MEMORIZAÇÃO DE FATOS FUNDAMENTAIS

Daniel Moreira dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
daniel-htm@hotmail.com

Resumo:
O presente artigo é resultado de um experimento de ensino realizado em fevereiro de 2012 em uma turma de 4º ano do ensino fundamental de uma escola municipal de Vitória/Espírito Santo. Durante o mês acompanhamos o trabalho da professora regente com atividades envolvendo cálculo mental e algorítmico. No último encontro de fevereiro, procuramos verificar de que forma o jogo computacional Soma 10 contribuiu para o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental em alunos com maior e menor repertório memorizado de fatos fundamentais de adição e subtração. Trazemos no texto algumas reflexões pertinentes à temática, apresentamos as características principais do jogo Soma 10 e relatamos os procedimentos de coleta e análise dos dados à luz dos autores abordados.

Palavras-chave: Memorização; fatos fundamentais; adição e subtração; jogo Soma 10.

1. Introdução

Neste texto trazemos um recorte de uma pesquisa envolvendo atividades de cálculo mental e outras que fortalecem a aprendizagem de fatos fundamentais de adição e subtração. Conceituamos o que são fatos fundamentais conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental (PCN) (BRASIL, 1997) e Van de Walle (2009). Em seguida, utilizamos resultados de neurologia (CALDAS, 2007) e psicologia (VIGOTSKI, 2003/1926) que nos ajudam a compreender a importância da memorização na aprendizagem de forma geral. Além disso, Santos-Wagner (2012), Fayol (2012), Parra (1996) e Carraher (2001) assinalam o valor e o papel da memorização e automatização de fatos fundamentais para desenvolver habilidades de cálculo. Descrevemos o jogo computacional Soma 10 e discutimos seu potencial para explorar fatos fundamentais e cálculo mental nas séries iniciais do ensino fundamental (SANTOS; WROBEL, 2012). Depois, trazemos os procedimentos de coleta e análise de dados deste experimento de ensino.

2. Fatos fundamentais

Os fatos fundamentais de adição e subtração dizem respeito às relações estabelecidas entre números menores que 10. Por exemplo, 3 + 6 = 9 é um fato fundamental de adição e 9 – 6 = 3 é um fato fundamental de subtração. O trabalho sistemático com fatos fundamentais nas primeiras séries do ensino fundamental leva as crianças a dominarem cálculos mais complexos recorrendo à memória em cálculos mais simples. Devido a isso, o trabalho com fatos fundamentais constitui-se como uma ferramenta necessária para o cálculo mental. Segundo Van de Walle (2009) "a fluência com fatos fundamentais permite a facilidade de cálculos, especialmente o cálculo mental e, portanto, ajuda na habilidade de raciocinar numericamente em todas as áreas relacionadas a números" (p. 191).

Portanto, a fluência com fatos fundamentais favorece o desenvolvimento do cálculo mental e o desenvolvimento matemático de modo geral. De acordo com o pensamento de Van de Walle (2009) não se trata de abolir outros instrumentos de cálculo, mas de escolher o mais adequado a cada situação. Quando se trata de cálculos simples, recorrer à memória e ao cálculo mental é o melhor caminho. Porém, conforme afirmam os PCN,

> Evidentemente, a aprendizagem de um repertório básico de cálculos não se dá pela simples memorização de fatos de uma dada operação, mas sim pela realização de um trabalho que envolve a construção, a organização e, como conseqüência, a memorização compreensiva desses fatos.
> A construção apóia-se na resolução de problemas e confere significados a escritas do tipo a + b = c, a x b = c. Já a organização dessas escritas e a observação de regularidades facilita a memorização compreensiva (BRASIL, 1997, p. 74).

Conforme sugerem os PCN (BRASIL, 1997), não é a simples memorização que garantirá a aprendizagem com compreensão de fatos fundamentais de uma operação aritmética, mas sim a construção destes fatos apoiada na resolução de problemas, na organização e observação de regularidades numéricas. Além disso, de maneira intuitiva, alguns alunos percebem a vantagem de conhecer e usar algumas propriedades das operações como associatividade e comutatividade no cálculo de fatos fundamentais.

Abaixo discorremos sobre possibilidades de construção/aprendizagem significativa e memorização/automatização de fatos fundamentais. Queremos ressaltar que não existe ambivalência entre compreender e memorizar sendo estes processos mentais compatíveis. Segundo o neurologista Alexandre Castro Caldas (2007), nos primeiros anos de ensino, a memorização precisa ser praticada a fim de "adquirir conhecimento essencial para o futuro" [1]. O autor ainda afirma que a prática da memorização estimula a inteligência. Para Caldas (2007) existem "janelas de oportunidade" para se aprender. Se a oportunidade de aprender não for aproveitada no momento correto, algum conhecimento pode nunca mais ser apreendido, por exemplo, a tabuada. Esse argumento fortalece nossa preocupação com atividades que favoreçam a aprendizagem e memorização de fatos fundamentais envolvendo adição e subtração. Acreditamos que para propiciar a fluência com fatos fundamentais precisamos, primeiramente, entender como funcionam os tipos de memória.

3. Memória mecânica e memória lógica ou associativa

Na obra Psicologia Pedagógica, Vigotski (2003/1926) apresenta dois tipos de memória com processos completamente distintos. São eles: a memória mecânica e a memória lógica ou associativa. A memória mecânica é entendida como "a capacidade do organismo de conservar a marca de reações reiteradamente repetidas" (p. 144) nas vias nervosas. Dessa forma, quando memorizamos os números de um a dez em ordem crescente, deixamos uma "trilha" que favorece a recordação da série sempre que precisamos dela. Vigotski (2003/1926) exemplifica o significado desse "trilhar" com um experimento utilizando um cronoscópio[2].

> Mostra-se ao sujeito do experimento o número 17 e lhe pedimos que mencione [o número seguinte] o 18. Depois o experimento é modificado, e o sujeito, diante do número 17, não deve reagir nomeando o seguinte, mas o anterior, isto é, o 16. No primeiro caso, o tempo necessário para a reação foi 1 ½ menor que no segundo caso (VIGOTSKI, 2003/1926, p. 144).

Vigotski (2003/1926) explica que isso acontece porque o primeiro caso é mais habitual para o organismo do que o segundo. Isso se reflete no tempo de resposta do segundo caso (lembrar um número anterior) ser maior que o do primeiro. A outra forma de memória é denominada lógica ou associativa. Entende-se por associação "um vínculo entre

[1] Não foi informada a página desta citação, pois a mesma é parte de uma entrevista concedida por Caldas ao site kaminhos.com. Veja a matéria completa em: http://www.kaminhos.com/artigo.aspx?id=6303&seccao=3

[2] Relógio especial usado em psicologia para medir a velocidade da reação, que tem a precisão de 0,001 parte de segundo (VIGOTSKI, 2003/1926, p. 143).

as reações, de forma tal que o aparecimento de uma delas provoca infalivelmente a aparição de outra” (VIGOTSKI, 2003/1926, p. 144). Além disso, o autor diz que a formação de uma associação depende da experiência. Ele também apresenta alguns resultados de experimentos psicológicos que procuram comparar os tipos de memória segundo os critérios de necessidade e utilidade. Em um dos experimentos o sujeito é convidado a memorizar através da leitura 100 palavras com grau de dificuldade semelhante. Para um grau de dificuldade médio são retidas cerca de 10 palavras não necessariamente na mesma ordem e seqüência que foram apresentadas. Em seguida, apresenta-se outro conjunto de 100 palavras com mesma dificuldade. Todavia, o sujeito é convidado a estabelecer relações entre as palavras apresentadas e outra seqüência de 100 palavras que conheça. Vigotski (2003/1926) afirmou que em geral o sujeito apresenta todas as palavras na seqüência correta.

Nessa obra, Vigotski (2003/1926) acrescenta que os dois tipos de memória trazem conclusões pedagógicas que podem ser extraídas. Para o autor, lembrar é “colocar diretamente as reações na cabeça” (memória mecânica) ou “estabelecer em cada caso um novo vínculo entre o já estudado e o que deve ser novamente estudado” (memória associativa) (VIGOTSKI, 2003/1926, p. 145). Quando o autor nos apresenta o conceito de memória associativa, ele afirma que o ato de recordar está associado à criação de vínculo entre o já estudado e o que deve ser estudado posteriormente. Complementa que “quanto maior for a quantidade de associações de que dispomos, mais fácil será estabelecer uma nova associação e, conseqüentemente, eleva-se a qualidade de nossa memória especial” (VIGOTSKI, 2003/1926, p. 148). Dessa forma é possível construir e apreender significativamente um repertório numérico vasto. Esses resultados acerca do funcionamento da memória são importantes para o ensino de matemática. Porque um professor ciente dos benefícios de um processo de memorização inteligente pode propor aos seus alunos atividades que auxiliem a construção de associações na memória. No caso de fatos fundamentais a memorização é auxiliada pelo conhecimento das propriedades das operações e de regularidades numéricas. Esse tipo de trabalho agrega como vantagem a compreensão daquilo que se está aprendendo.

4. Memorização e automatização em matemática

Quando se fala em memorização, automatização e/ou mecanização em matemática, algumas pessoas pensam inevitavelmente em métodos antiquados de ensino, em ensino tecnicista e sem reflexão. Esse equívoco é compreensível, pois durante muito tempo a memorização foi relacionada à mera repetição. Todavia, pesquisas em neurologia, psicologia e educação têm mostrado que a memorização quando trabalhada de outras formas e associada à compreensão potencializa a aprendizagem. Santos-Wagner (2012) assinala que é preciso haver momentos destinados a construção de fatos fundamentais, mas também deve existir espaço para a formalização, sistematização, memorização e automatização. . Para isso é necessário que o professor tenha domínio do conteúdo a ser ensinado, conheça diferentes maneiras de ensiná-lo e tenha clareza do objetivo a alcançar no processo de ensino-aprendizagem de matemática. Por exemplo, a construção da tabuada pelo aluno através da busca de relações numéricas e padrões existentes na mesma, a formalização e a memorização dessas relações descobertas vão contribuir para que ele adquira um repertório básico de cálculo. Trazemos neste trabalho alguns argumentos que corroboram com este pensamento e defendem a importância da memorização e automatização em matemática.

Embora a memorização e a automatização de fatos fundamentais não seja o primeiro passo na construção de um repertório aditivo, encontrar rapidamente a, b ou c em $a+b=c$, quando $a<10$ e $b<10$, é um dos objetivos de matemática para o Ensino Fundamental. Para Parra (1996), essa memorização é a base do cálculo escrito e mental. Acrescentamos que essa é a base para a aquisição do procedimento de cálculo, seja escrito ou mental. Para nós, a base do cálculo seria a compreensão das relações concretas envolvidas por trás da relação simbólica $a+b=c$. Entretanto, no Ensino Fundamental, esperamos que o aluno adquira tal nível de abstração que seja capaz de manipular símbolos fluentemente. E, “ao final das manipulações simbólicas realizadas, o resultado obtido deve corresponder àquele a que chegaria a manipulação efetiva das entidades concretas” (FAYOL, 2012, p. 67).

Para Santos-Wagner (2012), a criança só aprendeu aritmética e, mais geralmente matemática, quando sabe operar em um dado contexto com entidades concretas e quando sabe operar formalmente com a matemática escolar neste e em outros contextos. É necessário que o aluno saiba lidar com as situações cotidianas bem como com as situações formais da matemática. Na mesma linha, Fayol (2012) acrescenta que

> As crianças têm de descobrir esse principio segundo o qual a manipulação regrada dos símbolos equivale à aplicação concreta de transformações. Em seguida, elas têm de compreender e admitir que a manipulação dos símbolos permite "liberdades" de processamento que tornam mais rápida e exata a resolução das operações (FAYOL, 2012, p. 67).

Essa manipulação simbólica começa com o auxílio da escrita e torna-se exclusivamente mental. Fayol (2012) acrescenta que a gênese e a ativação das operações aritméticas levam em conta "certos *fatos aritméticos* que não exigem cálculo" (p. 68, grifo do autor), isto é, fatos já memorizados. Por exemplo, registramos os passos intermediários resultantes da execução de um algoritmo, mas recuperamos os fatos de memória. Ao calcularmos 28 + 31 (Figura 1, esquerda), recuperamos de memória o resultado de 8 unidades + 1 unidade (igual a 9 unidades) e 2 dezenas + 3 dezenas (igual a 5 dezenas). De modo semelhante, ao calcularmos 37 + 44 (Figura 1, direita), recuperamos de memória o fato fundamental do 11 (7 unidades + 4 unidades), efetuamos o registro (uma unidade e "vai" uma dezena) e fazemos a soma mental 1 dezena + 3 dezenas + 4 dezenas (igual a 8 dezenas).

$$\begin{array}{r} 28 \\ +31 \\ \hline 59 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1 \\ 37 \\ +44 \\ \hline 81 \end{array}$$

Figura 1: Recuperação de fatos fundamentais de memória

Parra (1996) aponta como vantagem da "ativação automática" (p. 193) de cálculo: a rapidez, a ausência de esforço e a inalteração da atividade mental em curso. Acrescenta que a memorização e automaticidade de fatos numéricos vão além da simples agilidade de cálculo. Levam os alunos a "exercerem um controle mínimo" (p. 193) sobre os números quanto à razoabilidade de uma conta equivocada, sobre estimativa de ordem de grandeza e uso de calculadoras e computadores.

5. O jogo computacional Soma 10

O Soma 10 nasceu do desejo de contribuir de forma atrativa para o desenvolvimento de habilidades de cálculo mental com números inteiros. Para este fim, o jogo foi idealizado para alunos de 7º ano do ensino fundamental. Entretanto, como veremos na apresentação dos dados, o estudo exploratório com o Soma 10 foi feito em uma turma de 4º ano do ensino fundamental. O jogo está disponível no *site*[3] do projeto Matemática Divertida e outros detalhes podem ser obtidos em Santos e Wrobel (2012). O Soma 10 oferece um cenário com várias possibilidades de solução e formação do total dez. Na Figura 2 (direita) colocamos uma tela mostrando estratégias[4] possíveis. Nesta tela temos um número 7 na primeira linha e um número 8 caindo. As possibilidades de jogada são: Empilhar, colocando o 8 sobre o sete e não realizando a operação de soma; Enfileirar (na primeira linha) com o sinal de mais (+8), resultando em 15, ultrapassando 5 do total 10; E por último, enfileirar com o sinal de menos (-8), resultando em -1, faltando 11 para o total 10. Nesta situação, a criança deve decidir o que fazer baseado em alguns cálculos mentais.

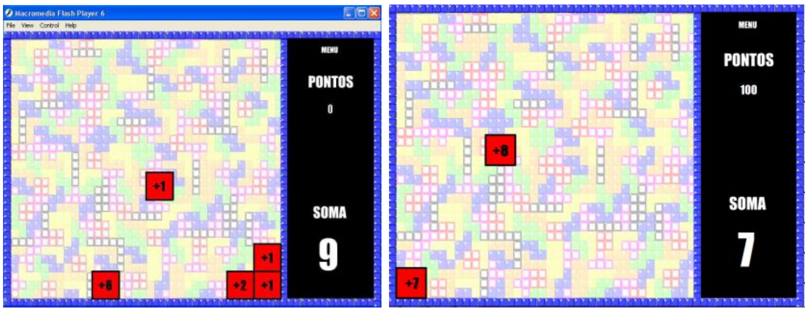

Figura 2: Tela do Jogo Computacional Soma 10 (esquerda) e estratégias possíveis (direita)

Note na Figura 2 que na parte inferior do lado direito aparece a soma da linha correspondente à base do *grid*. Essa soma é atualizada sempre que uma peça é colocada ali. Como visto no exemplo dessa mesma figura, as peças não precisam estar justapostas para se obter soma igual a 10. Cabem em linha horizontal 10 peças, sendo possível completar soma 10 com 10 peças iguais a 1 ou com menos peças, por exemplo deixando na Figura 2 a peça +1 cair sobre a base do *grid*. Se as peças alcançarem o topo do *grid* o jogo encerra a partida. Quanto à pontuação, quando a soma igual a 10 é formada na base do *grid* o jogador ganha 100 pontos. Caso a linha superior à base também contenha a soma 10 o jogador ganha mais 500 pontos e todas as peças somem do cenário. Sempre que uma linha soma 10 suas peças desaparecem.

---

[3] http://matdivertida.mygamesonline.org
[4] Utilizamos aqui a acepção de Macedo (2001) para o termo estratégia. Para o autor as estratégias são “o modo, claro ou não para a criança, como ela ‘arma’ as jogadas nas circunstâncias em que o jogo está se dando, visando o objetivo final, que é o de ganhar a partida ou resolver o problema proposto” (MACEDO, 2001, p. 130).

Uma questão relevante para a tomada de decisão é a aleatoriedade das peças. Na figura 2 (direita), se for levar em conta apenas o que falta a 7 (primeira linha) para se obter 10, o jogador irá empilhar o 8, visto que falta apenas 3. Porém, não se tem a garantia de qual será a próxima peça. Poderá ser 2, 3, mas poderá ser 9 fazendo o jogador decidir entre aumentar a pilha mais uma vez ou obter uma soma ainda maior que a anterior. Se olharmos para o total 10, somar 8 ao 7 nos dará 15, que ultrapassou 10 em 5 unidades. Por sua vez, 5 é bem próximo de 3 (o que faltava a 7 para se obter 10). Além disso, se adicionar terá mais possibilidades nas próximas jogadas: empilhar, enfileirar na primeira linha, enfileirar na segunda linha. Portanto, o que queremos ilustrar nessa situação é que talvez seja melhor "afastar-se do 10" para ter mais flexibilidade em jogadas futuras.

O jogo foi distribuído em quatro níveis. O primeiro nível de 0 a 1000 pontos, o segundo de 1000 a 2000 pontos, o terceiro de 2000 a 3000 pontos e o quarto acima de 3000 pontos. No primeiro nível a soma da linha base do *grid* é mostrada no canto inferior direito da tela (como mostrado na Figura 2), no segundo a soma permanece e a velocidade de queda das peças aumenta. No terceiro nível a velocidade volta à inicial, porém a soma não aparece para o jogador, tendo o aluno que realizar mais cálculos mentais e no quarto e último nível juntamos as duas dificuldades, o aumento da velocidade e supressão do valor da soma. O jogo só acaba quando o jogador completa a primeira linha com soma diferente de 10 ou quando as peças alcançam o topo do *grid*.

As várias formas de se obter soma igual a 10 são o que denominamos fatos fundamentais do dez. Como assinalamos, o domínio e a fluência com fatos fundamentais permitem a facilidade de cálculo e o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental. Portanto, como afirma Santos-Wagner (2012), o professor precisa realizar um trabalho sistemático com os fatos fundamentais e fazer com que o cálculo mental seja uma atividade rotineira em sala de aula para a aquisição de um repertório numérico vasto. Reconhecendo essa necessidade, conduzimos este estudo exploratório a fim de analisar o desenvolvimento dessa modalidade de cálculo por meio do jogo Soma 10 em alunos do 4º ano do ensino fundamental. Além disso, queríamos avaliar o potencial desse jogo para a aprendizagem de fatos fundamentais.

6. Procedimentos de pesquisa do estudo exploratório

No mês de fevereiro de 2012 foi desenvolvido um trabalho diagnóstico em uma turma de 4º ano do ensino fundamental da rede municipal de Vitória, a título de conduzir um estudo exploratório do tipo experimento de ensino. A presente investigação teve por finalidade entender as estratégias de cálculo mental utilizadas por alunos do 4º ano do Ensino Fundamental durante o jogo computacional Soma 10. Tentou responder ainda a seguinte pergunta: *De que forma o jogo computacional Soma 10 pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental?* Durante esse mês de fevereiro procuramos identificar através das atividades planejadas pela professora regente os alunos que possuíam maior e menor repertório de fatos fundamentais. Acompanhamos a professora durante 16 aulas observadas de 13h00min as 17h00min horas. Os recursos metodológicos utilizados foram: observação do jogo Soma 10 no laboratório de informática e registros em diário de bordo das estratégias dos alunos durante o jogo.

No último dia de observação, foi feita uma análise dos dados resultantes da aplicação do jogo computacional Soma 10 no laboratório de Informática com 29 alunos com idade entre 10 e 12 anos. Os alunos foram dispostos em duplas. As duplas foram formadas colocando um aluno com maior repertório de fatos juntamente com outro com menor repertório de fatos fundamentais. O trabalho de toda a turma foi observado, mas atenção especial foi dada a uma dupla de alunos, uma vez que queríamos entender as estratégias usadas por essa dupla. O critério utilizado na escolha da dupla foi o desempenho individual nas atividades observadas durante o mês. Um dos alunos demonstrou ter domínio de fatos fundamentais operando diretamente com os símbolos numéricos. O outro aluno utilizava representações concretas com material dourado e às vezes desenhos de quantidades, sempre recorrendo à contagem um a um.

Ao final, foi proposto a todos que fizessem observações orais sobre o momento que tinham vivenciado. Essas observações também foram registradas pelo pesquisador no diário de bordo. Buscou-se identificar a maneira como os alunos lidavam com o jogo e suas estratégias de solução com o uso do cálculo mental. Além disso, queríamos verificar se na interação com o seu par o aluno com menor repertório de fatos fundamentais se desenvolvia melhor. Neste estudo, para manter o anonimato dos sujeitos da pesquisa, utilizaram-se nomes fictícios mantendo-se a primeira letra do nome dos alunos. Não havia na turma nomes onde a primeira letra se repetia.

7. Apresentação dos dados

Durante todo o mês trabalhamos atividades de cálculo algorítmico e cálculo mental (exato, estimativas e aproximações). Finalizamos o mês de atividades com o jogo Soma 10 no laboratório de informática a pedido da professora regente. Utilizamos duas aulas de 50 minutos no laboratório de informática. Tínhamos a hipótese de que o desconhecimento dos números negativos prejudicaria o desenvolvimento dos alunos durante o jogo. Embora projetado para estimular o cálculo mental com números inteiros e, portanto abrangendo conteúdo do sétimo ano do ensino fundamental, registramos estratégias matemáticas interessantes durante a aplicação do jogo no quarto ano.

Em um primeiro momento explicamos as regras do jogo na lousa com auxílio do data show. Jogamos algumas rodadas fazendo alguns comentários explicativos. Em seguida, o jogo foi liberado para os alunos. Em algumas duplas ficou evidente que um dos alunos havia entendido o jogo e por isso monopolizou o computador. Procuramos mediar o trabalho e propor alguma estratégia para que o aluno que tinha ficado ocioso jogasse e auxiliasse o colega.

Observamos a dupla de alunos Kaíque e Rômulo que dividiam uma mesma máquina durante a aula. O aluno Kaíque entendeu o objetivo do jogo de imediato. O aluno Rômulo apresentou muita dificuldade em manipular as direções, escolher uma estratégia (empilhar ou não) e escolher a melhor operação (adição ou subtração). Então sugerimos que ele apenas brincasse um pouco no teclado controlando as peças. O aluno Kaíque adotou a estratégia de deixar o aluno Rômulo controlar as peças enquanto dizia a ele o que fazer (trocar o sinal ou não e onde colocar a peça). O máximo de pontos alcançado pela dupla foi 1000 quando perderam em seguida. A estratégia utilizada pelo aluno Kaíque foi enfileirar na primeira linha o máximo possível com soma bem próxima a 10 e só então empilhar. A figura abaixo ilustra essa estratégia:

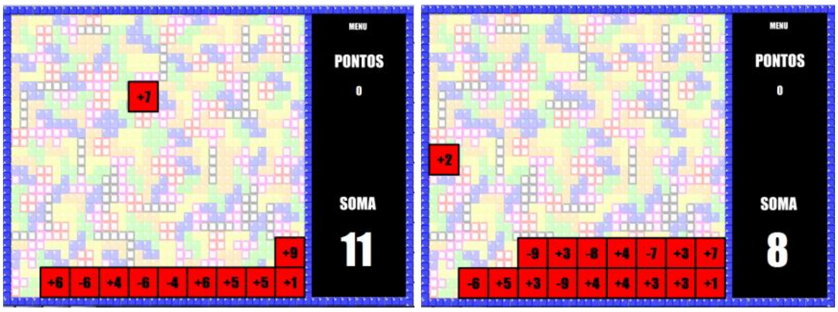

Figura 3: Estratégia da dupla Kaíque e Rômulo (esquerda) e alternando sinais (direita)

As somas parciais das linhas superiores não aparecem na tela. Para não perder o controle desses resultados, a dupla adotou como estratégia enfileirar com sinais alternados (ver figura 3 direita). Acreditamos que essa estratégia ajudava a dupla a fazer menos contas e a ter uma soma equilibrada em alguns casos. Algumas vezes acontecia de a segunda linha descer e a soma ser bem próxima a dez. Isso pode ter despertado a dupla para essa estratégia.

Observamos que o aluno Kaíque possuía um bom repertório de cálculo recuperando facilmente os fatos do dez. Por exemplo, 1+9, 2+8, 3+7, 4+6 e 5+5, 12-2, 13-3 e etc. Ao cair um +7, por exemplo, Kaíque procurava entre as linhas já montadas alguma que possuísse o +3. Assim, combinava as duas formando soma igual a dez com essas peças. Embora ultrapassasse o valor dez algumas vezes, essa estratégia é muito útil durante o jogo para contabilizar rapidamente o resultado das linhas superiores que não aparecem no mostrador. Diferentemente de Kaíque, Rômulo demonstrou desconhecer a maioria dos fatos fundamentais, em especial, aqueles que exigiam subtração (14-4, 15-5 e etc.). Recorria sempre à contagem a partir do número no demonstrador com o auxílio dos dedos. Por exemplo, se houvesse +3 no demonstrador e caindo o +8, Rômulo adicionava uma unidade (um dedo) por vez até chegar a 11. Entretanto, em vários momentos a peça caía antes que efetuasse toda a contagem.

Kaíque e Rômulo compreendiam as operações aritméticas através de relações com material concreto, o que para nós constitui-se como a base do cálculo, isto é, o que está por trás da relação simbólica. No entanto, Rômulo só conseguia operar nesse nível concreto conhecendo poucos fatos fundamentais de memória. Kaíque já havia descoberto que a manipulação simbólica dentro das regras aritméticas era equivalente à operação concreta com objetos, o que está de acordo com Fayol (2012). Ainda segundo Fayol (2012), Rômulo não tinha as operações aritméticas de forma completamente ativas. Observamos durante o mês de fevereiro que, apesar de conhecer os algarismos de cor, Rômulo estava transitando entre as representações com material concreto e representações pictóricas nas atividades de cálculo. Segundo Van de Walle (2009), "a dependência desses métodos para combinações numéricas simples é um impedimento sério ao desenvolvimento matemático" (p. 191). Conforme Vigotski (2003/1926), Kaíque e Rômulo tinham estabelecido associações entre os símbolos e as quantidades formadas por objetos concretos que estavam acostumados a manipular. Entretanto, Rômulo não havia compreendido completamente as ideias por trás das operações.

Carraher (2001) acrescenta que a compreensão ajuda a memória. Para essa pesquisadora "quando as coisas não tem muito sentido, nossa memória parece inconstante, não fixamos as recordações para sempre e nosso desempenho é inconstante" (CARRAHER, 2001, p. 52). Por isso, é necessário que o professor auxilie na construção de fatos fundamentais e estabeleça relações com entidades concretas até se chegar à memorização dos símbolos. Rômulo agia de acordo com Parra (1996) ao afirmar que "no começo, a memorização não entra em cena. Frente às situações e atividades que lhes são propostas, os alunos produzem resultados pelos seus próprios meios" (p. 217). Isto é saudável e precisa ser estimulado antes da memorização, mas é preciso continuar o trabalho até chegar-se à matemática formal. Notamos que o jogo mostrou-se estimulante para Kaíque, pois o acerto o reforçava positivamente e isso o impulsionava para novas jogadas. Contudo, jogar o Soma 10 foi desestimulante para Rômulo, porque errava várias vezes sem que Kaíque interagisse com ele favorecendo-lhe alguma descoberta. Concordamos com Parra (1996) quando afirma que os jogos "utilizados em função do cálculo mental, podem ser um estímulo para a memorização, para aumentar o domínio de determinados cálculos" (p. 223). Contudo, conforme observamos, o jogo pode ser desmotivador para alunos com maiores dificuldades na aprendizagem como ocorreu com Rômulo. Cabe ao professor avaliar o jogo de acordo com o conhecimento de seus alunos.

Cinco duplas se destacaram e estas conseguiram fazer mais de 1000 pontos passando para o segundo nível e uma delas (Fernando e Enzo) alcançou o terceiro nível do jogo. Observando a dupla formada por Fernando e Enzo, nós constatamos que não houve interação entre o aluno com facilidade e o aluno com dificuldade no jogo. Quando pedimos a Fernando que deixasse Enzo jogar, Fernando afirmou que "Ele não sabe nada!". Mesmo não jogando, Enzo se entusiasmava com as boas jogadas de Fernando e a pontuação atingida. Sentia-se parte da equipe.

No momento de avaliação sobre a aula os alunos fizeram algumas colocações que se seguem. Sugeriram que no jogo deveria ter a possibilidade de parar o jogo para se fazer o cálculo mentalmente ou por escrito, manter a velocidade lenta e colocar o registro de recordes. Isso mostra a falta de agilidade que os alunos apresentam na realização do cálculo mental. Esses comentários dos alunos nos fizeram refletir sobre a adequação do jogo para alunos com esse tipo de domínio de fatos fundamentais. Esse fato não nos surpreende, uma vez que o cálculo mental é pouco estimulado nas escolas. Todavia, consideramos relevante a observação dos alunos, pois o jogo sendo muito rápido para alunos com mais dificuldade acaba por não auxiliar na aquisição de um repertório de fatos fundamentais.

Um aluno questionou porque na descida de um número negativo somava-se este ao número do demonstrador quando deveria, na ideia dele, subtrair. Embora esses alunos entendam o conceito de “aumentar uma dívida” não fazem associação direta com uma expressão numérica envolvendo números negativos (por exemplo, -9-7). Queremos lembrar que os alunos não possuíam conhecimento formal sobre operações com números negativos. Outro aluno sugeriu que o demonstrador de contagem da soma deveria permanecer mesmo que o jogador já tivesse alcançado mais de 1000 pontos. A professora argumentou que o jogador que alcança mais de 1000 pontos já está num nível profissional e por isso não necessita mais do demonstrador.

Essa interação com os alunos e levantamento dos seus anseios com relação ao jogo justifica-se pela aprendizagem significativa gerada pela motivação de fazer parte do projeto de construção. Logo, consideramos relevante implementar as sugestões dadas e testá-las em um segundo momento. Denominamos este tipo de desenvolvimento de software de Design Participativo (DP). O DP se contrapõe aos grandes modelos de desenvolvimento de softwares. Estes, em sua maioria, têm considerado o sujeito apenas como um receptor e utilizador da tecnologia, do produto acabado. Com DP, a criança participa colaborativamente do desenvolvimento do software. Ela passa de público-alvo a co-autora.

> O desenvolvimento de sistemas de informação voltados ao público infantil envolve: a clarificação dos significados que as crianças dão para o mundo e para os artefatos tecnológicos com os quais interagem em seu dia-a-dia; a representação do entendimento do designer para estes significados, com vistas a orientar o processo de design do novo artefato em desenvolvimento; a proposição e avaliação iterativa de soluções de design com o envolvimento das próprias crianças. (MELO; BARANAUSKAS; SOARES, [s.d; s.p])

Outros fatores relevantes nessa abordagem são a avaliação e a usabilidade. A avaliação do software de forma iterativa em cada passo da construção do produto permite a criança contribuir com seus anseios em relação ao jogo. A usabilidade é um requisito indispensável na criação de qualquer sistema computacional. Essa característica se reforça quando se trata de ensino-aprendizagem. Queremos que, ao avançar no jogo, a criança consiga desenvolver a tomada de decisões e autonomia na resolução de problemas.

Da análise dos dados vemos que o desconhecimento da aritmética dos números negativos não atrapalha o desenvolvimento dos alunos durante o jogo. Eles acabam por tentativa e erro verificando que precisam somar números positivos para eliminar o número negativo da linha. Observamos que o aluno que tinha maior fluência com fatos fundamentais monopolizou o jogo, sendo necessária a intervenção do professor para negociar que o outro também jogasse. Portanto, não havia interação entre os componentes da dupla quando um estava muito mais ágil nos cálculos do que o outro. Não confirmamos a observação de estratégias de cálculo mental durante o jogo. Percebemos o uso da memória na recuperação de fatos fundamentais da adição e subtração. Por exemplo, 2+3=5, 4+2=6, 6+1=7, 9-2=7, 6-4=2, etc. Confirmamos ainda o uso de diferentes estratégias com respeito à jogabilidade (empilhar, enfileirar e etc.). Vimos que o aluno que conhecia bem os fatos fundamentais totalizando dez tinha um bom desempenho no jogo. Já o aluno que desconhecia a maioria dos fatos tinha bastante dificuldade. Quase todos os alunos com dificuldades no jogo se sentiram desmotivados.

8. Considerações Finais

Durante o jogo computacional Soma 10, o cálculo mental é a única ferramenta para resolução das operações, pois enquanto joga o aluno não tem tempo de utilizar lápis e papel para realizar cálculos intermediários. Acreditamos que investigar as diferentes estratégias utilizadas por alunos durante o jogo nos revelou o quão flexível e desenvolvida está para eles a ideia de número, de sistema de numeração decimal e das operações, sobretudo as ideias de combinar, comparar e complementar.

Como desdobramento, este experimento nos mostrou a importância de olhar para outras atividades além da aplicação do jogo computacional Soma 10. Acreditamos que este é rico para estimular a automatização e memorização de fatos fundamentais através da prática sistemática, mas não proporciona momentos de construção de fatos destinados ao primeiro contato da criança com as relações numéricas e com as operações aritméticas, como observamos em alguns alunos. Logo, recomendamos o jogo para um segundo momento, em um trabalho frequente destinado à aquisição de um repertório aditivo essencial para o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental.

9. Agradecimentos

Agradecemos a colaboração da professora Doutora Vânia Maria P. dos Santos-Wagner, nossa orientadora, que prontamente contribuiu com a redação deste trabalho. Agradecemos também a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

10. Referências

CALDAS, A. C. **Memorizar promove o crescimento celular:** A importância da memorização nas crianças. 2007. Disponível em: <http://www.kaminhos.com/artigo.aspx?id=6303&seccao=3>. Acesso em: 12 de fev. de 2013.

CARRAHER, T. N. O desenvolvimento mental e o sistema numérico decimal. In: CARRAHER, T. N. (Org.). **Aprender pensando:** contribuições da psicologia cognitiva para a educação. 15 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2001, p. 51-68.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais:** matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1997.

FAYOL, M. **Numeramento:** aquisição das competências matemáticas. São Paulo: Parábola Editorial, 2012.

MACEDO, L. **Para uma psicopedagogia construtivista.** In: Alencar, E. (org). Novas contribuições da psicologia aos processos de ensino e aprendizagem. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2001, p. 121-140.

MELO A. M.; BARANAUSKAS M. C. C.; SOARES S. C. de M. **Design com crianças:** da prática a um modelo de processos. Disponível em: <http://www.brie. org/pub/index.php/rbie/article/view/21/17>. Acesso em 24 de ago. de 2011.

PARRA, C. Cálculo mental na escola primária. In: PARRA, C.; Saiz, I (org). **Didática da matemática:** reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1996. p. 186-235.

SANTOS, D. M.; WROBEL, J. S. Soma 10: cálculo mental com números inteiros através de jogo computacional. In: II Semana de Matemática do Ifes/Vitória, 2012, Vitória. **Anais da II Semana de Matemática do Ifes**\Vitória, 2012.

SANTOS-WAGNER, V. M. P. dos. **Notas de aulas com a orientadora sobre Tópicos em linha de pesquisa I e Estudo Independente**. PPGE/UFES. 2012.

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no ensino fundamental:** formação de professores e aplicação em sala de aula. 6ª edição, Porto Alegre, Artmed, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia pedagógica.** Porto Alegre: Artmed, 2003. (Publicado originalmente em russo em 1926).