e número ditado-conjunto. Foram usados os numerais 1 a 6 e conjuntos nos valores correspondentes. Os elementos que compunham os conjuntos eram pontos (pequenos círculos pretos sólidos). Um detalhe importante que diz respeito à disposição espacial dos pontos deve ser notado: para cada um dos valores de um a seis foram usados três padrões diferentes, porém fixos, de configuração.

Ao final do treino, um pós-teste revelou que além das relações ensinadas, os sujeitos haviam aprendido também a produzir oralmente nomes de números tanto em resposta a numerais impressos como a conjuntos, a relacionar numerais a conjuntos e vice-versa e ainda demonstraram generalização dessa habilidade quando foram usados conjuntos com figuras de cavalos, casas e moedas. Essas figuras, que não fizeram parte do treino, foram apresentadas de acordo com um dos padrões de disposição espacial usado com os pontos durante o treino.

G. Green é cautelosa ao concluir seu estudo. Ela afirma que para os dois sujeitos do experimento, que de início não apresentavam a habilidade de contagem, esta não pareceu necessária para a aprendizagem das equivalências numeral-quantidade. É uma conclusão que decorre naturalmente dos resultados. Os sujeitos não contavam e não foram ensinados a contar. Mesmo assim, exibiram desempenho que atestou a emergência de relações de equivalência entre numerais e conjuntos.

Vários autores afirmam que quantidades até três ou quatro são passíveis de subitização. Bebês com poucos meses de idade parecem discriminar conjuntos com esses números de itens (ver, por exemplo, Starkey e Cooper, 1980; Starkey, Spelke e Gelman (1983) e Strauss e Curtis, 1981). Green (1993) usou valores superiores. Porém, parece possível que eventuais dificuldades envolvidas na discriminação de conjuntos com cinco e seis elementos tivessem sido superadas por um treino eficiente, tal como o elaborado pela autora. Contudo, há que se considerar um pouco mais detidamente o tratamento experimental dispensado a uma importante variável. Os elementos de cada um dos conjuntos foram dispostos de acordo com padrões fixos. Mesmo no teste de generalização, quando foram usadas figuras em lugar de pontos, elas foram dispostas de acordo com um dos padrões de disposição usado no treino.

Conjuntos são estímulos complexos com uma propriedade especial. Eles possuem dimensões ou atributos que podem variar quase infinitamente. A natureza dos elementos, seu tamanho, cor, textura, cheiro, etc., são todas dimensões irrelevantes. A única dimensão relevante de um conjunto é o número de elementos que ele contém. Respostas adequadas só serão produzidas sob controle dessa dimensão.

Uma das dimensões irrelevantes de um conjunto é a maneira como seus elementos se distribuem no espaço. Trata-se de uma dimensão particularmente importante, pois em determinadas situações, pode assumir um controle inadequado de respostas. Jogos de dados e dominós apresentam conjuntos de um a seis pontos dispostos de acordo com padrões fixos, o que faz com que cada conjunto assuma uma configuração peculiar. Nesses jogos (principalmente no de dados) os conjuntos são, em alta frequência, emparelhados a nomes de números. A configuração de cada conjunto acaba facilitando o reconhecimento do seu valor ou, pelo menos, a associação com a palavra-número correspondente, o que empresta agilidade ao jogo. Dependendo do repertório do indivíduo, no entanto, isso pode tornar-se um problema. Diante de um conjunto de seis elementos quaisquer dispostos de

maneira não familiar, alguém que sabe contar descobrirá quantos são os itens, mas quem não possui essa habilidade, como uma criança em idade pré-escolar, por exemplo, terá dificuldades para determinar o valor.

No experimento de Green (1993), o fato de haver três padrões de acordo com os quais os pontos eram dispostos pode ter dificultado um pouco as coisas para os sujeitos. No entanto, a possibilidade de que as respostas tenham ficado sob controle da dimensão irrelevante disposição espacial dos elementos só poderia ser definitivamente descartada se ao longo do experimento, de tentativa a tentativa, os itens dos conjuntos fossem arranjados de maneira imprevisível para o sujeito.

Procurei tomar esse cuidado em um estudo conduzido anteriormente (PRADO, 2001), cujas linhas gerais passo a descrever. Foram consideradas as relações entre os estímulos representados pelos retângulos A, B, C e C' na Figura 1; e entre eles e as respostas representadas pelos retângulos D, E e F naquela mesma figura. As setas, que vão sempre do estímulo modelo para o de comparação ou resposta, simbolizam relações. O diagrama deve ser lido como segue.

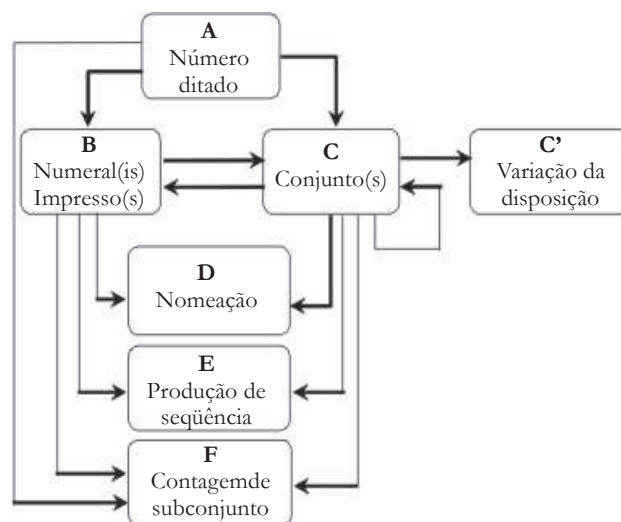


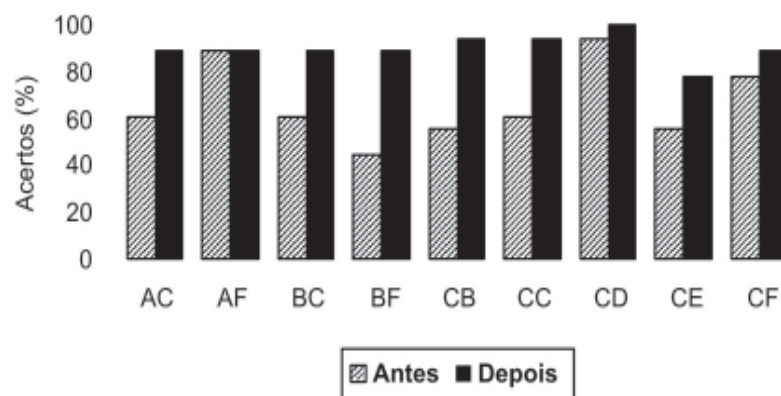
Figura 1 – Diagrama esquemático representando as habilidades numéricas analisadas no estudo

AB - dados o nome de um número falado como estímulo modelo e diversos numerais como estímulos de comparação escolher, entre estes, o que corresponde ao modelo ditado. AC - dados um número ditado e vários conjuntos, cada um com um número diferente de itens, selecionar o conjunto cuja quantidade de elementos corresponda ao nome do número falado. AF - dados um número falado e um conjunto, separar deste um subconjunto com número de itens correspondente ao especificado. BC - dados um numeral e conjuntos, selecionar destes aquele com a quantidade expressa pelo numeral. BD - dado um numeral, dizer o seu nome em voz alta. BE - dados diversos numerais, colocá-los em ordem crescente. BF - dados um numeral e um conjunto, separar deste a quantidade de itens especificada pelo numeral. CB - dados um conjunto e vários numerais, selecionar destes o equivalente ao valor do conjunto. CC - dados um conjunto como estímulo modelo e outros conjuntos como estímulos de comparação, todos com os respectivos elementos dispostos de acordo com um mesmo padrão, escolher dentre os últimos aquele numericamente equivalente ao primeiro. CC' - dados um conjunto como estímulo modelo e outros conjuntos como estímulos de comparação, não havendo coincidência na disposição dos elementos, selecionar a comparação correspondente ao modelo. CD - dado um conjunto, contar seus elementos e dizer quanto são, isto é, nomear a numerosidade. CE - dados diversos conjuntos com cardinalidades diferentes, ordená-los do menos para o mais numeroso. CF - dados dois conjuntos, um deles com maior número de elementos, separar deste um subconjunto com o mesmo número de elementos do primeiro.

Um programa de computador especialmente desenvolvido para o estudo e o uso de um monitor de vídeo com tela sensível ao toque possibilitaram que o teste daquelas relações (e o posterior treino de algumas delas) fosse completamente informatizado. O procedimento básico adotado foi o de discriminação condicional. Tarefas que requeriam a contagem de subconjuntos ou a produção de seqüências foram realizadas através do que na literatura tem sido chamado de respostas construídas. Toda resposta correta levava a uma conseqüência produzida pelo próprio computador: animação efeito sonoro ou mensagem de elogio. Porém, cada tentativa de cada tarefa era apresentada somente uma vez, exceto tarefas envolvendo conjuntos,

cujas tentativas foram apresentadas duas vezes – uma em que os elementos eram dispostos ordenadamente e outra em que os elementos ocupavam posições selecionadas aleatoriamente pelo computador. O delineamento da pesquisa compôs-se de três fases: pré-teste, treino e pós-teste, antecedidas por um treino preparatório para familiarizar os sujeitos com o uso do equipamento, o qual não será descrito.

Na Figura 2 encontram-se os dados do desempenho de um sujeito do sexo masculino, com idade de cinco anos e sete meses. Com ele foram usados estímulos nos valores de um a nove. As colunas do lado esquerdo de cada par de colunas representam a porcentagem de respostas corretas no pré-teste. Note que, em linhas gerais, o sujeito apresentou um desempenho pobre nas tarefas envolvendo numerais (estes representados pela letra B). Algumas tarefas não constam no gráfico. São elas: a relação AB, em que os acertos desse sujeito foram de 55,6%; BD e BE, em que os escores ficaram abaixo de 50%.



AC- Número ditado – conjunto	AF- N° ditado – contagem de subconjunto
BC- Numeral – conjunto	BF- Numeral – contagem de subconjunto
CB- Conjunto – numeral	CC- Conjunto – conjunto
CD- Nomeação de numerosidades	CE- Ordenação de conjuntos
CF- Conjunto – contagem de subconjunto	

Figura 2 – Desempenho de um menino de 5 anos e 7 meses no pré-teste (antes da intervenção) e no pós-teste das relações (depois da intervenção), excluídas as diretamente ensinadas no treino (AB, BD e BE)

Um treino, prevendo reforço a respostas corretas e procedimentos de correção de respostas incorretas, instalou as relações AB, BD e BE, consideradas estratégicas para produzirem a emergência de todas as outras relações. A relação AB (número ditado-numeral) foi ensinada pelo procedimento de exclusão (ROSE; SOUZA; HANNA, 1996; ROSE et al., 1992; FERRARI; ROSE; McILVANE, 1993). A expectativa era que desse treino emergisse a nomeação dos numerais (BD), o que não aconteceu. Por isso essa relação foi ensinada explicitamente. A relação BE é a produção de seqüência, ou ordenação dos numerais. Reconhecer e nomear esses estímulos são respostas indispensáveis, porém inúteis sem que se saiba ordená-los. Por isso, a ordenação também foi ensinada.

Estando o sujeito produzindo seqüências com os numerais 1 a 9 sem erros, e após ter ele alcançado o critério de 95% de acertos na nomeação daqueles numerais em extinção num bloco em que cada numeral foi apresentado cinco vezes, conduziu-se um pós-teste das relações. Este foi idêntico ao pré-teste, exceto pela ordem em que as tarefas foram apresentadas e pela não apresentação das tentativas que testariam as relações treinadas (AB, BD e BE). O desempenho do sujeito nessa fase é expresso nas colunas da direita de cada par de colunas do gráfico da Figura 2. Exceto na relação CE, em todas as outras a porcentagem de acertos foi de 89% ou superior.

Outro sujeito do estudo foi um menino de 4 anos e 10 meses, com quem o procedimento adotado foi idêntico ao que se acaba de descrever, exceto pelos valores dos estímulos usados, que foram de um a cinco. Observe a Figura 3. As relações AC, AF, CD e CF não constam no gráfico porque nelas houve 100% de acertos já no pré-teste. Também nessa fase, os escores foram de 60% na relação AB e inferiores a 50% nas relações BD e BE, que também não constam no gráfico. À semelhança do que se descreveu anteriormente, essas três últimas relações foram explicitamente ensinadas. Tendo o sujeito apresentado 100% de acertos em todas elas, procedeu-se a um pós-teste de todas as relações, menos as ensinadas e aquelas em que ele já desempenhava com perfeição. As colunas à direita em cada par

na Figura 3 representam os desempenhos emergentes. Não houve grandes diferenças do pré para o pós-teste nas relações BC, CC e CE sendo, contudo, marcantes as diferenças nas relações BF e CB.

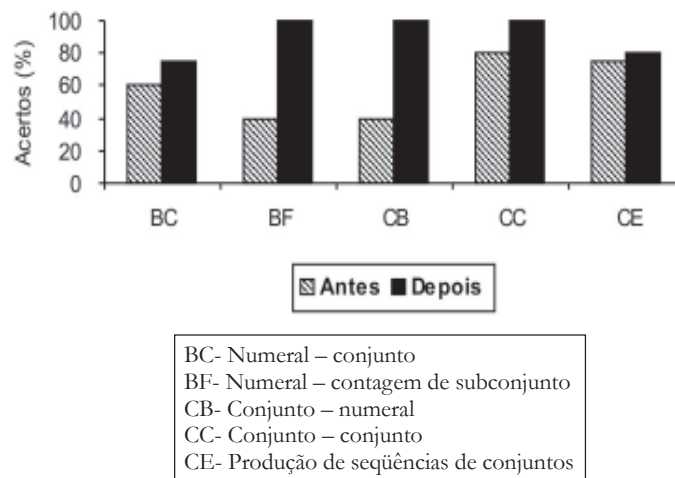


Figura 3 – Desempenho de um menino de 4 anos e 10 meses no pré-teste (antes da intervenção) e no pós-teste das relações (depois da intervenção), excluídas as relações diretamente ensinadas no treino (AB, BD e BE) e aquelas em que houve 100% de acertos no pré-teste (AC, AF, CD e CF)

Em ambos os casos descritos acima os sujeitos não se saíram bem em tarefas que implicavam o uso de numerais, mas após o treino estes foram integrados à rede de relações, isto é, passaram a fazer parte das classes de equivalência. Quanto à contagem, os sujeitos já apresentavam habilidades razoavelmente bem desenvolvidas, o que poderia explicar seu desempenho em algumas das tarefas do pré-teste que envolviam conjuntos. Contudo, na tarefa de produção de seqüências de conjuntos (CE), nota-se que não houve grande alteração do pré para o pós-teste, o que merece algumas considerações.

As dificuldades inerentes à tarefa podem ter desencorajado os sujeitos a contar. Ao início de cada tentativa, apresentam-se vários conjuntos espalhados na parte inferior da tela. A ordenação era feita

tocando-se cada conjunto com o dedo, o que provocava seu deslocamento para a parte superior da tela e seu posicionamento da esquerda para a direita. Conjuntos de até três ou quatro pontos não oferecem grandes dificuldades para serem ordenados. Porém, quantidades superiores requerem contagem. Não somente isso. O sujeito deve contar os pontos de vários conjuntos ainda não colocados em seqüência, comparando o valor de cada um com o do último conjunto da série dos que já foram ordenados. Os pontos são relativamente pequenos e ocupam uma área também pequena. Além disso, a contagem deve ser feita com um bastão, pois a tela é sensível ao toque e o dedo só deve ser usado para produzir o deslocamento dos conjuntos e indicar a finalização da tarefa. O controle de estímulos e a cadeia de respostas são muito complexos. Produzir as seqüências sem contar pode ser um comportamento de esquiva. De qualquer modo, o pior desempenho dos sujeitos foi exatamente na tarefa em que eles eximiram-se da contagem.

Conclusão

Para finalizar, faremos uma breve comparação entre os estudos de Prado (2001) e de Green (1993). Ambos possuem semelhanças importantes, chegando mesmo a se complementarem. Algumas conclusões da autora serão discutidas.

Green (1993) empregou procedimentos surgidos há algumas décadas para fins exclusivos de análise do desenvolvimento de habilidades numéricas (por exemplo: Spradlin e colaboradores, 1974; Wang e colaboradores, 1971 e Wholwill, 1960), usando-os para fazer um pré-teste de relações com seus sujeitos. Estes não tinham habilidades de contagem, não nomeavam quantidades (ou numerosidades), mas emparelhavam numerais a nomes de números ditados.

Os dados obtidos no pré-teste auxiliaram G. Green a tomar decisões concernentes ao treino, em que nomes de números serviram como estímulos modelo tanto para a escolha de conjuntos como de

numerais correspondentes. Posteriormente, verificou-se a emergência das relações numeral-conjunto e vice-versa e também a generalização da relação entre nomes de números ditados e conjuntos com figuras diferentes das de treino. Os sujeitos apresentaram desempenho satisfatório em todas essas relações, mesmo sem terem aprendido a contar.

Também em Prado (2001), procedimentos semelhantes aos anteriormente empregados em estudos do desenvolvimento de habilidades numéricas foram adotados para pré-testar as habilidades dos sujeitos. Verifiquei que as crianças já eram hábeis contadoras desde seu ingresso na pesquisa, mas não se saíam tão bem com os numerais. Elas foram ensinadas a nomear e a ordenar os numerais. Posteriormente, exibiram relações entre numerais e conjuntos (entre outros desempenhos). Elas não usaram a contagem para produzir seqüências de conjuntos e, provavelmente por isso não apresentaram bom desempenho nessa tarefa.

Green (1993) não ensinou a contagem aos seus sujeitos, mas conseguiu que eles fossem mais longe do que os de Drachenberg (1973, 1990), que também não ensinou aquela habilidade. Mas até onde eles iriam? Quais seriam as vantagens de uma aprendizagem de relações condicionais das quais fizessem parte conjuntos, sem a aprendizagem de habilidades de contagem?

O paradigma de equivalência surgiu como modelo de relações estímulo-estímulo e trouxe consigo uma reação contrária à idéia da linguagem como elemento mediador do comportamento simbólico. Em Sidman (1994, 2000), contudo, a noção de classes de equivalência não se limita mais a estímulos, passando a incluir respostas. Estas podem ser as mais diversas, inclusive verbais. A contagem inclui, entre outras, respostas verbais. Estas devem entrar na classe de equivalências que constitui o conceito de número. Nos resultados do estudo descrito acima (PRADO, 2001), isso é sugerido pelo desempenho dos sujeitos na contagem de subconjuntos sob controle de diversos estímulos (relações AF, BF e CF).

A contagem é uma habilidade tão presente e útil no dia-a-dia, que as vantagens que ela oferece parecem óbvias. Privar dessa habilidade crianças e jovens normais ou com qualquer tipo de comprometimento, significa impor-lhes dificuldades à sua aprendizagem de repertórios acadêmicos e à sua integração social. Como se sairia, por exemplo, um jovem que aprendeu uma série de discriminações incluindo conjuntos, mas sem ter aprendido a contar quando, no seu trabalho, recebesse de seu chefe uma ordem (oral ou por escrito) para fazer 50 pilhas de 25 caixas?

Para finalizar, é possível afirmar que recursos teóricos e metodológicos da Análise do Comportamento constituem-se em meios úteis para se estudar, de modo produtivo, habilidades numéricas. Discriminação (simples ou condicional), generalização e equivalência de estímulos envolvendo estímulos numéricos são necessárias, mas parecem não ser suficientes. A contagem aguarda por análises mais detalhadas tanto em si mesma como no que diz respeito à sua integração na rede de relações que compõem o que poderíamos chamar de conceito de número. Mais estudos são necessários.

Referências bibliográficas

BECKWITH, M.; RESTLE, F. Process of enumeration. **Psychological Review**, Washington, DC, v. 73, n. 5, p. 437-444, 1966.

DRACHENBERG, H. B. **Aquisição do conceito de quantidade:** programação de um procedimento de “Escolha Conforme o Modelo” para crianças. Assis: Hucitec, 1990.

_____. Programação das etapas que levam à modificação gradual no controle de certos aspectos de um estímulo para outro (fading) na situação de “escolha de acordo com o modelo”. **Ciência e Cultura**, v. 25, n. 1, p. 44-53, 1973.

DUBE, W. V.; McILVANE, W. J. Some Implications of a Stimulus Control Topography Analysis for Emergent Behavior and Stimulus Classes. In: ZENTALL, T. R.; SMEETS, P. M. (Org.). **Stimulus Class Formation in Humans and Animals**. Elsevier Science B. V., 1996.

FAYOL, M. **A criança e o número**: da contagem à resolução de problemas. Trad. Rosana Severino de Leoni. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FERRARI, C.; ROSE, J. C. C. de; McILVANE, W. J. Exclusion vs. selection training of auditory-visual conditional relations. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 56, p. 49-63, 1993.

GAST, D. L.; VANBIERVLIET, A.; SPRADLIN, J. E. Teaching number-word equivalences: A study of transfer. **American Journal of Mental Deficiency**, v. 83 n. 5, p. 524-527, 1979.

GEARY, D. C. Biology, culture, and cross-national differences in mathematical ability. In: STERNBERG, R. J.; BEN-ZEEV, T. (Org.). **The nature of mathematical thinking**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. p. 145-171.

GEARY, D. C. A darwinian perspective on mathematics and instruction. In: LOVBELESS, T. (Org.). **The great curriculum debate**: how should we teach reading and math? Washington, DC: Brookings Institute, 2001. p. 85-107.

GELMAN, R. Conservation acquisition: A problem of learning to attend to relevant attributes. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 7, n. 2, p. 167-187, 1969.

_____. Logical capacity of very young children: Number invariance rules. **Child Development**, v. 43, p. 75-90, 1972.

_____; MECK, E. Preschoolers' counting: Principles before skill. **Cognition**, v. 13, p. 343-359, 1983.

GREEN, G. Stimulus control technology for teaching number/quantity equivalences. In: NATIONAL AUTISM CONFERENCE (AUSTRALIA). Melbourne, Australia. **Proceedings...** Austrália: Victorian Autistic Children's & Adults' Association, Inc., 1993.

KAMII, C. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Trad. Regina A. de Assis. 13. ed. Cam-pinas: Papirus, 1991.

LYNCH, D. C.; CUVO, A. J. Stimulus equivalence instruction of fraction-decimal relations. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 28, n. 2, p. 115-126, 1995.

MACEDO, L. **Aquisição da noção de conservação por intermédio de um procedimento de escolha conforme o modelo**. 1972. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

_____. Procedimentos de treino da noção de conservação. **Psicologia**, v. 1, n. 1, p. 21-47, 1975.

_____; AMÊNDOLA, M. B. Aquisição da noção de conservação por intermédio de um procedimento de escolha do ímpar (oddy learning). **Psicologia**, v. 6, n. 1, p. 25-42, 1980.

_____; ASSIS, M. B. A. C. Aquisição da noção de conservação por intermédio de aprendizagem discriminativa ou operatória. **Psicologia**, v. 10, n. 3, p. 11-26, 1984.

MAYDAK, M. et al. Stimulus classes in matching to sample and sequence production: the emergence of numeric relations. **Research in Developmental Disabilities**, v. 16, n. 3, p. 179-204, 1995.

MIX, K. S.; HUTTENLOCHER, J.; LEVINE, S. C. Multiple cues for quantification in infancy: is number one of them? **Psychological Bulletin**, v. 128, n. 2, p. 278-294, 2002.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento – um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.

OTTONI, E. B. **Dos limites do contar ao contar sem limites: um estudo sobre o desenvolvimento da competência numérica e da noção de infinitude na criança**. 1993. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança**. Trad. Christiano M. Oiticica. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

POTTER, M. C.; LEVY, E. I. Spatial enumeration without counting. **Child Development**, Washington, DC, v. 39, p. 265-273, 1968.

PRADO, P. S. T. **O conceito de número: uma análise com base no paradigma de rede de relações.** 1995. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

_____. **Ensinando o conceito de número: contribuições do paradigma de rede de relações.** 2001. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

RESNICK, L. B.; WANG, M. C.; KAPLAN, J. Task analysis in curriculum design: A hierarchically sequenced introductory mathematics curriculum. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 6, p. 679-710, 1973.

ROSE, J. C. C. de. Classes de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 9, n. 2, p. 283-303, 1993.

_____; SOUZA, D. G.; ROSSITO, A. L.; ROSE, T. M. S. Aquisição de leitura após história de fracasso escolar: Equivalência de estímulos e generalização. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 5, n. 3, p. 325-346, 1989.

_____ et al. Stimulus equivalence and generalization in reading after matching to sample by exclusion. In: HAYES, S. C.; HAYES, L. J. (Org.). **Understanding Verbal Relations.** Reno, EUA: Context Press, 1991.

SAUNDERS, R. R.; GREEN, G. The nonequivalence of behavioral and mathematical equivalence. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 57, p. 227-241, 1992.

SCHAEFFER, B.; EGGLESTON, V. H.; SCOTT, J. L. Number development in young children. **Cognitive Psychology**, v. 6, p. 357-379, 1974.

SIDMAN, M.; STODDARD, L. T. Programming perception and learning for retarded children. In: ELLIS, N. R. (Org.). **International Review of Research in Mental Retardation.** New York: Academic Press, 1966. p. 151-208. v. 2.

_____. Reading and auditory-visual equivalences. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 14, p. 5-13, 1971.

_____. Equivalence relations: Some basic considerations. In: HAYES, S. C.; HAYES, L. J. (Org.). **Understanding Verbal Relations**. Reno, EUA: Context Press, 1992.

_____; TAILBY, W. Conditional discrimination vs. matching-to-sample: An expansion of the testing paradigm. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 37, p. 5-22, 1982.

SPRADLIN, J. E. et al. Performance of mentally retarded children on pre-arithmetic tasks. **American Journal of Mental Deficiency**, v. 78, n. 4, p. 397-403, 1974.

_____; SAUNDERS, K. J.; SAUNDERS, R. R. The stability of equivalence classes. In: HAYES, S. C.; HAYES, L. J. (Org.). **Understanding Verbal Relations**. Reno, EUA: Context Press, 1992.

STARKEY, P.; SPELKE, E. S.; GELMAN, R. Detection of intermodal numerical cor-re-spondences by human infants. **Science**, v. 222, p. 179-181, 1983.

STODDARD, L. T.; ROSE, J. C. C. de; MCILVANE, W. J. Observações curiosas acerca do desempenho deficiente após a ocorrência de erros. **Psicologia**, v. 12, n. 1, p. 1-18, 1986.

STRAUSS, M. S.; CURTIS, L. E. Infant perception of numerosity. **Child Development**, v. 52, p. 1146-1152, 1981.

WANG, M. C.; RESNICK, L. B.; BOOZER, R. F. The sequence of development of some early mathematical behaviors. **Child Development**, v. 42, p. 1767-1778, 1971.

WOHLWILL, J. F. A study of the development of the number concept by scalogram analysis. **Journal of Genetic Psychology**, Washington, DC, v. 97, p. 345-377, 1960.

WYNN, K. Addition and subtraction by human infants. **Nature**, v. 358, p. 749-750, 1992.

ZIMILES, H. A note on Piaget's conception of conservation. **Child Development**, v. 34, p. 691-695, 1963.