Matemática, Aprendizagem e Ensino

Marcilia Chagas Barreto
Joserlene Lima Pinheiro
Rodrigo Lacerda Carvalho
Dennys Leite Maia
(Orgs.)

Matemática, Aprendizagem e Ensino

MARCILIA CHAGAS BARRETO
JOSERLENE LIMA PINHEIRO
RODRIGO LACERDA CARVALHO
DENNYS LEITE MAIA
(Organizadores)

Matemática, Aprendizagem e Ensino

Agradecimentos especiais pela cessão dos direitos de uso de imagem a:

Daniele Nascimento Silveira
Iandara Maria de Lima Sena
Jaíne Alves Ferreira
Leonel França Maia
Liliane Rodrigues Angelim
Matheus Leite Brito
Mikaelle Barboza Cardoso
Paloma Marreira Paulo
Samia Nascimento de Lima
Samuel Lima Pinheiro Alves

Ed UECE
ABEU
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EDITORAS UNIVERSITÁRIAS

MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM E ENSINO

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*
Efetuado depósito legal na Biblioteca Nacional

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE
Av. Paranjana, 1700 – *Campus* do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará
CEP: 60740-000 – Tel: (085) 3101-9893. FAX: (85) 3101-9893
Internet: www.uece.br – E-mail: eduece@uece.br / editoradauece@gmail.com

Editora filiada à

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EDITORAS UNIVERSITÁRIAS

Coordenação Editorial
Erasmo Miessa Ruiz

Diagramação
Gardner de Andrade Arrais, Dennys Leite Maia,
Joserlene Lima Pinheiro e Rodrigo Lacerda Carvalho

Capa
Gardner de Andrade Arrais, Dennys Leite Maia,
Joserlene Lima Pinheiro e Rodrigo Lacerda Carvalho

Revisão de Texto
Ellen Lacerda Carvalho Bezerra

Ficha Catalográfica
Giordana Nascimento de Freitas – CRB 3 / 1070

M425 Matemática, aprendizagem e ensino / organizadores, Marcília Chagas Barreto [et al.] ... – Fortaleza : EdUECE, 2013.

276 p. : il ; 30 cm.

ISBN: 978-85-7826-151-1

1. Matemática – Estudo e ensino. I. Barreto, Marcília Chagas. II. Título.

CDD: 510.7

SUMÁRIO

Experiências pedagógicas e aprendizagem matemática

CONSTRUINDO COLETIVAMENTE PERCEPÇÕES EM TORNO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

É com satisfação que entregamos à apreciação dos leitores o livro "**Matemática, Aprendizagem e Ensino**". Esta obra é uma coletânea de artigos, resultado de diversas ações empreendidas em torno de questões de Educação Matemática. Estes esforços convergiram para a união de autores com um perfil diversificado sobre a área.

Apesar de todos os esforços empreendidos em diversas esferas de ação no campo da Educação Matemática, seu ensino e aprendizagem ainda constituem uma temática que demanda atenção. Embora seja uma discussão atinente a todos os níveis do sistema educacional brasileiro, é importante ressaltar o resultado apresentado recentemente pelo Relatório anual do Movimento Todos pela Educação. Avaliando diretrizes e metas escolares de 2011, constata-se que a Matemática é o ponto mais fraco de alunos concludentes do Ensino Médio. No estado do Ceará, 91% desses estudantes terminam os estudos sem conhecimento adequado na área. Este livro busca contribuir para as discussões da temática, visando principalmente à formação dos docentes de Matemática, em seus diferentes níveis de ensino. Nesse contexto, debruçamo-nos sobre investigações de práticas e estratégias, baseadas em teorias, que visam a contribuir para a superação dessas dificuldades.

Foram convidados a participar deste projeto autores que produziram textos inéditos para esta coletânea, e outros que aceitaram a tarefa de revisitar trabalhos de reconhecida relevância, apresentados em eventos acadêmicos de abrangência nacional, acrescentando novas informações e referenciais teóricos ao texto original.

Reunimos, para essa publicação, 14 artigos produzidos por 23 pesquisadores em diversas etapas de formação (graduação, especialização, mestrado e doutorado), vinculados a diferentes Instituições de Ensino Superior: a Universidade Estadual do Ceará (UECE), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

As temáticas desenvolvidas pelo conjunto de autores foram agrupadas neste livro em duas seções: **Formação docente para o ensino de Matemática; Experiências pedagógicas e aprendizagem matemática.** Na primeira seção, abordam-se contribuições da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e Teoria dos Campos Conceituais para a formação de professores; apresenta-se uma contribuição acerca da história da formação do professor de Matemática; discute-se a utilização dos livros paradidáticos no sentido de estabelecer o vínculo entre essa ciência e a Língua Materna no processo formativo. A segunda seção contempla análises de experiências vivenciadas tanto em sala de aula quanto em laboratórios de informática educativa. Foram tomadas as contribuições das teorias dos Registros de Representação Semiótica, da Atividade e da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional para analisar práticas pedagógicas com instrumentos didáticos.

No capítulo primeiro, "Formação de professores que ensinam Matemática e Registros de Representação Semiótica", Ana Cláudia Gouveia de Sousa e Marcilia Chagas Barreto apresentam a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS), de Raymond Duval. Discutem algumas de suas implicações para a formação docente, por meio da análise de produções matemáticas de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental, em um curso ministrado para o trabalho com números e operações numéricas.

O capítulo seguinte, intitulado "A concepção de fração de pedagogos em formação: contribuições da Teoria dos Registros de Representação Semiótica", de autoria de Larissa Elfisia de Lima Santana e Shirley Mesquita Sampaio, analisa o conceito de fração que futuros professores portam. Este trabalho volta-se para a compreensão dos registros de representação utilizados pelos docentes, bem como as conversões por eles propostas, evidenciando aspectos sobre o conceito de fração.

No estudo "Conhecimentos de Professoras Polivalentes em Geometria", Silvana Holanda da Silva e Larissa Elfisia de Lima Santana identificam a elaboração conceitual de um grupo de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental, relativa aos conceitos de Geometria, a partir da aplicação individual de um teste de sondagem. As análises tomaram por base a Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

Na pesquisa "Competências conceituais de Professoras em problemas de estruturas aditivas", Maria Auricélia Gadelha Reges relata uma experiência com professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental, sobre suas concepções e domínio conceitual acerca de estruturas aditivas. O trabalho tem base em entrevistas, análise da proposição e resolução de exercícios, pelas próprias professoras, de problemas relativos ao campo conceitual das estruturas aditivas.

No capítulo "Formação inicial de Professor de Matemática: memória e perspectiva", Francisco Ricardo Nogueira de Vasconcelos e Ivoneide Pinheiro de Lima apresentam um estudo sobre os passos iniciais para a constituição das primeiras Licenciaturas em Matemática no Brasil. Destacam o movimento da Matemática Moderna e abordam os saberes docentes que são necessários ao professor no seu ofício.

No trabalho "Integrando Matemática com Língua Materna por meio de paradidáticos", Maria Gilvanise de Oliveira Pontes e Mércia de Oliveira Pontes desenvolveram, junto a alunos da Licenciatura em Matemática da UFRN e a professores de Matemática da Educação Básica, um trabalho interdisciplinar. Mostram a integração entre Língua Materna e Matemática, com o uso de paradidáticos.

Na segunda seção, adentra-se o universo das práticas pedagógicas e busca-se explicitar diferentes estratégias e tendências no ensino da Matemática. Na pesquisa "O *laptop* educacional no ensino de Função: experiência de Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional", os autores Dennys Leite Maia, Rodrigo Lacerda Carvalho e José Aires de Castro Filho consideram a importância da integração de tecnologias digitais no ensino de Matemática. Neste contexto, apresentam experiência de uso do objeto de aprendizagem (OA) Grande Prêmio Funcional para o ensino de funções.

No capítulo "Aprendendo gráficos com Objetos de Aprendizagem", Juscileide Braga de Castro e José Aires de Castro Filho abordam o bloco de conteúdos tratamento da informação. Analisam a construção e interpretação de gráficos com o OA gráfico de barras e o OA gráfico de setores. A pesquisa foi realizada com alunos do Ensino Fundamental, em 3 etapas: avaliação dos conhecimentos prévios; atividades de intervenção; avaliação dos conhecimentos adquiridos.

No texto "Recursos didáticos digitais e o Ensino da Matemática", Joserlene Lima Pinheiro, Rodrigo Lacerda Carvalho e Dennys Leite Maia discutem a inserção do jogo educativo digital livre *GCompris*, nas aulas de Matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os autores propõem atividades a partir dos descritores para o 5º ano, enfocando o uso do recurso.

Na pesquisa "O Laboratório de Informática Educativa e o ensino e aprendizagem da Matemática", Márcia Maria Siqueira Vieira, Maria Gilvanise de Oliveira Pontes e Antonio Luiz de Oliveira Barreto apresentam estudo com professores do Ensino Fundamental. Contempla o planejamento e a execução de aulas de Matemática no laboratório de informática educativa (LIE), observando a participação dos alunos e professores na execução das atividades.

O capítulo "Diversidade de Registros de Representação Semiótica no livro didático" de Bárbara Pimenta de Oliveira e Marcilia Chagas Barreto analisa uma coleção de livros didáticos para o ensino de Matemática. Objetiva verificar a diversidade de representações utilizadas e recomendadas para o trabalho com a Aritmética, bem como os processos de conversão e coordenação entre diferentes representações de um mesmo objeto matemático.

No trabalho "A Teoria da Atividade e os jogos no ensino de Matemática", Flávia Roldan Viana enfatiza o uso de jogos no contexto educacional matemático, a partir dos fundamentos da Teoria da Atividade de Leontiev. Trata-se de um estudo teórico em que se busca aproximar as categorias da referida teoria para fundamentar a utilização dos jogos. Esta abordagem permite o entendimento de que o jogo só tem caráter pedagógico quando utilizado com o fim específico de promover a aprendizagem.

Na pesquisa "O Tangram na construção de conceitos de Geometria", Ivoneide Pinheiro de Lima, Francisco Gêvane Muniz Cunha e Willame da Silva Sales defendem o uso deste instrumento em sala de aula, por proporcionar a aquisição de novos conceitos para o ensino daquela área da Matemática. Relata a experiência realizada com estudantes da UECE, por meio de um minicurso utilizando o jogo Tangram no estudo dos conceitos de Geometria.

No capítulo "Brincadeiras tradicionais e o conceito de número", Luciana de Oliveira Souza Mendonça e Regina Maria Simões Puccinelli Tancredi abordam a construção do conhecimento matemático na passagem da Educação Infantil para o Ensino Fundamental. Baseadas nas análises psicogenéticas de Piaget, ressaltam a importância de a criança pensar ativa e autonomamente em todos os tipos de relações. Assim, apontam as brincadeiras infantis como estratégias fundamentais para o desenvolvimento do conceito de número.

Este livro, que contempla estudos realizados nos diferentes níveis da Educação, é fruto das ações empreendidas nos últimos cinco anos pelo Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da UECE. O MAES tem buscado articular-se para fazer frente ao desafio de tornar a

Matemática uma disciplina acessível a todos. Esperamos que as articulações entre os membros do Grupo e as contribuições de colegas de diferentes instituições possam contribuir para a formação de estudantes de Licenciatura em Pedagogia e Matemática.

Essa é a primeira sistematização dos trabalhos do MAES. Espera-se que nossos vínculos acadêmicos possam se fortalecer para o desenvolvimento de projetos futuros.

Os organizadores
Marcilia Chagas Barreto
Joserlene Lima Pinheiro
Rodrigo Lacerda Carvalho
Dennys Leite Maia

FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA E REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

Ana Cláudia Gouveia de ***Sousa***
Marcilia Chagas ***Barreto***

Introdução

As dificuldades presentes no complexo processo de aprendizagem da matemática por alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental (AIEF) têm sido objeto de estudos e pesquisas que buscam compreender sua natureza, suas causas e possibilidades de tentar revertê-las. Dentre as causas dessas dificuldades, há algumas que apontam para a necessidade de voltar-se à formação dos professores que ensinam Matemática nesse nível de ensino, buscando compreender também sua compreensão conceitual.

Relativamente à aprendizagem em matemática, diferentes teorias buscam explicar seus diversos aspectos. Neste texto, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS), de Raymond Duval, é o aporte acessado para cumprir com o objetivo de analisar a compreensão, o uso e a coordenação de diferentes representações semióticas por professoras dos AIEF. As produções matemáticas dessas professoras, que permitiram essas análises, deram-se a partir de um curso ministrado a elas, visando ao trabalho com números e operações numéricas.

O interesse por essa temática surgiu de inquietações e buscas, no exercício da docência, a partir do incômodo gerado pela não aprendizagem matemática dos alunos, os resultados das avaliações internas e externas, a falta de significado dos conceitos matemáticos para eles e, antes disso, da linguagem matemática, além da própria língua materna.

Ao discutir essas percepções em cursos, oficinas, capacitações, com professores que ensinam matemática nos AIEF, identificou-se que muitos coadunavam com a percepção de que é necessário o aluno compreender também a linguagem, a representação simbólica do conhecimento matemático, mas não sabiam como fazer esse aluno chegar a isso, que aspectos levar em conta.

Para investigar melhor esse tema, buscaram-se referenciais teóricos capazes de colaborar nesse estudo. E o encontro com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS) foi fator de grande impulso, pelo reconhecimento da pertinência desse arcabouço referencial para a discussão teórica sobre a aprendizagem matemática a partir das suas representações. Ao conhecer mais essa teoria, pensou-se que ela poderia ser partilhada com professores que ensinam matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, em um curso de formação continuada.

Desta feita, foi planejado e ofertado, portanto, um curso de 20 horas a um grupo de 08 (oito) professoras dos AIEF de uma escola pública municipal de Fortaleza-CE, baseado nos RRS. Durante o curso, buscou-se, junto às professoras, instigar uma "reflexão sobre a ação" (SCHÖN, 1995), a fim de identificar suas compreensões da teoria e dos conceitos matemáticos trabalhados.

O curso trabalhou vivências pedagógicas que compreendiam o bloco de conteúdos números e operações (BRASIL, 1997). Para planejá-lo, foi aplicado um exercício de sondagem com problemas matemáticos de adição, subtração, multiplicação e divisão, solicitando que os resolvem a partir de diferentes registros de representações (números, desenhos, escrita em língua materna).

A partir das respostas a esse exercício, foi possível perceber as lacunas em conceitos matemáticos fundamentais a essas professoras, e, tomando essa referência, elaboraram-se as vivências do curso.

Para apresentar os dados coletados em decorrência desse curso e da aprendizagem e percepções das professoras, discutem-se, a seguir, elementos dos RRS e da formação do docente que ensina matemática. Em seguida, é apresentada a análise de parte das categorias que emergiram durante a participação das professoras nas vivências, tanto na ação, quanto na reflexão sobre a ação. As categorias aqui apresentadas são as que evidenciam a compreensão das professoras sobre os RRS e os conceitos matemáticos, dando a percepção de sua formação conceitual em matemática.

Formação do professor que ensina Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental

A compreensão das limitações de uma formação inicial, no sentido de abranger os aspectos teóricos e práticos da profissão, não isenta a necessidade de uma discussão sobre essa temática. Em relação ao professor que ensina matemática nos AIEF, essa discussão se torna ainda mais necessária, pela preocupação com o espaço e a abordagem que os cursos de Pedagogia geralmente dão à especificidade dessa formação.

Mesmo com a opção pela docência explicitada na legislação, o curso de Pedagogia, em geral, apresenta uma insuficiente carga-horária relativa ao trabalho com os fundamentos teórico-metodológicos da matemática. Em torno de 100 a 160h, pelo menos, nos cursos das universidades públicas, Federal e Estaduais do Ceará.

Essa insuficiência da carga-horária da estrutura curricular do curso de Pedagogia dedicada à aprendizagem conceitual e metodológica da matemática pelo futuro professor é acrescida, muitas vezes, pela opção de trabalhar apenas metodologias e não os conceitos, apesar de o art. 5º da Resolução CNE/CP Nº 01/2006, que institui as diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura, defender que "o egresso do curso de Pedagogia deverá estar apto a [...] VI - ensinar Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História, Geografia, Artes, Educação Física, de forma interdisciplinar e adequada às diferentes fases do desenvolvimento humano."

Essas poucas horas dedicadas ao estudo sobre a matemática e seu ensino e aprendizagem, implica em lacunas conceituais e metodológicas dos egressos da Pedagogia, que, segundo a lei, formarão a base do pensamento matemático das crianças da Educação Infantil e AIEF.

Sobre a formação específica do professor de matemática, Fiorentini e Lorenzato (2006) afirmam que foram, justamente, os professores das escolas que apontaram as indagações e problemas contextuais do âmbito do ensino e aprendizagem na escola para a investigação sistemática na pós-graduação.

Os autores afirmam, ainda, que as primeiras pesquisas voltadas para a prática de sala de aula eram feitas com ênfase nos aspectos negativos, nas carências dessa ação. Os saberes profissionais do professor, pesquisados até o início dos anos de 1990, foram alvo dessas carências, revelando seu pouco conhecimento do conteúdo matemático a ser ensinado, além da dificuldade de articulação desse conhecimento com o saber pedagógico.

Entendemos, assim, que a reflexão da prática pedagógica em matemática nos AIEF pode ser realizada, também, a partir de processos de formação continuada, que visem a trabalhar, além dos conhecimentos específicos da matemática, os processos de aprendizagem de alunos e professores, além dos processos de ensino dos professores. Com relação à reflexão da prática, o professor precisa, ainda, ouvir a própria voz, perceber as suas crenças naquilo que fala sobre o próprio fazer pedagógico. Foi o que se buscou possibilitar, quando o curso foi ministrado.

Os Registros de Representação Semiótica

A teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS) destaca o papel destas representações para as atividades cognitivas ligadas tanto ao ensino da matemática quanto ao ensino da língua materna, por serem produções formadas a partir do uso de signos (DUVAL, 1995).

Para a compreensão do funcionamento cognitivo do pensamento, objetivo maior da abordagem cognitiva, há que se considerar dois elementos: a sémiosis – "apreensão ou produção de uma representação semiótica" – e a noésis – "atos cognitivos, como apreensão conceitual de um objeto, discriminação de uma diferença, etc" (DUVAL, 1995, p. 21). Ou seja, respectivamente são a representação semiótica e a compreensão conceitual. Dessa forma, segundo Duval (1995), a noésis (formação do conceito) só acontece quando há a semiósis (representação utilizando diferentes sistemas simbólicos ou registros).

Baseado nessas premissas, a aprendizagem matemática requer a diversificação de registros de representação, a diferenciação entre representante e representado e a coordenação desses diferentes registros.

Nesse sentido, os RRS preenchem as funções de comunicação, objetivação e tratamento. A função de *objetivação* (para si) consiste em tentar explicar a si próprio aquilo que o sujeito ainda está tomando consciência; a função de *comunicação* é voltada a dizer algo para o outro, portanto requer que o sujeito que vai realizar a representação já tenha consciência do objeto representado para expressá-lo. A função de tratamento consiste em transformações dentro do mesmo registro de representação (Duval, 1995).

Há três tipos de atividades cognitivas ligadas à semiose: a formação, o tratamento e a conversão. A formação consiste em recorrer a um sistema de signos para formar a representação visualmente, como, quando forma uma sentença matemática, escolhendo números e sinais que a compõem; O tratamento consiste em transformar uma representação em outra, mas dentro do mesmo registro ou do mesmo sistema simbólico. Isso se dá quando passo de uma expressão numérica inicial e chego a sua solução, mas ainda dentro do registro numérico; e a conversão é uma transformação de uma representação em outra, mas esta última, a partir de outro sistema semiótico, como, quando parto do enunciado de um problema, em língua materna, para sua resolução em registro numérico.

Ou seja, consiste na seleção das unidades significantes em uma representação e uma nova organização delas em outrora. Toda conversão é limitada, visto que o conteúdo de uma nova representação só pode cobrir parcialmente o teor da representação de partida. É necessária, portanto, a utilização de diferentes representações para a apreensão conceitual.

A relação entre *sémiosis* e *noésis*, do modo como defende Duval, diz respeito somente a sistemas que permitem essas três atividades cognitivas de representação. O reagrupamento delas intervém direta ou indiretamente naquilo que o autor denomina de macro tarefas do ensino: a produção e a compreensão.

A compreensão em Matemática exige que se distinga um objeto de sua representação e ainda que se perceba que um mesmo objeto matemático pode ser dado por meio de representações muito diferentes. A elaboração conceitual implica, portanto, em coordenar diferentes representações de um mesmo objeto matemático, colocados em correspondência.

É nessa correspondência que ocorre a congruência, entendida como o fenômeno que acontece na correspondência associativa de unidades significantes elementares de cada representação.

Para haver congruência entre duas representações, três condições devem ser observadas: a) correspondência semântica entre as unidades significantes que constitui cada um dos registros (mesmo significado em um registro e em outro); b) mesma ordem possível de organização das unidades nas duas representações; c) conversão de **uma** unidade significante da representação de partida em **uma só** unidade significante dentro da representação de chegada (DUVAL, 2003).

Além disso, a congruência entre duas representações deve ser analisada em dois sentidos, da representação *a* para a representação *b;* e da representação *b* para a representação *a.* Duas representações podem ser congruentes dentro de um sentido de conversão e não congruentes para a conversão inversa.

Os êxitos e fracassos dos aprendizes em matemática estão fortemente relacionados à congruência/não-congruência, para as conversões (DUVAL, 1995). A conversão pode se transformar em um obstáculo intransponível, se não houver, paralelamente, uma aprendizagem concernente à atividade semiótica de formação e de tratamento, dentro de cada uma das representações em jogo.

Duval (1995, 2003, 2006) critica características de procedimentos de ensino usados repetidamente nas instituições escolares, as quais vão gerar graves consequências para a aprendizagem dos alunos. Para ele, a escola privilegia a aprendizagem das regras, quer aquelas concernentes à formação das representações semióticas, quer as concernentes a seu tratamento.

Por sua vez, a atenção dada à conversão é mínima, por três motivos: a) na maioria dos casos, inexistem regras de conversão. Visto que o ensino tem por foco a transmissão de regras, aqueles procedimentos que ali não se encaixam, são deixados de lado; b) a conversão é feita com o fim de simplicidade e economia de tratamento. Assim, após realizá-la, abandona-se o registro de partida, passando a importar apenas aquele de chegada; c) existe uma crença de que a mudança de registro ocorre quase espontaneamente, não sendo necessário, portanto, utilizar o tempo pedagógico de ensino da Matemática com tal atividade.

Essas categorias da teoria dos RRS, apresentadas até aqui, ajudam a discutir as compreensões das professoras, sujeitos deste estudo, tendo sido o principal suporte para refletir com elas o seu conhecimento diante de ações realizadas sobre objetos matemáticos. Tais categorias ajudam, ainda, a perceber a relação que as professoras estabelecem entre a teoria e suas práticas docentes.

Metodologia

A pesquisa que deu origem a este artigo enquadra-se numa abordagem qualitativa, utilizando o método dedutivo, a partir de uma ação-pesquisa, em que "a mudança visada não é imposta de fora pelos pesquisadores. Resulta de uma atividade de pesquisa na qual os atores se debruçam sobre eles mesmos" (BARBIER, 2002, p. 42).

Com essa intenção, foi ministrado um curso de 20h, para professoras do AIEF de uma escola municipal de Fortaleza- CE, intitulado "Registros de representações semióticas e o trabalho com números e operações nos AIEF". O critério de escolha da escola foi a aceitação por parte de gestores e professoras para essa participação. Convém registrar que todos os 15 (quinze) professores dos anos iniciais da escola foram convidados, porém somente 08 (oito) poderiam estar nas manhãs de planejamento, liberadas pela gestão da escola para o curso.

Para a coleta dos dados durante o curso, foram utilizadas gravações de áudio e os diários de campo de dois observadores externos presentes na sala em todos os encontros, ações acordadas com o grupo. Foram realizados 06 (seis) encontros, sendo 02 (dois) de 04 (quatro) horas e 04 (quatro) de 03 (três) horas. Após a coleta, os dados foram organizados pelas pesquisadoras e analisados com auxílio do programa de análise de dados qualitativos Nud-ist.

Análise dos dados

Ao longo do curso, foram realizadas 11 (onze) vivências pedagógicas trabalhando números e operações numéricas, incluindo resolução de problemas. Após cada vivência, as professoras eram instigadas a refletir sobre o que realizaram, pensando nos conhecimentos matemáticos ali envolvidos e relacionando todo o processo com os aspectos já mencionados da teoria dos RRS.

Apresentam-se, a seguir, quatro das categorias surgidas a partir dessas vivências e reflexões. Essas categorias dizem respeito à compreensão das professoras relativa à teoria dos RRS em sua ligação com o conhecimento matemático.

Reconhecimento das funções dos RRS (comunicação e objetivação)

Na vivência que propunha a soma das quantidades de canudos e sua representação com números no quadro de valor e lugar (QVL), um grupo não conseguiu expressar com palavras o cálculo que havia realizado, embora tivesse acertado a resposta. A pesquisadora sugeriu a comparação entre a representação dos canudos que tinham sobre a mesa e as anotações no QVL, visando à explicitação do procedimento realizado. Em seus relatos, surgiram elementos que começavam a apontar para a percepção da importância dos diferentes usos das representações semióticas.

> *"Fizemos uma transformação, é que a gente perde a noção se não anota."* **(P2)**[1]
> *"Tão fácil, a gente sabia, mas como não anotou perdeu. É como ela [Cândido] disse no texto, a importância de usar a comunicação na matemática."* **(P6)**

O grupo ainda não havia sido apresentado conceitualmente à teoria dos RRS de Duval, no momento destas afirmações. Mesmo assim, a partir da proposta didática das vivências, já havia professoras que demonstravam perceber a função de objetivação ("não anotou perdeu") e

[1]As professoras são referidas, ao longo do texto como P1, P2, P3...P8.

de comunicação que estas representações passavam a ocupar, favorecendo sua compreensão matemática nas tarefas realizadas durante a vivência.

A percepção da importância do "anotar" é um exemplo de reconhecimento de uma das funções dos RRS. Para Duval, esse "anotar" tem significado mais amplo, é utilizar a representação para objetivar o conhecimento. O registro de representação funcionando para além da comunicação, mas cognitivamente com a função de objetivar.

Reflexão sobre a coordenação de diferentes registros na prática pedagógica

Após a realização da vivência que propunha a resolução de uma situação-problema no ábaco de papel e por meio do registro numérico (escrito), a pesquisadora pediu que as professoras confrontassem as operações realizadas com o Material Dourado no ábaco e o algoritmo escrito no papel e perguntou: "o que há de diferente e semelhante entre as representações?" As repostas sugeriram uma percepção mais aprofundada de aspectos relacionados ao uso de diferentes Registros de Representações Semióticas (RRS):

> *"Comunicação do concreto com o abstrato. O jogo com as peças já desperta o interesse do aluno. Dá vontade de aprender mais, é muito prazeroso, e complementa com a conta"* **(P2).**
> *"Trabalhava só o material dourado em um momento e a conta no quadro em outro, não assim junto."* **(P1)**.
> *"Foi importante a discussão no grupo. Eu nunca ensinei matemática como eu estou vendo agora. Eu só fazia na lousa. Agora vou fazer assim, com material concreto e na lousa, e os meninos com material e no caderno"* **(P7).**

A partir desse confronto entre a representação das operações com o material dourado no ábaco e a escrita do algoritmo no papel, as professoras perceberam algumas possibilidades de ensino para suas aulas de matemática. A coordenação entre as representações já é percebida como algo importante para a prática pedagógica e para a aprendizagem de seus alunos.

Reconhecimento da representação com material concreto e da coordenação com outras representações

Ao final da vivência de um jogo, intitulado *Nunca Dois*[2], a pesquisadora perguntou qual a relação desse jogo com a diversificação de RRS. As respostas das professoras apontaram para o uso do material concreto como representação, e a coordenação com outras representações, conforme suas falas:

> *"A relação? É que a gente usou o concreto, né? A gente representou através do concreto. E representamos na tabela também."* **(P7)**
> *"Eu tinha uma peça marrom e uma peça lilás; 8 e 4, que dava 12. Duas peças, que representam 12 pontos. Foram três representações: nas peças, pela cor; no papel (a tabela) com os números; e no dado. Então é a representação da soma de duas formas: peças e números na tabela."* **(P7)**
> *"Na hora que a gente estava fazendo, deu 13, aí fomos conferir nos valores saídos dos dados, e vimos que estava errado, corrigimos. Então foi outra representação."* **(P8)**

As professoras apontaram para a percepção da coordenação entre a representação concreta e outras representações, que gerou uma objetivação – *"vimos que estava errado, corrigimos"* (P8) – da aprendizagem. Essa objetivação decorreu daquilo que Duval nomeia compreensão integrativa, que se dá a partir da coordenação de diferentes RRS, quando o aluno consegue transitar livremente entre eles.

Compreensões equivocadas dos aspectos teóricos

Os aspectos teóricos dos RRS foram discutidos com as professoras oralmente, mediados por apresentação de *slides*, sempre após as vivências, relacionando a elas. Apresentamos, a seguir, os diálogos suscitados entre as professoras e a pesquisadora, a partir de cada tópico da teoria discutido.

1. A aprendizagem matemática ligada à noção de representação; representação semiótica; diferenciação entre representante e representado.

[2]Jogo realizado com 4 jogadores, utilizando a "escala de Cuisinaire", que não permite a colocação de duas peças iguais, obrigando, a partir do lançamento do dado, que o jogador agrupe as quantidades e troque de peças para nãos e repetirem.

“Através de representação a gente memoriza melhor?” **(P7)**
Pesquisadora: *Não é de memória que o autor fala, mas de aprendizagem, formação de conceito.*
“Chega mais rápido na aprendizagem se a gente se preocupa também com as representações, né?” **(P2)**

Percebemos, apesar da realização de oito vivências relativas ao uso de diferentes RRS para gerar uma aprendizagem matemática, a persistência da crença do valor da memorização, pelas professoras, como possível estratégia utilizada em suas práticas pedagógicas. Desta feita, observamos a força das experiências escolares nas concepções das professoras. Entendemos o quão difícil é o processo para que os professores cheguem a questionar as suas crenças e delas aproveitem apenas seu núcleo válido. A falta de um embasamento teórico em vinculação com suas práticas é uma das razões para esta permanência.

Apreensões de elementos da teoria dos RRS

“Semiótica estuda todo tipo de linguagens?” **(P7)**
Pesquisadora: Sim, linguagens. A língua materna, os desenhos, gráficos, números, são sistemas simbólicos. Esses são os RRS.
“As possibilidades, né? Lembrei das gerações passadas, né? Que não podiam... Perguntava aqui a palmatória aqui já ao lado, e quanto é tanto mais tanto, e aqui os dedinhos escondidos, não dava nem... que era a representação que ele tinha no momento era a mão, mas não dava pra dizer, tem que ser... não podia contar nos dedos... se demorasse, puf!” **(P2)**
Pesquisadora: *Mas por quê? Será que os professores que utilizavam a palmatória nessa situação tinham essa percepção?*
“Exatamente. Eles não tinham esse conhecimento de que não era safadeza do menino, mas ele precisava representar pra compreender” **(P2)**

A pergunta de P7 demonstra um interesse em compreender corretamente os conceitos desta teoria. P2 demonstra uma percepção de um dos principais aspectos da teoria – necessidade de representar para compreender; e faz isso pela reflexão comparativa com o comportamento de professores das “gerações passadas” (P2), provavelmente, referindo-se também a experiências por ela vividas enquanto aluna.

2. Funções dos RRS: comunicação, objetivação e tratamento; Uso de diferentes RRS em correspondência.

> **Pesquisadora:** *Por que, então, eu pedi para vocês representarem as operações e as situações no ábaco de papel e no algoritmo matemático?*
> *"Pra perceber nas duas representações. E quando usamos os dados, foram três representações: dados, tabela do jogo e as barrinhas coloridas"* [Cuisenaire] **(P7)**

P7 atentou para outra vivência, que não a mencionada pela pesquisadora, em que havia uma terceira representação, os números saídos nos dados. Isso denota uma compreensão do aspecto da correspondência entre diferentes RRS e, ainda, a atenção da professora em vincular teoria e prática na reflexão sobre vivências anteriores, facilitando a sua compreensão teórica.

3. Tratamentos quase-instantâneos e intencionais; Fenômenos de congruência e incongruência na conversão entre registros.

Para exemplificar, foram apresentados alguns problemas:

> a) Um avião pode transportar 314 passageiros. Se o avião fizer 3 viagens totalmente lotado, quantos passageiros ele vai transportar? (SMOLE, 2001)

> *"Aí está 'mamão com açúcar', porque dá a informação bem 'facilzinho' pra qualquer pessoa entender. Agora, quando são aqueles exercícios que eles botam informação a mais que é pra baratinar, pra gente não saber como fazer a soma? Aí é que o negócio pega. E é o que eles fazem nas provas de vestibular e de concurso, pra dificultar, para a pessoa que está fazendo... pensar mais do que os outros e tentar adivinhar. Eles procuram o caminho mais difícil, eles colocam o caminho mais difícil que é pra nem todo mundo saber responder."* **(P7)**

Ao ser apresentada ao problema com alto nível de congruência na conversão, exemplificado no problema acima, P7 estabelece uma comparação com enunciados de problemas que apresentam baixo nível de congruência, porque compostos por dados desnecessários – "informação a mais" (P7). Ela apresenta uma crença de que a presença de problemas com essa característica, em provas de concursos e vestibular objetiva *"baratinar [...] dificultar para a pessoa que está fazendo"* (P7).

Com isso, os avaliadores pretenderiam que nem todas as pessoas fossem capazes de resolver, pois, para atingirem êxito, precisariam adivinhar.

Os problemas considerados "facilzinhos" são aqueles com alta congruência e que implicam em tratamentos quase instantâneos. Já aqueles que "servem para baratinar" são os de baixa congruência e que requerem tratamentos intencionais.

Em sua fala, P7 demonstra não aceitar os objetivos de um trabalho com problemas cuja conversão apresenta baixa congruência. Com isso, podemos inferir a ausência ou escassez desse tipo de problema na sua prática de sala de aula.

5. Localização, compreensão e conversão das unidades significantes

> b) Sabemos que o ano tem 365 dias. Suponhamos que existam 12 feriados e 112 sábados e domingos durante o ano. Quantos dias úteis terá o ano? (TOLEDO; TOLEDO, 1997)
> *"Tem que somar 12 com os sábados e domingos: 112. Primeiro uma adição, depois é que eu vou subtrair de 365."* **(P2)**
> **Pesquisadora:** *Mas, por que vocês estão me dizendo que somam sábados e domingos com feriados?*
> *"Porque não são úteis."* **(P5)**
> **Pesquisadora:** *Então vocês estão fazendo assim porque vocês já têm um conceito de dias úteis, se vocês não tivessem não dava para partir daí.*
> *"É, e eu não vou mentir, que não faz tanto tempo assim que eu aprendi o que é dia útil não. Porque essa é uma linguagem bancária, comercial... Porque, pra mim, todo dia é útil, que eu faço tanta coisa com meu dia... Porque útil é de utilidade..."* **(P2)**
> *"A gente só acha que os meninos não sabem é fazer as somas, as contas..."* **(P7)**
> *"É, mas os significados das palavras, frases... Isso é muito sério mesmo."* **(P1)**

As professoras iniciam a discussão acerca do problema **b** a partir do tratamento no registro numérico, atropelando a atividade de conversão, o que, conforme Duval (1995), é prática corriqueira na escola. Quando questionadas, elas percebem a necessidade de compreensão do significado de "dia útil" como algo que se opõe a um só tempo, aos sábados, aos domingos e feriados. Notam que somente, após esta compreensão, é possível concluir pela necessidade de subtrair estes três elementos do conjunto de dias do ano. P2 percebe isto a partir de sua própria experiência, atestando uma compreensão recente do significado desse termo.

Em seguida, P7 e P1 relacionam essa reflexão com a concepção delas sobre a não aprendizagem de seus alunos. Essa concepção também se centra no tratamento, sem levar muito em consideração que as dificuldades dos alunos passam, antes, pela atividade de conversão, o que P1 ratifica quando diz que *"o significado das palavras é muito sério"*.

Ao final da vivência, algumas professoras demonstravam uma apropriação de elementos pertinentes à teoria, inclusive de seus termos.

> *"E você vê também a importância até da linguagem específica mesmo. A congruência e a não congruência. Eu posso dizer... Eu olho e analiso. Agora eu posso dizer: segundo o "filósofo" francês Raymond Duval, isso aqui eu posso identificar como uma conversão de maior congruência. Olha que linguagem! E além de só entender, também repassar para as crianças..."* **(P2)**

Naturalmente o foco do curso e dessa atividade, especificamente, não era a memorização de termos da teoria, mas a compreensão de aspectos teóricos que contribuíssem com o aprendizado das professoras e proporcionasse possibilidade para reflexão sobre suas práticas. Percebemos, na fala de P2, o reconhecimento sobre a sua aprendizagem acerca desses aspectos teóricos, incluindo possibilidades de aplicação na prática, pela identificação de conversões e seu ensino para as crianças.

Considerações finais

Acredita-se que as vivências pedagógicas propostas durante o curso, com base no uso de diferentes representações semióticas em correspondência, colaboraram para as reflexões sobre o aprendizado da matemática por parte das professoras. As suas manifestações também evidenciaram que elas fizeram inferências sobre as possibilidades da teoria para a aprendizagem de seus alunos.

O destaque desta percepção encontra-se relacionado ao reconhecimento da necessária formalização teórica ou abstração, após a manipulação concreta de materiais na representação da resolução de uma situação-problema.

A aproximação das professoras com a resolução de situações-problema face ao uso de diferentes registros de representação semiótica ratifica a importância dessa escolha teórica como suporte para sua formação. Percebemos que é possível o trabalho com resolução de situações-problema a partir da coordenação de diferentes representações com professores em um processo formativo específico. Dessa forma, alerta-se, inclusive para a premente necessidade de incluir essa teoria, traduzida em vivências estruturadas sobre ela, em currículos de formação inicial e continuada de professores de Matemática.

Os problemas cuja conversão apresentava baixa congruência, pela ausência de um ou mais dos fatores discutidos por Duval (1995), foram os que causaram mais dificuldade às professoras. Tal fato já era esperado, a partir do que enuncia a teoria. No processo de reflexão sobre essas resoluções, isso foi ratificado pelas professoras, quando demonstraram estranheza com enunciados mais complexos, pela presença de dados desnecessários ou implícitos, que requereriam inferências por parte do leitor.

Ao longo do curso, foi possível perceber a apreensão de alguns elementos do referencial teórico pelas professoras. Considera-se ter atingido o objetivo mais geral desse curso em relação à fundamentação teórica a partir das vivências. Dessa forma, percebe-se a contribuição para o aprendizado dessas professoras e espera-se que elas possam, de fato, buscar implementá-lo em sua prática pedagógica.

No entanto, não se considera o curso ou suas atividades como mero modelo para ser reproduzido pelas professoras em suas aulas como receitas prontas, mas um dos caminhos para lhes dar maior significado conceitual e metodológico de ensino.

Nesse sentido, o trabalho aponta, como necessidade investigativa para o futuro, um estudo sobre o trabalho didático com a leitura, no sentido de interpretação dos "textos matemáticos" (enunciados de problemas, de questões, histórias envolvendo dados quantitativos etc.) nas aulas de matemática, visando à compreensão em língua materna, registro de maior complexidade, segundo Duval (1995).

Referências

BARBIER, R. *A Pesquisa-ação.* Tradução de Lucie Didio. Brasília: Plano Editora, 2002.

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

DUVAL, R. *Sémiosis et pensée humaine:* registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Peter Lang. SA. Neuchâtel, Suisse: 1995.

______. *Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática*. MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (Org.). Aprendizagem em matemática – registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

______. *Quelle sémiotique pour l'annalyse de l'activité et dês productions mathématiques?.* Revista latinoamericana de investigacion em matematica educativa, número especial. Comité Latinoamericano de matemática educativa. Distrito Federal, México. 2006. p. 45-81.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática:* percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. - (Coleção Formação de Professores).

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação.* 2. Ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

SMOLE, K. C. S. Textos em matemática: por que não? In: SMOLE, K. C. S.; DINIZ, M. I. (Org.). *Ler, escrever e resolver problemas:* habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. *Didática de matemática:* como dois e dois - a construção da matemática. São Paulo: FTD, 1997.

A CONCEPÇÃO DE FRAÇÃO DE PEDAGOGOS EM FORMAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

Larissa Elfisia de Lima **Santana**
Shirley Mesquita **Sampaio**

Introdução

Esta investigação teve como objetivo analisar a compreensão do conceito de fração de que futuros professores são portadores. Para tanto, considerou-se necessário compreender os registros de representação utilizados pelos professores, bem como as conversões por eles propostas. Trata-se de estudantes do curso de Pedagogia que se qualificam para atuar nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A análise foi realizada com base na Teoria dos Registros de Representações Semióticas (RRS), de Raymond Duval.

Estudos demonstram a existência de grandes lacunas em relação aos conhecimentos teórico-metodológicos de profissionais da educação, na área da Matemática. Merlini (2005) aponta que as estratégias utilizadas para o ensino de fração, conteúdo trabalhado a partir do 2º ciclo do Ensino Fundamental, tem ênfase exagerada em procedimentos algorítmicos comprometendo, dessa forma, uma percepção mais ampla de seus significados.

O baixo desempenho atingido pelos alunos frente aos problemas que envolvem o conceito de fração constitui a principal motivação deste estudo. O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), conforme explicita Merlini (2005), evidencia que o conceito de número racional necessita ser melhor explorado de modo a constituir significação para o aluno. Ademais, destaca-se ainda a classificação teórica de NUNES *et al* (2007), baseada na Teoria de Campos Conceituais de Vergnaud, para a qual a compreensão do conceito de fração se efetivará com maior êxito, quando trabalhado de forma a considerar seus cinco significados que podem ser assumidos de acordo com a situação em que se inserem, quais sejam: número, parte-todo, medida, quociente e operador.

A fração no seu significado de *número* é representada como pontos na reta numérica, como os números inteiros. Os números não precisam se referir a quantidades específicas. Há duas formas de representação fracionária, a ordinária e a decimal. As situações *parte-todo* são definidas por um todo dividido em partes iguais em condições estáticas, sendo assim, a utilização de um procedimento de dupla contagem é suficiente para se chegar a uma representação correta. No que diz respeito às situações de *quociente*, estas envolvem a ideia de divisão. Nesse significado, os problemas apresentam duas variáveis sendo que uma representa o numerador e a outra o denominador. Em relação ao significado de *medida*, este se relaciona a algumas medidas que envolvem fração pelo fato de se referirem a quantidades extensivas nas quais a quantidade refere-se à relação entre duas variáveis. A fração como um *operador* multiplicativo tem um papel de transformador, em que a fração a/ b funciona em quantidades contínuas para reduzir ou ampliar a quantidade no processo (SILVA; LINS, 2007, p. 2).

Pesquisas apontam que situações parte-todo são frequentemente usadas no ensino de fração no Brasil. Isto leva os alunos a desenvolverem seus raciocínios sobre fração com base, principalmente, na percepção em detrimento das relações lógico-matemáticas envolvidas (NUNES *et al*, *apud* MAGINA; CAMPOS, 2008). Os Parâmetros Curriculares Nacionais, de acordo com Merlini (2005), indicam a necessidade de que os alunos rompam com ideias construídas a respeito dos números naturais, para chegarem a compreender os significados da fração. Essas rupturas demandam tempo e abordagens adequadas, pois, enquanto os alunos raciocinarem sobre fração como se fossem números naturais, apresentarão maiores dificuldades para um entendimento amplo deste conteúdo.

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica concebe que o objeto matemático somente se dá a conhecer por meio de suas representações. Assim sendo, torna-se importante analisar o tipo de registros de representação que os futuros professores estariam dispostos a utilizar, no sentido de trabalhar o conceito de fração com seus alunos. Justifica-se, desse modo, a necessidade de analisar e compreender as estratégias de ensino e percepções dos professores no tocante a frações.

Os Registros de Representação Semiótica, segundo Barreto e Sousa (2009), cumprem três funções dentro do processo de aprendizagem: comunicação, objetivação e tratamento. A comunicação se refere à forma de externalizar o pensamento, assim, o conhecimento de diferentes possibilidades de registro permite melhores possibilidades de representar seus esquemas mentais. A objetivação vincula-se à conscientização do sujeito cognoscente em relação ao saber construído. Por meio das representações, o sujeito objetiva o conhecimento, isto é, torna-o claro para si mesmo. E o tratamento concerne às transformações realizadas na representação no interior de um único registro.

Destaca-se ainda que a limitação da aprendizagem "em um único registro (sistema simbólico de representação) quer seja a escrita numérica, a língua materna, o desenho etc., dificulta a apreensão conceitual dos objetos matemáticos" (Idem, p. 2).

Desse modo, evidenciamos a importância da utilização de diferentes estratégias e registros no ensino de frações, como também a abordagem dos seus diferentes significados. Dessa forma, poderá ocorrer a apropriação da lógica como alicerce para as ideias de fração (Merlini, 2005).

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica e o ensino de frações

De acordo com a supracitada teoria, um mesmo objeto matemático pode ser apresentado sob várias formas ou registros de representação. No que se refere aos números racionais, segundo Duval (2009), estes podem ser representados por três tipos de registros diferentes: o registro numérico (fracionário e decimal) ou algébrico; o registro figural (representação de partes de grandezas discretas ou contínuas); e o registro em língua materna.

Maranhão e Igliori (2003) colocam que, na análise dos processos cognitivos e dificuldades encontradas para a apreensão do conceito de fração, confrontam-se três fenômenos: a diversidade de registros para representação do número racional, diferenciação entre objeto representado e seus registros de representação semiótica e a coordenação entre diferentes registros de representação semiótica. Professores que possuem limitações conceituais, em relação aos números racionais, encontram obstáculos para trabalhar com os diversos registros desse conteúdo, principalmente em relação à fração e sua equivalência com a representação decimal, o que gera barreiras para compreensão dos alunos. Quanto à coordenação de diferentes registros, a principal dificuldade está vinculada aos fenômenos de não-congruência de representação de dois sistemas semióticos.

Sousa (2009, p. 40) ressalta que "os níveis de congruência entre dois registros de representação diferentes dizem respeito à proximidade ou distanciamento entre o registro de partida e o de chegada." Para classificar tais níveis, Duval (2003) considera três fatores:

correspondência semântica das unidades de significado, unicidade semântica terminal e conservação da ordem das unidades de significado.

A correspondência semântica das unidades de significado diz respeito à necessidade de compreender o sentido das unidades significantes à conversão nos dois registros. A unicidade semântica terminal relaciona-se à necessidade de que cada unidade significante do registro de partida corresponda a apenas uma unidade significante no registro de chegada. E, finalmente, a conservação da ordem das unidades de significado refere-se à correspondência necessária da organização (ordem em que aparecem) das unidades significantes em cada um dos registros de representação (BARRETO; SOUSA, 2009).

Metodologia

Este estudo é oriundo da análise de um teste aplicado a dezenove (19) graduandos do curso de Pedagogia da Universidade Estadual do Ceará. O instrumento foi proposto coletivamente, mas com resolução individual. O trabalho era composto de três (03) questões de fração, nos seus significados de quociente e medida, baseadas no instrumento diagnóstico elaborado por Magina e Campos (2008). No instrumento, foram realizadas alterações textuais, buscando maior clareza e adequação aos objetivos deste trabalho.

O instrumento foi aplicado durante uma aula da disciplina O Ensino da Matemática nas Séries Iniciais I, a fim de se perceberem as concepções dos futuros professores acerca do conceito de fração, como também, os tipos de registros de representação (número, desenho e língua materna) utilizados no ensino desse conteúdo. O teste se organizou da seguinte forma: primeiramente, apresentava-se um problema, seguindo-se da resolução dada por alunos fictícios. Era pedido então para que os professores em formação analisassem o raciocínio da criança; apresentassem as estratégias de ensino que utilizariam para explicar o problema em sala de sala; realizassem sua própria resolução da questão proposta. Em seguida, foi requisitada também a definição de fração de cada estudante.

A análise considerou as categorias: percepção acerca do raciocínio da criança; representações propostas para ensinar; resolução correta ou incorreta; definição de fração considerando ou não a noção de parte-todo. A seguir, o questionário.

Figura 1: Teste aplicado.

Problema 1	Problema 2	Problema 3
Nesta figura existem meninos e meninas. As meninas dividem uma torta e os meninos também dividem uma torta igual a das meninas. Baseado nesta informação responda: 1. Cada menina vai comer o mesmo tanto que cada menino? 2. Que fração as meninas vão comer e os meninos? 3. Qual a maior fração?  Uma criança deu as seguintes respostas: *1. Cada menina vai comer o mesmo tanto que cada menino porque as tortas são do mesmo tamanho.* *2. As meninas comem 1/3 e os meninos comem 1/2.* *3. 1/3* Como essa criança raciocinou? (Escreva no retângulo abaixo) Como você explicaria esse problema em sala de aula? E você, como resolveria? (Demonstre no espaço abaixo)	Na segunda-feira você misturou 3 litros de tinta rosa e 3 litros de tinta azul. Na terça-feira você misturou 2 litros de tinta rosa e 2 litros de azul. Baseado nesta informação responda: 1. A mistura vai ficar da mesma cor nos 2 dias? 2. Porque? 3. Que fração da mistura foi feita com tinta azul na segunda-feira? 4. E na terça-feira? **Segunda-feira**  **Terça-feira**  Uma criança deu as seguintes respostas: *1. A tinta vai ficar mais escura na segunda porque tem 3 litros de tinta rosa.* *2. Tem mais tinta rosa do que na terça.* *3. Na segunda a metade da mistura foi feita com tinta rosa.* *4. Na terça também.* Como essa criança raciocinou? (Escreva no retângulo abaixo) Como você explicaria esse problema em sala de aula? E você, como resolveria? (Demonstre no espaço abaixo)	Uma farmacêutica mistura groselha num remédio para tosse. Para melhorar o gosto do remédio que é muito amargo ela usa 1 colher do remédio e 4 de groselha. Então responda: 1. Que fração da mistura foi feita com groselha?  Uma criança deu as seguintes respostas: *1. 1/4* Como essa criança raciocinou? (Escreva no retângulo abaixo) Como você explicaria esse problema em sala de aula? E você, como resolveria? (Demonstre no espaço abaixo)

Fonte: elaboração própria.

A Percepção acerca do Raciocínio da Criança

No instrumento proposto, havia a resolução das questões realizadas por crianças fictícias. Tratava-se de resoluções incorretas excetuando-se os 2 primeiros itens do problema 1. Buscava-se entender como os sujeitos desta pesquisa analisavam tais resoluções.

Com relação ao problema 1, dezoito (18) dos professores perceberam que as crianças haviam, efetivamente, cometido erros. Eles atribuíram tais erros ao fato de as crianças terem considerado, apenas, o tamanho da torta, em detrimento da quantidade de crianças. O que se evidencia na seguinte fala de P5: *"A criança, na primeira resposta, leva em consideração o tamanho total da torta e não as quantidades em que ela foi dividida, por isso ela entende que as meninas comeram tanto quanto os meninos apesar da quantidade diferente".* Entretanto, apenas seis (6) dos 18 sujeitos que analisaram o problema notaram que as crianças resolveram corretamente os dois primeiros itens, cometendo erro apenas no terceiro item, como podemos evidenciar na fala de P7 *"as crianças analisaram apenas o denominador da fração, por isso, disseram que* $^{1}/_{3}$ *é maior que* $^{1}/_{2}$*, o que de fato está errado".*

Apesar de ter percebido o erro, vale ressaltar que este sujeito faz sua análise levando em consideração apenas a representação aritmética da fração, não a considerando como um número no seu todo, mas como algo composto por numerador e denominador, isto é, partes distintas. Baseava-se, então, na regra, segundo a qual "quanto maior o denominador menor a fração".

Com relação ao problema 2, quatorze (14) sujeitos reconheceram que as crianças haviam cometido erros. Atribuíram tais falhas ao fato de as crianças considerarem apenas as cores, formatos e a quantidade de litros em cada garrafa, não percebendo a manutenção da proporcionalidade entre as cores envolvidas. A resposta de P8 ilustra esta afirmação: "*A criança pensou na quantidade de litros de tinta usadas na mistura e a quantidade resultante dessa mistura e não no processo de mistura em si por isso [...] responde que, no primeiro dia, fica mais escuro, pois há 3 litros [...]".* Os quatros (04) sujeitos que interpretaram o raciocínio da criança como correto levaram em consideração os mesmos aspectos já ponderados por aqueles que haviam afirmado que as crianças estavam erradas. Isso pode ser exemplificado na fala de P4 "*a criança racionou pela quantidade, ou seja, ficando mais escuro a mistura que tem mais tinta".* Neste problema, P4 não julga a resolução da criança, mas sim a própria elaboração da questão, considerando-a impossível de resolver, pois acredita que falta o referencial das quantidades iniciais de tinta de ambas as cores, para que se possa julgar a fração delas extraída. Nota-se assim que a professora não percebe a construção de um novo todo, a partir da mistura de duas cores: *"essa situação-problema ficou confusa, nos itens 3 e 4, pois foram gastos 3 litros de tinta azul de* *quantos litros anteriores de tinta azul? Como posso fracionar, ou seja, dividir de forma igual algo que não tem um referencial."* (P4). Acredita-se que o alto índice de acertos nesta questão se justifica pela presença de diferentes fatores: a representação no desenho que permite comparações perceptuais; a relação sempre entre partes iguais, quando se está trabalhando com a fração "metade"; a própria representação em língua materna, o que dispensa o conhecimento das regras de composição para elaborar a fração no registro aritmético.

O problema 3, tal qual o anterior, consiste em um problema de *medida*. Entretanto, a incidência de erros foi maior: apenas dois (02) sujeitos conseguiram perceber que as crianças haviam, efetivamente, cometido erro; doze (12) consideraram que elas haviam respondido corretamente, um (01) julgou impossível de resolver, e quatro (04) não conseguiram avaliar. Tal desempenho pode ser justificado pela dificuldade de compreensão do todo a partir da junção das partes fornecidas. Como havia duas partes em relação, os sujeitos representaram a fração sem considerar a formação de um todo composto por ambas as partes em questão. Outro aspecto a considerar é a representação aritmética que impunha o conhecimento das regras de composição. Dentre os que consideraram corretamente as relações envolvidas no problema, P5 assim se expressou: "a criança do exemplo usou os valores da quantidade do remédio e da groselha para construir sua fração, sem utilizar, no entanto, o total de colheres proveniente da junção dos dois produtos". Dos professores que analisaram erroneamente a situação, treze (13) evidenciaram não compreender a composição do todo, demonstrando que estão presos à representação aritmética, considerando a fração, não como um número em si, mas novamente como algo composto de dois números isolados (o numerador e o denominador), conforme se pode ver na fala de *P6*: "A fração é composta por um número em cima (que deve ser o objeto) e um número embaixo (que deve ser as partes em que foi dividido). A colher do medicamento ficou em cima, é só uma, então... as 4 gotas [colheres] são a mistura que vai alterar o conteúdo da colher, então... $^{1}/_{4}$". P4 considerou impossível a resolução do problema, usando os mesmos argumentos de falta de referencial para o problema, já analisado na questão anterior.

Representações propostas para ensinar

Para explorar o problema 1, em situação hipotética de ensino, os sujeitos propuseram a utilização de uma variedade de representações:

oito (08) sugeriram o uso do desenho; seis (06) a representação oral, isto é, apenas uma explanação acerca do problema; dois (02) propuseram as representações concreta e aritmética, colocadas em correspondência; dois (02) sugeriram o uso da representação concreta; e um (01) mencionou a utilização do registro aritmético. Apesar da variedade de registros de representação propostos, percebe-se que dezessete (17) professores propuseram o ensino a partir da utilização de um único registro. Para Duval (1995), esta prática pedagógica em monorregistro conduz o aluno a confundir o conceito com a sua representação, levando-o a uma compreensão fragmentada. A única representação considerada em articulação foi a concreta com a Aritmética. A representação aritmética é a que ocupa maior tempo pedagógico na escola.

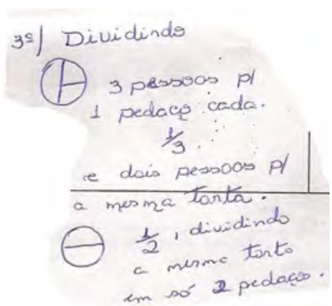
No problema 2, também foram apontadas diversas sugestões de representação para seu ensino em sala de aula: seis (06) professores propuseram a representação oral; um (01) sugeriu o uso do desenho; três (03) apontaram para o uso de representação concreta; três (03) balizaram a utilização da representação concreta em correspondência com a numérica; um (01) sugeriu o uso da combinação das representações no desenho e aritmética; cinco (05) não sugeriram nenhum tipo de representação por considerarem o problema impossível de resolver. Desse modo, evidencia-se novamente o fato de a maioria dos futuros docentes optarem pelo monorregistro. Frações possuem diferentes significados, destarte, para a utilização de representações variadas é necessário à percepção desses diferentes elementos que serão usados, sempre levando em relação às regras de conformidade e de extensão de cada registro (DUVAL, 2003). Justifica-se, então, a dificuldade dos pesquisados em transitar por representações diversificadas pelo fato de estes não se terem apropriado do conceito de fração.

No que se refere ao problema 3, a representação aritmética foi proposta por quatro (04) sujeitos, a representação concreta por três (03); o desenho por três (03); a representação oral por dois (02); um (01) sujeito considerou o problema impossível de resolver, e seis (06) não sugeriram resoluções. Neste problema, em especial, encontramos uma situação contrária ao que já observamos nos problemas anteriores, a categoria mais sugerida pelos professores foi a representação aritmética. Os professores demonstraram não compreender medidas que envolvem frações. No caso do problema em questão, é necessária a compreensão de que o todo (a mistura) é constituído por 4 partes de um componente, e 1 parte do outro componente. Pode-se inferir que a maior incidência do uso da representação aritmética, sem articulação com outro tipo de registro, deve-se ao fato de tal representação ser a mais utilizada na escola, o que não significa, necessariamente, que conduza ao êxito ou à compreensão do conceito. Ela permite o uso do algoritmo apenas com a memorização de regras, levando a uma solução mecânica.

O que podemos observar nas resoluções dos professores

No problema 1, observamos que seis (06) professores utilizam o cálculo mental como estratégia de resolução, dois (02), a língua mãe, seis (06), o desenho, dois (02), a aritmética, e três (03) não apontam nenhuma resolução. A fração, neste problema, assume o significado de quociente, permitindo que a divisão seja uma estratégia bem adaptada para resolvê-lo. O quociente (significado) representa a quantidade de torta que cada criança irá receber. Nesse sentido, o cálculo mental é uma estratégia precisa para aqueles que compreendem o que é requerido. Vale ressaltar que, dos seis 6 sujeitos que optaram pelo desenho, três (03) não conseguiram chegar à resolução correta. Isto reforça a ideia de que, mesmo esta representação exigindo aspectos principalmente perceptuais, sem o entendimento do significado parte-todo da fração, não é possível representar a situação corretamente. Conforme se pode observar na figura a seguir.

Figura 2: Divisão sem igualdade.



Fonte: resolução da professora.

Para o problema 2, foi utilizada a estratégia da representação em língua materna por quatro (04) professores, um (01) fez resolução aritmética, nove (09) não conseguiram resolver, quatro (04) usaram conjuntamente a língua mãe e a aritmética, e um (01) optou pelo registro concreto. Mesmo julgando que a resolução da criança estava errada, P9 também comete erros, pois considera que a relação se deve ao tamanho das garrafas e não às relações de proporcionalidade envolvidas na fração em seu significado de medida.

O problema 3 teve como estratégias de resolução utilizadas: a língua mãe por um (01) sujeito, o desenho por um (01) sujeito, a aritmética articulada com o desenho por um (01) professor, o cálculo mental foi indicado por três (04) professores, dois (02) disseram que era impossível resolver, e dez (10) não resolveram. Os sujeitos que optaram pela estratégia aritmética e pela estratégia desenho não conseguiram obter êxito. Note-se que estas são as estratégias mais utilizadas na escola, quando se trata de trabalho com as frações.

Neste problema, pôde-se constatar o caso de P8 que evidenciou uma inconsistência no conceito de fração. Ao afirmar como explicaria a questão, a professora usou o mesmo raciocínio da criança, chegando à resposta $^{1}/_{4}$; quando se propôs que ela mesma resolvesse, chegou à resposta $^{1}/_{5}$. Trata-se ainda de uma resposta errada, pois considerou a parte menor em jogo (o remédio), em lugar de considerar a parte maior (a groselha), conforme se pedia no problema. Mesmo assim, P8 conseguiu perceber, na segunda parte da resolução, a constituição do todo que estava em análise. Mesmo com duas respostas diferentes dadas a um mesmo problema, P8 não realiza a "verificação do resultado" (POLYA, 1986), isto é, a averiguação da compatibilidade e correção da resposta a partir do que proposto no problema. Não se justifica a aceitação de respostas numericamente diferentes para uma questão desta natureza.

Definição de fração

Apenas dez (10) sujeitos conseguiram dar definições de fração que contemplassem a relação entre a parte e o todo, como se pode ver no exemplo: "*é uma parte do todo*" (P6).

Também foram três (03) os sujeitos que deram definições que se referem mais diretamente à operação aritmética, isto é, eles se referem ao que é necessário realizar no registro aritmético para obter o valor da fração: *"é uma forma de divisão de números não inteiros*".

Dentre estes, houve um caso em que a professora se referiu a todas as operações aritméticas, exceto à divisão: *"é para exemplificar as somas, subtrações e multiplicações"* (P1). Finalmente, seis (06) professores não conseguiram elaborar a definição.

Considerações finais

Muitas vezes, os futuros professores não conseguiram perceber que as crianças haviam, de fato, cometido erros na resolução dos problemas. Isto aconteceu, principalmente, no problema que envolvia a noção de medida, e a relação se dava entre partes distintas.

Os professores utilizaram as representações desenho, concreta, aritmética. Considera-se tratar de um leque amplo de opções, e, ainda, que são efetivamente as representações mais facilmente adequáveis ao uso com crianças das séries iniciais. Entretanto, o fato de cada um dos sujeitos ter proposto, normalmente, apenas um tipo de representação evidencia uma limitação na formação para um trabalho pedagógico efetivo. O monorregistro não conduz a uma aprendizagem efetiva de conceitos, mas à percepção apenas de fragmentos.

O conceito que os próprios professores têm de fração é limitado. Aqueles que apresentam uma conceituação mais elaborada prendem-se basicamente à noção de parte e todo, em detrimento de outras possíveis significações, como medida, quociente, operador e número. Há aqueles que acreditam se tratar apenas de uma operação entre números.

Vale destacar que os investigados cometeram erros e não resolvem às questões, embora se trate de problemas simples de fração adequados às primeiras séries do Ensino Fundamental o que evidencia fragilidades no conceito de fração.

Então, é necessário um trabalho de formação mais efetivo com os futuros professores, de forma a ampliar a sua concepção de fração. Em relação às questões pedagógicas, é importante ressaltar a relevância da utilização de diferentes representações para que as crianças possam vir a objetivar o conceito.

Referências

BARRETO, M. C.; SOUSA, A. C. G. Conversões e tratamentos: futuros professores resolvem problemas matemáticos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... Brasília: UCB, 2009.

DUVAL, R. *Sémiosis et pensée humaine:* registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Peter Lang. SA. Neuchâtel, Suisse: 1995.

______. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em matemática:* registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

______. *Semiósis e Pensamento Humano:* registros de representação semióticos e aprendizagens intelectuais (fascículo I). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MAGINA, S. CAMPOS, T. *A fração na perspectiva do professor e do aluno das séries iniciais da escolarização brasileira.* Boletim de Educação Matemática, São Paulo, Vol. 21, No. 31, 2008.

MARANHÃO, M. C. S. A.; IGLIORI, S. B. C. Registros de Representação e Números Racionais. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática:* Registros de Representação Semiótica. Campinas, SP: 2003. - (Coleção Papirus Educação).

MERLINI, V. L. *O conceito de fração em seus diferentes significados:* um estudo diagnóstico com alunos de 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005.

NUNES, T. *et al* La compréhension des fractions chez les enfants. In: M. M. (Ed.), *Activité humaine et conceptualisation*. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail, 2007.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas.* Primeira reimpressão. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

SILVA, E. J.; LINS, A. F. *Intervenção docente na construção do conhecimento de frações de alunos EJA:* um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... Belo Horizonte, 2007.

SOUSA, A. C. G. *Os registros de representação semiótica e o trabalho com números e operações nos anos iniciais da escolaridade:* uma experiência de formação. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação). Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2009.

CONHECIMENTOS DE PROFESSORAS POLIVALENTES EM GEOMETRIA

Silvana Holanda da ***Silva***
Larissa Elfisia Lima ***Santana***

Introdução

A Geometria sempre ocupou um lugar de destaque na história do desenvolvimento do saber matemático. Sua origem remota a épocas muito antigas, como as grandes civilizações: egípcia, chinesa, hindu, mesopotâmica, as quais possuíam muitas informações no campo geométrico e aplicavam-nas em suas atividades cotidianas. No entanto, esses conhecimentos não foram sistematizados por essas civilizações. A organização do pensamento geométrico como ciência dedutiva começou a ser articulada pela civilização grega dos séculos 7 a. C e 3 a. C (LIMA; CARVALHO, 2010). Ressalta-se que, para essas civilizações, os conhecimentos em geometria atendiam a suas necessidades socioeconômicas e culturais.

No entanto, no âmbito educacional, os currículos escolares não deram a importância devida a essas experiências. Para Toledo e Toledo (2009), as escolhas curriculares sempre deram mais ênfase às atividades de linguagem e à quantificação, deixando de explorar a capacidade de percepção espacial em trabalhos de Geometria.

É certo que, no cenário brasileiro, o ensino da geometria tem ocupado pouco enfoque na prática dos professores da Educação Básica, principalmente para os professores polivalentes[1]. Esse cenário já foi sobejamente denunciado por autores, como Pavanello (1989), Nacarato; Passos (2003) e Lorenzato (2006). Bittar e Freitas (2005, p. 97) asseveram que: "a Geometria está praticamente ausente das salas de aula das escolas de Ensino Fundamental e Médio". Esse abandono é percebido no desconforto que os professores polivalentes sentem ao falar sobre o ensino de Geometria, o que não acontece quando se referem ao ensino de números e operações. Parece claro que esse desconforto reflete nas escolhas que os docentes realizam ao abordar os conteúdos da Geometria em sala de aula. "Falta aos professores clareza sobre o que ensinar de Geometria e/ou acerca de habilidades desenvolve nesse nível de ensino" (FONSECA *et al*, 2009, p. 17).

[1]Esse termo será utilizado para denominar as professoras que lecionam todas as disciplinas nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Diante dessas constatações, este estudo propôs investigar qual a elaboração conceitual que um grupo de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental apresenta em relação a alguns conceitos de geometria, tais como: reconhecimento figural, identificação das propriedades de configuração e reconfiguração, conceito e cálculos de área e perímetro de figuras planas. Esses conceitos se encontram inseridos nos conteúdos elencados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1997).

Com vistas a atender esse objetivo, optou-se pela realização de um teste de sondagem com seis professoras[2] de uma escola pública da rede Municipal de Fortaleza. A elaboração do instrumento, bem como sua análise, teve como base a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval (1995) cuja explicitação de seus conceitos será feita no item a seguir.

Compreendendo a Teoria dos Registros de Representação Semiótica

A compreensão em Matemática constitui um campo de estudo privilegiado para a análise das atividades de operações de pensamento, como conceituação, dedução, resolução de problemas e compreensão de textos em língua materna ou de representações em outros registros (DUVAL, 2009).

As incursões sobre a noção de representação já foram objeto de várias investigações, notadamente no campo da psicologia, em que a ideia de representação foi relacionada a três formas diferentes: mental, computacional e semiótica (DUVAL, 2009). As duas primeiras são internas ao sujeito, enquanto a semiótica é externa ao sujeito e é constituída pelo emprego de signos. É sobre esta última que Duval concentra sua atenção, destacando que as representações semióticas não são uma mera externalidade da representação mental, geradas apenas com o fim de comunicar. O autor ressalta ainda que esta seja uma visão enganosa e pontua que a representação semiótica é essencial para o desenvolvimento cognitivo do pensamento.

Barreto e Sousa (2009, p. 6) indicam que as representações semióticas são entendidas como:

> (...) produções constituídas pelo emprego de signos, utilizadas para expressar, objetivar e tratar as representações mentais, isto

[2]Para manter em sigilo a identidade das professoras, neste o trabalho, elas serão identificadas pelas siglas P1, P2,P3,P4,P5 e P6.

> é, o conjunto de concepções de um indivíduo acerca de um objeto ou situação. Segundo o autor, o objeto matemático somente se dá a conhecer por meio de suas representações, em distintos registros de representação.

Tendo em vista essas concepções, optou-se por evidenciar a importância da diversificação e conversão de representações na compreensão do objeto matemático especificamente no campo geométrico. Para Duval (1995), a atividade cognitiva solicitada em geometria envolve dois tipos de registros: o figural e o discursivo. O primeiro serve para desenhar figuras ressaltando suas propriedades; o segundo, para anunciar as definições, os teoremas e as hipóteses.

A atividade exigida em geometria envolve dois tipos de registros: um apoiado nas figuras e outro na língua materna. O primeiro serve para desenhar figuras e suas propriedades e o outro, para anunciar as definições, os teoremas e as hipóteses. Esses dois registros devem apoiar-se no auxílio à compreensão do objeto geométrico.

Além disso, os registros de representação podem ser organizados em representação discursiva e não-discursiva que, por sua vez, podem ser registros multifuncionais ou monofuncionais como ilustra o quadro a seguir.

Quadro 1 - Registros mobilizáveis na atividade matemática

	Representação discursiva	**Representação não-discursiva**
Registros multifuncionais	Língua natural • Aspectos conceituais • Argumentação • Dedução a partir de definição ou teorema	Figuras geométricas planas ou em perspectiva (configurações) • Apreensão operatória • Construção de instrumentos
Registros monofuncionais	Escrita decimal, fracionária, algébrica, simbólica, aritmética.	Gráficos cartesianos

Fonte: Duval (2003).

A mobilização de, pelos menos, dois desses registros ao mesmo tempo é no que consiste a atividade matemática. Segundo Duval (1995, p. 169):

> Em Geometria, a atividade matemática exige dois tipos de

registros: um das figuras e outro da língua natural. Servindo tanto para desenhar figuras e suas propriedades ou para anunciar as definições, os teoremas, as hipóteses. Aqui os tratamentos são efetuados apenas em um dos dois registros, É que eles estão no mais econômico ou mais controlável: a escrita simbólica ou representação gráfica. Em seguida, o resultado obtido pode ser modificado em uma representação do registro de partida. A atividade cognitiva solicitada em geometria exige, ao contrário, mais que isso. Os tratamentos efetuados separadamente e alternativamente em cada um dos dois registros não são mais suficientes para que uma ação possa ter êxito. É necessário que o tratamento figural e discursivo seja efetuado simultaneamente e de forma interativa. (tradução livre)

Muito embora o tratamento possa ser efetuado em apenas um desses registros, essa ação não garante o êxito, sendo necessário que esses dois registros sejam trabalhados simultaneamente e de forma interativa, facilitando a compreensão do objeto geométrico. Segundo o autor, "a originalidade das ações em geometria em relação a outras formas de atividade matemática é o fato de que a coordenação dos tratamentos específicos no registro das figuras e aquele de um discurso teórico em língua natural passam a ser absolutamente necessário" (DUVAL, 2003 p.169).

As informações presentes em um desenho geométrico conduzem ao papel heurístico das figuras, isto é, identificar as propriedades figurais que podem levar à conduta de abdução e guiar à dedução. Nesse caso, abdução seria a capacidade de perceber as figuras em partes separadas inferindo na compreensão de uma situação geométrica. Para Duval, o problema é saber que tratamentos repousam sobre essa conduta de abdução. O autor assevera que

Esses tratamentos devem ser específicos ao registro das figuras e não podem ser assimilados puramente ou simplesmente a tratamentos matemáticos. Esses tratamentos levarão a considerar que a conduta de abdução depende essencialmente dos conhecimentos matemáticos e que as figuras seriam em realidade heuristicamente acessórios (DUVAL,1995, p. 180).

No entanto, nem sempre é fácil perceber, na figura, todas as propriedades dadas. Por vezes, ela impõe dificuldades que não são assimiladas pelos tratamentos figurais e matemáticos. Assim, não é sempre fácil ver sobre uma figura as relações ou suas propriedades em relação às hipóteses dadas e correspondentes à solução procurada.

Para compreender como as figuras podem permitir a conduta de abdução, Duval (1995) distingue dois níveis de apreensão das figuras geométricas:

> Primeiro nível - onde se opera o reconhecimento das diferentes unidades figurais que são distintas dentro de uma figura dada;
> Segundo nível - onde se efetuam as modificações mereológicas, óticas ou posicionais, possíveis das unidades figurais reconhecidas e da figura dada.

O primeiro nível corresponde àquele descrito classicamente como a **percepção**. Esse nível será composto por três formas de apreensão, assim, distintas:

> Apreensão sequencial: reprodução de uma figura geométrica que depende das propriedades figurais ou do instrumento utilizado;
> Apreensão perceptiva: interpretação das formas de uma figura geométrica numa situação representada;
> Apreensão discursiva: corresponde à explicitação de outras propriedades Matemáticas da figura, articulando desenho e os elementos discursivos.

O segundo nível corresponde a uma **apreensão operatória** das figuras em que ocorrem as modificações e/ou transformações possíveis da figura inicial pela reorganização perceptiva que essas modificações sugerem. Toda figura pode ser modificada de várias maneiras. É nesse nível onde se operam as modificações: mereológicas (separação da figura em partes); ótica (transformação de uma figura em outra) e posicional (deslocamento em relação a um referencial).

Essas modificações dizem respeito à mudança de uma figura em outra num processo denominado de reconfiguração. Este é um tratamento que consiste na partilha de uma figura em sub-figuras, em comparação a sua eventual remontagem em uma figura de um contorno diferente global.

Duval (1995) verificou que muitos estudantes, mesmo os que já se encontram no Ensino Médio, não conseguem resolver atividades de geometria, por não conseguirem chegar a esse nível de apreensão. Essa dificuldade reside principalmente na impossibilidade de realizar a reconfiguração.

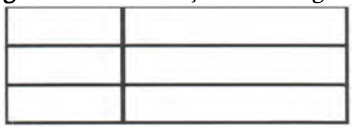
Destaca-se que, nesta teoria, a conceituação de um objeto matemático implica uma coordenação entre registros de representação. Para realizar essa coordenação, faz-se necessária a realização de conversões e tratamentos. A conversão se constitui como uma mudança do objeto matemático de um registro de representação para outro. O tratamento consiste na transformação de uma representação ficando no interior de um mesmo registro.

Um aspecto essencial ao fenômeno de conversão é a congruência entre uma representação a ser convertida e sua representação correspondente a um registro escolhido. Sousa (2009, p. 40) explica que "os níveis de congruência entre dois registros de representação diferentes dizem respeito à proximidade ou distanciamento entre o registro de partida e o de chegada". Temos como exemplo uma situação em que o enunciado de uma questão traz diversos elementos que não são úteis para a resolução da questão, pode-se afirmar que esta questão apresenta baixa congruência, pois nem todos os elementos presentes no enunciado serão aproveitados para a sua resolução. Já uma situação de alta congruência seria o caso oposto em que todos os elementos do enunciado seriam facilmente utilizados para a resolução. Diante desse quadro teórico, a seguir, serão analisados os dados referentes à apreensão conceitual de geometria dos sujeitos da pesquisa.

Conhecimentos mobilizados pelas professoras

A primeira situação proposta para as docentes envolvia a identificação de figuras em um problema de alta congruência (questão 1). Solicitou-se que as docentes identificassem quantos retângulos elas conseguiam visualizar na figura abaixo (Fig. 1) e que os representassem com desenhos distintos. Requisitou-se ainda o cálculo da área do retângulo maior utilizando a régua para obter as medidas dos lados. Este é um caso de alta congruência entre o registro discursivo e a organização perceptiva da figura, visto que nela existem apenas retângulos, e a situação questiona acerca desta mesma figura geométrica.

Figura 1: Combinação de retângulos

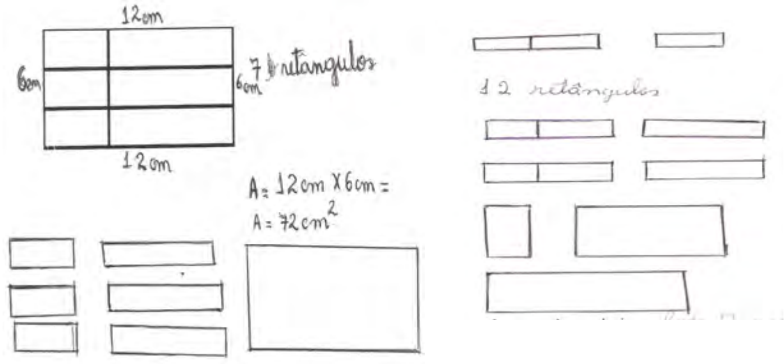


Fonte: Problema proposto do Balacheff in Duval, 1995, p. 190.

Notou-se que, mesmo sendo uma situação de alta congruência, nenhuma das professoras chegou a perceber o número total de retângulos existentes. P5 não respondeu à questão, afirmando não saber. P2 visualizou apenas os 6 retângulos internos isoladamente, sem perceber qualquer combinação entre eles. P2 e P4 visualizaram 7 retângulos, observando apenas o retângulo moldura além de cada um dos retângulos internos, isoladamente. Pode-se verificar que elas não conseguiram fazer qualquer combinação entre as figuras elementares internas. Já P1 e P4 realizaram combinações, chegando a visualizar 15 e 12 retângulos respectivamente. Elas falharam na combinação das figuras elementares na sua dimensão vertical. Quando consideraram verticalmente os elementos, tenderam a fazê-lo agrupando-os em um só todo.

A carência de percepção operatória de que trata Duval justifica a impossibilidade de reconhecer todas as sub-figuras que poderiam ser geradas a partir das unidades elementares. O reconhecimento das unidades figurais em suas diferentes formações, a partir das partes constituintes de uma figura, é um passo fundamental para a resolução de problemas que envolvem figuras geométricas. A impossibilidade de identificação dessas partes deixa o sujeito, no caso as professoras, sem condições de trabalhar com esta elaboração.

Figura 2: Exemplos de configuração e reconfiguração de retângulos

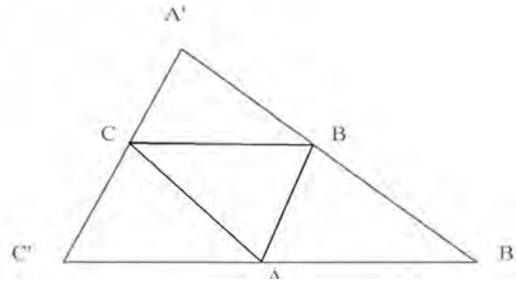


Fonte: professoras P1 e P4

No que diz respeito à solicitação de realizar o cálculo da área do retângulo maior, utilizando a régua para obter as medidas dos lados, três professoras (P1, P4 e P6) não conseguiram efetivá-lo corretamente. P1, por sua vez, dividiu arbitrariamente o retângulo maior em nove partes, afirmando apenas que "A = 3x3". P6 fez uso da fórmula para cálculo da área do retângulo, no entanto, realizou as medições dos lados incorretamente, atribuindo medidas arbitrárias aos lados da figura (12 cm x 6 cm), ignorando o comando de utilização da régua, chegando a uma área de 72 cm². Somente P3 realizou o procedimento de medição correta dos lados (3 cm x 6,5 cm), aplicando-os na fórmula corretamente, chegando ao resultado de 19,5 cm², contudo essa professora não realiza a decomposição de figuras solicitadas no enunciado.

A segunda situação proposta para as professoras também envolvia a identificação de figuras, mas de baixa congruência. Pediu-se às professoras que identificassem, na figura oferecida (Fig.3), quantas e quais figuras geométricas elas conseguiam visualizar. Esta proposição se configura como um caso de baixa congruência porque, na figura, estão representados apenas triângulos, e a situação requer a percepção de outras figuras geométricas formadas a partir da junção dos triângulos.

Figura 3: segunda situação.



Fonte: problema proposto por Dupuis *et al* in Duval, 1995, p. 182

Das seis professoras investigadas, cinco conseguiram perceber 5 triângulos (P1, P2, P4, P5 e P6). Apenas P3 afirmou ter visualizado triângulos sem identificar quantos. Vale salientar que a figura identificada foi uma das que frequentemente são utilizadas nos anos iniciais, os triângulos. Tal fato demonstra que a percepção visual desse grupo podia estar influenciada pelo que Duval (1995) denomina de "efeito moldura", ou seja, a figura maior – o triângulo exterior – influenciando a visualização geral, chamando a atenção para figuras de mesma natureza em seu interior. Esse efeito fez que as professoras não conseguissem perceber as diferentes figuras envolvidas pela figura maior. Nenhuma participante conseguiu visualizar os trapézios, os paralelogramos e os losangos presentes na figura. Dessa forma, as professoras estariam classificadas no nível 1, isto é, no mais elementar, em que não é possível realizar as modificações **óticas, mereológicas ou posicionais**.

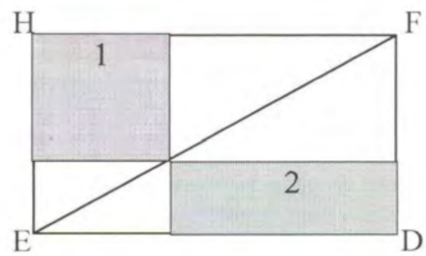
Duval, ao analisar os processos de reconhecimento de figuras, considera que há situações que apresentam diferentes níveis de dificuldade:

> O reconhecimento das unidades figurais de dimensão plana não provoca nenhuma dificuldade quando elas estão separadas. O tempo de reconhecimento pode ser mais ou menos rápido de acordo com a orientação dessas unidades em relação à sua orientação visual típica. Não é o mesmo, quando essas unidades são integradas em uma configuração. (DUVAL, 1995, p. 182 - tradução livre).

Nesse caso, fica evidente que a percepção dessas professoras em relação às figuras geométricas ainda não atingiu o desenvolvimento necessário para que elas avancem para o nível 2, em que é possível compreender as relações de configuração e reconfiguração. Assim, evidencia-se a necessidade de mais atividades dessa natureza para que seja possível a análise mais atenta das informações presentes na figura, por parte das docentes.

A terceira situação proposta consistiu na apresentação da prova de que as áreas hachuradas na figura (Fig. 4) eram iguais, tendo apenas a informação de que a figura maior era um retângulo.

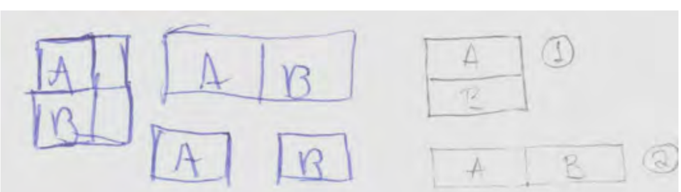
Figura 4: relação de igualdade entre as áreas hachuradas



Fonte: Duval (1995, p.185)

Nessa situação, nenhuma professora conseguiu provar a relação de igualdade presente no desenho. Apenas P1 tentou, sem sucesso, encontrar a resposta, conforme pode ser visto na figura 5, abaixo.

Figura 5: Decomposição da figura.



Fonte: tentativa de solução P1

O trabalho desenvolvido por P1 indica que ela buscou fazer um desmembramento das figuras numa tentativa de encontrar associação entre as partes destacadas na figura, mas abandonou-a, sem sucesso. A professora demonstrou desconhecer a propriedade do retângulo, segundo a qual a sua diagonal o corta em duas partes iguais. A tomada dessa relação teria permitido chegar à resposta esperada ou, no mínimo, dar passos nesse sentido. Além disso, ao fazer o desmembramento da figura, P1 atribuiu nomenclaturas iguais a partes diferentes. A nomenclatura assim utilizada não serviria para o registro das relações a serem estabelecidas.

Já P6 não fez qualquer representação figural, afirmando que

> *"Para calcular área ou perímetro, é preciso saber quanto mede os lados. Sei que as áreas das figuras são diferentes".*

A professora desconsidera a afirmação presente no enunciado da situação de que as áreas são efetivamente iguais. Da mesma maneira como P1 o fez, P6 também demonstra desconhecer a propriedade do retângulo. Não conseguindo resolver o problema apenas por apreensão perceptiva, P6 revela estar aprisionada à aplicação da fórmula para o cálculo de área. Isso lhe afastou da possibilidade de utilizar a percepção das figuras e as relações das partes com o todo.

As demais professoras não ensaiaram qualquer solução. P2 apenas afirmou:

> *"não tenho formação suficiente para resolver esta prova e preciso estudar mais esse conteúdo".*

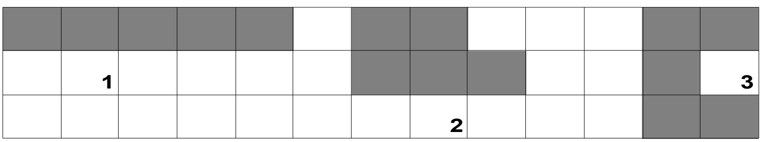
Na questão apresentada, notou-se o desconhecimento por parte das professoras das propriedades heurísticas da figura. Para Duval, trata-se de uma ferramenta de importância para a solução de problemas geométricos.

> O papel intuitivo e heurístico que as figuras têm na representação geométrica é uma opinião frequentemente admitida, isto porque as figuras permitem analisar uma situação em conjunto, é um meio mais direto para explorar os diferentes aspectos, antecipar os resultados e selecionar uma solução para o problema (Duval, 1995, p. 180 – tradução livre).

No trabalho com a Geometria, é indispensável salientar a importância conferida pelo autor ao trabalho com figuras, quer seja fazendo a sua modificação por meio de cortes em figuras menores ou sua recombinação para modificar o contorno da figura, quer seja deslocando-a em movimentos de rotação ou translação. A esse processo, Duval (1995) denomina de **apreensão operatória** da figura como algo centrado nas modificações possíveis da figura de partida. As professoras em análise não demonstraram ter domínio desse processo de configuração e reconfiguração, como ferramenta para a solução do problema.

Na questão 4, solicitou-se o cálculo da área e do perímetro de cada figura em destaque (Fig. 6), sabendo que cada quadrinho media 1cm². Pedia-se que cada participante explicasse como chegou aos resultados.

Figura 6: Cálculo de área e perímetro



Fonte: Elaboração própria

Nessa situação, P2 e P3 não resolveram a questão em nenhum de seus três itens, demonstrando não ter domínio sobre o cálculo de área e de perímetro, o que foi explicitado por P3: "tenho dúvida em área e perímetro". P1 e P5 calcularam corretamente todas as medidas. P4 errou o cálculo dos perímetros das figuras 2 e 3, mas conseguiu perceber que todas as áreas mediam 5 cm². P6 errou o cálculo do perímetro da figura 3 e conseguiu calcular a área apenas da figura 1. Por tratar-se de uma figura mais elementar, P6 determinou a sua base e altura para, então, transpô-las para a fórmula. Nas outras figuras, ela não conseguiu utilizar de outra estratégia, fosse a simples contagem dos quadrinhos hachurados, fosse a decomposição das figuras em quadriláteros para então aplicar a mesma fórmula.

As quatro professoras que resolveram em parte a questão, quando buscaram explicar como tinham chegado aos resultados, optaram por encontrar uma definição formal de área e perímetro. Com relação ao perímetro, elas aproximam-se afirmando ser "a soma dos lados" (P1, P5 e

P6). P4 confunde-se ao afirmar: "perímetro =largura x altura". Em relação à explicação da área, são apresentadas as respostas: P6 repete a fórmula do cálculo da área de um retângulo: "base vezes altura"; para P4, "é o espaço delimitado"; P1 afirma: "cada retângulo equivale a um 1 cm²". Não houve explicações por parte de P2, P3 e P5. P3 limitou-se a responder: *"tenho dúvidas sobre área e perímetro".* Percebe-se, assim, que, na justificativa das suas respostas, as professoras não se apoiam na representação figural para explicar como pensaram em resolver o problema, mas se apoiam em definições formais.

A questão 5 envolvia um problema relativo ao cálculo de perímetro sem, no entanto, trazer isso explicitado no enunciado, o que o torna incongruente. A incongruência do problema se deve também à presença de mais elementos no registro de partida do que aqueles necessários quando da conversão para o registro de chegada.

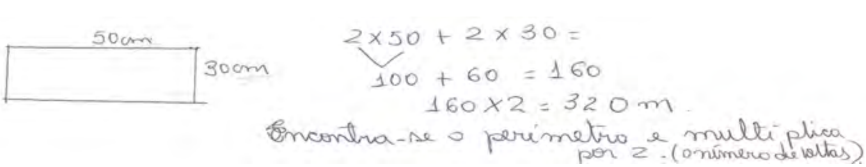
Quadro 1

Ricardo anda de bicicleta todos os dias na praça perto de sua casa. O terreno da praça tem formato retangular com medidas de 30m e 50m e sua área é de 1500m^2. Quanto Ricardo deverá andar se ele der duas voltas em torno da praça? Explique como você chegou à resposta.

Fonte: Questão 5 do teste de sondagem – elaboração própria

Nesse problema, três professoras conseguiram chegar à resposta correta: P1, P5 e P6 fizeram o uso do registro figural e do registro numérico para chegarem ao resultado correto, como se pode verificar no exemplo presente na figura abaixo. As professoras perceberam tratar-se de um problema de cálculo de perímetro e destacaram as unidades significativas do registro de partida, operando corretamente.

Figura 7: Uso correto da representação figural e numérica

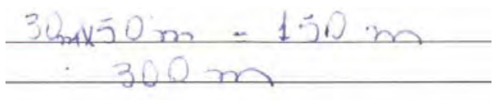


Fonte: Resposta de P6 à questão 5

Por outro lado, P3 não conseguiu perceber que se tratava de um problema de cálculo de perímetro e elegeu arbitrariamente uma das unidades presentes no registro de partida – a área de $1500m^2$. Duplicando a área, por representação mental, julga ter obtido a resposta necessária, afirmando: “$3000m^2$, pois, se a praça mede $1500m^{2,}$ duas vezes vai dar $3000m^2$” (P2). Já P4 percebe algumas das unidades significativas corretamente. Ela percebe que o problema envolve as medidas dos lados da praça e que, depois de efetivado o cálculo entre essas medidas, ele deve ser duplicado para se obter o resultado final.

Entretanto, confundindo o cálculo de perímetro com o de área, ela multiplica as medidas e ainda comete erro na multiplicação realizada mentalmente, chegando ao resultado exposto na figura abaixo.

Figura 8: Uso incorreto da representação numérica

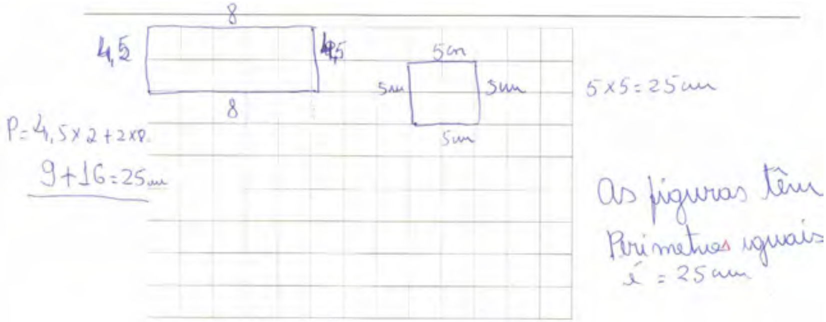


Fonte: resposta de P4 à questão 5

A última questão envolvia uma relação entre perímetro e área. Apresentando-se uma malha quadriculada, solicitava-se que fossem representadas duas figuras com mesma área e perímetros diferentes. P3, P4 e P5 não esboçaram qualquer tentativa de solução. P2 esboçou um triângulo e um quadrado, ambos com altura e base de 3 e 6 quadradinhos, respectivamente. A professora não demonstrou perceber que se trata de figuras com áreas diferentes, portanto, em desacordo com o que propunha o problema. P6 atribuiu valores diferentes e arbitrários aos quadrinhos da malha, demonstrando não utilizar o desenho figural como uma representação apta para a solução.

A igualdade das áreas das figuras também não foi levada em consideração, conforme propunha o problema, pois a professora desenhou um quadrado com área pequena e um retângulo de medidas maiores. Ela buscou a saída pelo cálculo aritmético. Calculou o perímetro do retângulo, somando-lhe às medidas dos lados, enquanto que, para o quadrado, multiplicou essas mesmas medidas, chegando ao cálculo de sua área. Assim, obteve valores iguais, julgando ter chegado à resposta esperada. A solução encontra-se na figura abaixo.

Figura 9: Representação figural incorreta de P6



Fonte: Resposta de P6 à questão 6

As professoras revelaram ter dificuldades na percepção de figuras, bem como na sua **apreensão mereológica, ótica e posicional**. Demonstraram não distinguir os conceitos de área e perímetro. Apresentaram tendência a enfatizar as definições formais e o cálculo via fórmulas, embora tenham problemas em utilizá-las.

Considerações finais

As constatações desse estudo revelaram que as professoras apresentam lacunas conceituais concernentes aos conteúdos geométricos que fazem parte do currículo escolar dos anos iniciais. No desenvolvimento das atividades, utilizando diferentes representações, verificou-se que, embora, em algumas situações geométricas, possam ser resolvidas apenas com as informações presentes na figura, as docentes procuravam primeiramente o apoio do registro numérico.

Mesmo quando era possível perceber pelas propriedades da figura e realizar deduções, o registro numérico era usado para a comprovação da resposta. A ênfase, nesse campo matemático, traz subjacente outra prática presente na ação metodológica das professoras: a centralidade em um único registro de representação. Esse procedimento foi evidenciado na resolução das atividades pelas participantes. Outras pesquisas devem ser efetivadas no sentido de aprofundar esta análise, observando o uso das representações nas salas de aula e aprofundando a formação das professoras para reconhecerem a importância da diversificação das representações e de suas conversões.

Referências

BARRETO, M. C.; SOUSA, A. C. G. de. Conversões e tratamentos: futuros professores resolvem problemas matemáticos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... Brasília: UCB, 2009.

BITTAR, M.; FREITAS, J. L. M. *Fundamentos e Metodologia de Matemática para os ciclos iniciais do ensino fundamental.* Campo Grande. MS: Ed. UFMS, 2005.

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

DUVAL, R. *Sémiosis et pensée humaine:* registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Peter Lang. SA. Neuchâtel, Suisse: 1995.

______. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em matemática:* registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

______. *Semiósis e Pensamento Humano:* registros de representação semióticos e aprendizagens intelectuais (fascículo I). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

FONSECA, M. da C. F. R. *et al O ensino da geometria na escola fundamental:* três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

LIMA, F. P.; CARVALHO, J. B. P. F.: Geometria. In: CARVALHO, J. B. P. F. (Org.). *Coleção Explorando o ensino:* Matemática. Vol. 17. Secretaria de Educação Básica. Brasília, Ministério da Educação, 2010. p. 135 – 200.

LORENZATO, S. *Para aprender Matemática.* Campinas, SP: Autores Associados, 2006. - (Coleção Formação de Professores).

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. *A Geometria nas séries iniciais:* uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores. São Carlos: EdUFSCar, 2003.

PAVANELLO, R. M. *O abandono do Ensino da geometria:* uma visão histórica. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 1989.

SOUSA, A. C. G. *Representações Semióticas e formação docente para o trabalho com números e operações nos anos iniciais do ensino fundamental:* uma experiência de formação. Dissertação (Mestrado em Educação). Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2009.

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. *Didática de matemática:* como dois e dois - a construção da matemática. São Paulo: FTD, 1997.

COMPETÊNCIAS CONCEITUAIS DE PROFESSORAS EM PROBLEMAS DE ESTRUTURAS ADITIVAS

Maria Auricélia Gadelha **Reges**

Introdução

Uma das preocupações de pesquisadores e de professores da área da Matemática que trabalham com alunos do Ensino Fundamental é a dificuldade encontrada por essas crianças na compreensão de conceitos e estratégias necessários para resolver os problemas matemáticos. Dessa forma, passamos a nos interrogar sobre que conhecimento os professores têm a esse respeito. Além disso, constatamos, baseadas em Fiorentini (2003), que são poucos os estudos relativos aos professores que ensinam Matemática na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, formados nos cursos de Pedagogia.

Resolvemos, então, investigar sobre as concepções e o domínio conceitual de professores do 3º ano do Ensino Fundamental relativo à resolução de problemas de adição e subtração.

Diante da opção feita por esse tema, a investigação teve como objetivo geral analisar as competências conceituais de professores referentes ao campo conceitual das estruturas aditivas. Para tanto, buscamos avaliar a conceituação de estruturas aditivas de que são portadoras as professoras e analisar seus desempenhos na resolução de situações-problema relativas às estruturas aditivas.

A Teoria dos Campos Conceituais

O referencial teórico que norteou essa pesquisa foi uma teoria cognitivista desenvolvida pelo francês Gérard Vergnaud, denominada Teoria dos Campos Conceituais. Essa teoria se propõe a identificar as filiações e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual (VERGNAUD, 2000, p. 1).

O autor defende que não se aprende um conceito isolado, mas um conjunto de conceitos que se inter-relacionam numa trama que forma um *campo conceitual*. Um desses campos Vergnaud denominou de campo conceitual de estruturas aditivas. Para ele, o campo das estruturas aditivas envolve vários conceitos, entre os quais, o de adição, subtração, número, medida e transformação de tempo. Em seus estudos, Vergnaud descobriu que existe também uma variedade de situações com as quais se podem trabalhar os problemas de adição e subtração.

Para Vergnaud (2000, p.8), o conceito é formado por uma tríade de conjuntos (*S*, *I*, *R*), onde: *S* - refere-se ao conjunto das situações que dão sentido ao conceito (referência); *I* - corresponde ao conjunto dos invariantes - propriedades do conceito que podem ser reconhecidas e usadas pelo sujeito para analisar e dominar essas situações (significado); e *R* - é o conjunto de representações simbólicas que podem ser usadas para representar os conceitos e, portanto, representar as situações e os procedimentos para lidar com eles (significante).

No caso das estruturas aditivas, o campo conceitual é, simultaneamente, "o conjunto das situações que envolvem uma ou várias adições ou subtrações e o conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar tais situações como tarefas matemáticas". (VERGNAUD, 1996, p. 214).

Relacionado a esse campo, Vergnaud (1991) mostra que existem vários tipos de relações aditivas e, em consequência, vários tipos de adições e subtrações e comenta que estas distinções não se fazem presentes na escola elementar nem na escola secundária; entretanto, são importantes, e as dificuldades encontradas nos diferentes casos são muito diferentes.

Em seus estudos sobre estruturas aditivas, Vergnaud (1991; 2000) classificou, em seis grandes categorias básicas, os problemas aditivos os quais denominou "relações aditivas de base". São elas: composição de quantidades, transformação de quantidades, comparação de quantidades, composição de transformações, transformação de relações e composição de relações.

As situações do tipo *composição de quantidades* são consideradas protótipos da adição. São situações em que se juntam duas ou mais partes para se formar o todo; ou se apresenta uma parte e o todo para que se descubra qual o valor da outra parte. Exemplo: Marcelo possui 8 revistas em quadrinhos e Ricardo possui 4. Quantas revistas em quadrinhos os dois possuem?

As *transformações de quantidades* envolvem um estado inicial, uma transformação positiva (acréscimo) ou negativa (decréscimo) e um estado final. Exemplo: Paula tinha 14 livros de literatura infantil. Deu 2 livros para a biblioteca da sua escola. Com quantos livros de literatura infantil Paula ficou?

Classificam-se como *comparação de quantidades* as situações que apresentam um referente, uma relação e um referido, em que o referente e o referido são quantidades fixas, e existe uma relação entre as duas quantidades. Exemplo: Igor tem 9 anos. Sua irmã é 4 anos mais nova que ele. Quantos anos tem a irmã de Igor?

Considera-se *composição de transformações* no caso de problemas que sugerem mais de uma transformação que devem ser resolvidas, adicionando-se ou subtraindo-se uma da outra. Exemplo: Jéssica ganhou 9 pontos na primeira rodada do jogo e perdeu 12 pontos na segunda e última rodada do jogo. Com quantos pontos Jéssica ficou?

Podemos afirmar que ocorre uma *transformação de relações* quando se apresenta uma determinada relação entre quantidades que sofre variação. Exemplo: Carlos deu 7 figurinhas a André. André deu-lhe 4. Com quantas figurinhas a mais André ficou?

Ocorre *composição de relações* nos casos em que é necessário juntar duas relações ou subtrair uma da outra. Exemplo: Jair deve 8 bolas a Renato. Renato deve-lhe 2 bolas. Quantas bolas Jair deve ao Renato?

Cada uma das situações apresentadas acima pode envolver os conceitos de adição e de subtração, a depender de quais elementos estejam explícitos em cada uma delas (o estado inicial, a mudança ou o estado final, as partes ou o todo; e o referente, o referido ou a relação). Além disso, cada um desses tipos de situações tem suas variações o que pode exigir um nível de raciocínio mais sofisticado para a compreensão do problema. Vergnaud (2000) considera que há uma reciprocidade entre a adição e a subtração como operações unitárias e, por isso, não devem ser exploradas separadamente como, comumente, vê-se nas escolas e nos livros didáticos.

Vergnaud ainda chama a atenção para o fato de que, além das seis grandes classes de problemas categorizadas por ele, existem outros aspectos que merecem ser levados em consideração, pois interferem no desempenho dos alunos na resolução dos problemas aditivos. São eles: "facilidade maior ou menor do cálculo necessário (tamanho dos números, caráter decimal...), ordem e apresentação das informações, tipo de conteúdo e de relação considerados..." (VERGNAUD, 1991, p. 171).

Os conceitos implicados nas estruturas aditivas não são construídos em um curto espaço de tempo, por exemplo, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, mas devem fazer parte do conteúdo de Matemática por vários anos para que o aluno desenvolva a capacidade de resolver os mais variados tipos de problemas nos mais diversos contextos.

Metodologia

A metodologia definida para este trabalho tomou por base a necessidade de conhecer as competências conceituais de professores do 3º ano, quando elaboram e resolvem problemas aditivos.

Optamos pela realização de um trabalho de natureza qualitativa, com características do estudo de caso etnográfico. O estudo de caso etnográfico foi escolhido para esta investigação, ao se procurar entender uma situação particular de duas professoras. Para preservar a identidade das professoras, elas serão aqui denominadas *Professora Ana* e *Professora Beatriz*.

Servimo-nos de uma questão básica para encaminhar este trabalho. Interessava-nos saber: que domínio conceitual em torno das estruturas aditivas tinham os sujeitos pesquisados?

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de um pequeno município, no Estado do Rio Grande do Norte, com as professoras do 3º ano do Ensino Fundamental.

Os procedimentos adotados para coleta de dados foram a entrevista e a aplicação de exercícios relativos à proposição e à resolução de problemas vinculados ao campo conceitual das estruturas aditivas. A entrevista objetivou caracterizar as professoras e conhecer o seu processo de formação, a sua relação com a Matemática ao longo da vida escolar e profissional e as suas concepções a respeito dessa disciplina.

Após a primeira entrevista, foram aplicados dois exercícios com as professoras, em dias e horários diferentes. O primeiro deles consistiu na elaboração de dez situações-problema envolvendo a adição e a subtração. No segundo exercício, solicitava-se a resolução de dez situações relativas a problemas aditivos, propostos pela pesquisadora. Eram situações de variados tipos e envolviam ora a adição, ora a subtração ou ambas as operações numa mesma situação.

Análise dos dados da proposição de situações-problema pelas professoras investigadas

No caso das situações-problema criadas pela *Professora Ana,* foi constatada a predominância dos casos de *transformação de quantidade* (sete dos dez casos), de acordo com a classificação de Vergnaud (Ex.: *"José tem [tinha] 1.088 lápis na sua caixinha e comprou 391. [Com] Quantos lápis ele ficou?"*). São situações consideradas como as mais simples, ou seja, estão relacionadas às primeiras experiências da criança. Magina *et al* (2001) afirmam que os alunos dominam esses problemas de transformação (positiva ou negativa) desde o 2º ano, pois são protótipos de adição e de subtração.

Entre as situações elaboradas pela *Professora Ana,* percebemos que ela manteve um mesmo padrão no sentido de fornecer os dados do problema. Buscava o estado final da situação nos dez problemas propostos, ou seja, a questão posta pelo problema está sempre relacionada ao valor final (Ex.: "*Paulo adora correr e comprou 7.081 carrinhos de corrida, e quebrou-se [sic][quebraram-se]3.571. Quantos carrinhos ficou [sic][ficaram]?*").

As dificuldades colocadas por esta professora localizavam-se não na proposição de diferentes tipos de situações, com níveis distintos de complexidade, mas priorizavam a magnitude dos números que envolviam centenas e/ou unidades de milhar, com exceção de um deles, que explorava dúzias.

Quanto às operações solicitadas pelos problemas propostos, cinco deles envolvem a adição, e cinco, a subtração. Ressaltamos que a professora organizou os problemas em blocos: primeiro os de soma, depois os de subtração. Vergnaud (2000) considera as operações de soma e subtração como recíprocas e pertencentes a um mesmo campo conceitual, sendo necessário que elas sejam exploradas ao mesmo tempo, e não uma após a outra, conforme se vê na organização do trabalho docente. Embora, a partir dos problemas propostos pela *Professora Ana,* não seja possível afirmarmos que ela ensina adição separada de subtração, esta organização por blocos distintos é um forte indicativo.

Então, podemos perceber que a professora não propôs nenhuma situação de comparação de quantidades e também não houve variação de contexto ou do elemento desconhecido. Portanto, podemos dizer que as propostas da *Professora Ana* não contemplam os princípios preconizados pela Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, pois se concentram em poucos tipos de situações e propõem adições e subtrações como operações isoladas.

A *Professora Beatriz,* ao elaborar os problemas aditivos, priorizou os classificados por Vergnaud como *composição de quantidade* (Ex.: "*Fui ao Supermercado [e] comprei: um Kg de arroz por R$ 1,50, um Kg de feijão por R$ 2,50. Quanto gastei?*"), seis dos dez casos. Nesse tipo de problema, "duas medidas se compõem para dar lugar a uma medida" (Vergnaud, 1991, p. 164). É considerado um protótipo de adição, exigindo um raciocínio dos mais simples das estruturas aditivas.

Em nove dos dez casos, os problemas propostos perguntam sobre o estado final da situação. Os problemas que perguntam pelo estado final são mais fáceis de serem resolvidos pelos alunos que seguem a sequência dos elementos apresentados no problema (Ex.: "*Artur foi ao Parque de diversão participar das brincadeiras. Ele andou nos carrinhos pagando R$ 1,50. Na roda gigante, R$ 2,00. Quanto ele gastou no parque?*").

Nos exercícios criados por esta professora, com exceção de um problema, a dificuldade colocada está relacionada ao uso de números decimais, mas sempre em situações que envolvem dinheiro, embora os valores considerados sejam pequenos.

Dois dos outros problemas criados pela *Professora Beatriz* envolvem dois raciocínios aditivos numa mesma situação e são denominados por Magina *et al* (2001) como problemas mistos. Os referidos problemas envolvem uma composição de quantidade seguida de uma comparação de quantidade (Ex.: "*Emanoel foi à livraria, comprou uma lapiseira que custou R$ 5,90 e um lápis polo que custou R$ 1,90. Ao pagar a conta, deu uma nota de R$ 10,00. Quanto recebeu de troco?*"). Esse tipo de problema é mais difícil para as crianças até o 5º ano do Ensino Fundamental.

Destacamos, em oito situações propostas, o uso do dinheiro, num contexto de despesas. Esse tipo de problema faz parte do cotidiano da criança, e os valores utilizados não são altos, embora envolvam o uso de números decimais. Tal repetição, no entanto, pode levar os alunos a pensarem em um tipo muito uniforme de representação. A representação é, segundo Vergnaud, parte fundamental do conceito. Assim sendo, não é aconselhável que se utilizem formas idênticas de representar e que se utilizem os mesmos contextos na proposição de situações-problema.

Diante dessas considerações, podemos dizer que o investimento na expansão do conceito de estruturas aditivas fica parcialmente prejudicado, visto que as situações são pouco variadas e nem mesmo houve mudanças significativas de contextos.

Quanto às operações solicitadas pelos problemas propostos, houve seis casos de adição, somente dois problemas envolviam a subtração, e dois exploravam as duas operações, ressaltamos que, nesses dois problemas, vinha, em primeiro lugar, a adição e, depois, a subtração. No geral, os problemas eram apresentados alternando o tipo de operação solicitado. Podemos perceber um indicativo de que o trabalho da *Professora Beatriz* não isola a soma da subtração, trabalhando com ambas paralelamente, aproximando-se do que preconiza a Teoria dos Campos Conceituais.

Por meio da elaboração, por parte das professoras, destas situações-problema, podemos perceber elementos comuns em suas concepções subjacentes a respeito das estruturas aditivas. Um aspecto observado foi a repetição de um mesmo tipo de problema, exigindo-se o mesmo tipo de raciocínio para resolvê-lo. Isso reflete diretamente na construção do conceito de adição e de subtração por parte dos alunos, pois, por meio da variedade de situações e da solicitação de diferentes elementos em situações semelhantes, provoca-se no aprendiz raciocínios diferentes que podem levá-lo ao domínio efetivo dos conceitos.

Outro ponto de convergência entre as situações propostas pelas professoras foi o fato de se fornecer os dados do problema numa sequência solicitando, na maioria dos casos, como elemento desconhecido, o estado final, ou seja, apresentam-se os problemas numa ordem linear de dados que facilitam a sua resolução pelos alunos.

Em relação às habilidades solicitadas aos alunos, houve diferenciação entre as duas professoras: a *Professora Ana* cobrando o cálculo com números maiores e a *Professora Beatriz*, números decimais, embora menores. Quanto às operações exploradas – a *Professora Ana* apresentou primeiro as adições e depois as subtrações, enquanto a *Professora Beatriz* alternou as operações envolvidas nos problemas.

É necessário observar a elaboração do enunciado das situações propostas. A *Professora Ana* comete deslizes na sua redação que chegam a comprometer a compreensão do que está sendo solicitado no problema. Já a *Professora Beatriz* apresenta enunciados bem mais claros.

Desempenho das professoras na resolução de problemas aditivos

No sentido de avaliar o domínio conceitual das professoras com relação a diferentes tipos de situações-problema, conforme Vergnaud sugere, aplicamos-lhes um teste contendo dez problemas a serem resolvidos pelas professoras individualmente, em momentos diferentes, na presença da pesquisadora.

Dentre as situações apresentadas, houve casos de composição, transformação e comparação de quantidades, além dos de composição de transformações. Quanto ao tipo de operação a ser realizada, as proposições envolveram quatro adições, quatro subtrações e duas delas exigiram as duas operações; num deles, a adição veio antes da subtração e, no outro, o inverso. É importante destacar que os diferentes tipos de operações solicitados encontravam-se alternados nos problemas propostos.

Dos dez problemas propostos, a *Professora Ana* conseguiu chegar ao resultado correto, em sete deles, no entanto, apresentou as respostas de forma muito simplificada, em alguns dos problemas, escrevendo apenas o número correspondente ao resultado final, sem outros tipos de representações, sequer o cálculo escrito. Os três problemas resolvidos incorretamente envolviam composição de transformações e composição de quantidade, num contexto espacial. Ou seja, a *Professora Ana* apresentou dificuldades nos problemas que envolviam mais de um raciocínio e no que, apesar de ser um problema de composição de quantidade, explorava um contexto diferente.

A *Professora Beatriz,* coincidentemente, também respondeu corretamente aos sete problemas. As respostas também se resumiam, em alguns casos, aos cálculos numéricos (algoritmos), em outros, acrescentava a resposta escrita resumida, fato normalmente não aceito pelos professores com relação às respostas apresentadas pelos alunos. As dificuldades apresentadas pela *Professora Beatriz* também se referiram ao problema de composição de quantidade em um contexto espacial, a um dos de transformação de quantidade (erro de cálculo numérico e não relacional) e a um de composição de transformações.

O desempenho das professoras na resolução dos problemas mostrou que, diferentemente do que se espera, elas ainda apresentam algumas dificuldades no tratamento do conteúdo relativo a problemas de adição e subtração, em alguns tipos de situação. Verificamos que a *Professora Ana* apresenta mais dificuldades, especialmente nos casos em que o estado inicial ou referente são elementos desconhecidos. Também recorre ao cálculo mental quando não consegue organizar o algoritmo. A *Professora Beatriz* tem maior domínio das situações, mas só usa o algoritmo como representação da situação.

Vergnaud (2000) afirma ser necessário diversificar os tipos de situações-problema propostas para as crianças. Mas, além disso, é também fundamental que uma mesma situação seja explorada, com variações de contexto, de valores numéricos, usando números inteiros ou decimais, para que, por meio da experiência, ou seja, da prática de resolução de problemas, elas consigam assimilar os conceitos envolvidos no campo conceitual das estruturas aditivas. A constatação de que as professoras ainda sentem dificuldades na resolução de problemas aditivos indica que os alunos que estão sob a sua orientação podem deixar de estender seu raciocínio no campo conceitual aditivo, quanto ao domínio de diferentes estruturas.

Levando-se em consideração especificamente o domínio das Estruturas Aditivas, deve-se considerar que a Teoria dos Campos Conceituais toma como princípio que a apropriação de um conceito pelo sujeito ocorre a partir de sucessivas aproximações com o objeto de conhecimento. A aquisição de um conceito não ocorre em curto espaço de tempo, mas é uma construção, na qual se estabelecem filiações e rupturas sucessivas.

A variedade de situações e da solicitação de distintos elementos em situações semelhantes provoca no aprendiz raciocínios diferentes que podem levá-lo ao domínio efetivo dos conceitos. Dessa forma, é interessante que o professor explore problemas que requeiram diferentes raciocínios. É essa diferenciação de situações que leva o aluno à construção do conceito, não bastam as definições para que a criança avance no seu processo de aprendizagem.

Considerações finais

Da nossa análise frente à proposição de problemas aditivos por parte das professoras, observamos que as professoras não percebem a importância de se trabalhar uma variedade de situações. Verificamos que há uma predominância de situações protótipos, quer de composição de quantidade, quer de transformação de quantidade, embora também tenham feito uso de situações que envolvem mais de um raciocínio, os problemas mistos. A repetição de uma mesma situação proposta, principalmente se feita de forma sequenciada, leva o sujeito cognoscente mais a desenvolver hábitos de resolução de problemas do que à apropriação dos conceitos.

Verificamos também um padrão no sentido de fornecer os dados do problema numa sequência, solicitando, na maioria dos casos, o estado final como elemento desconhecido. E no que diz respeito à operação a ser trabalhada, as professoras utilizaram mais a adição ficando a subtração um pouco a margem.

A única representação proposta pelas professoras quando da resolução dos problemas é a algorítmica, em que se apresenta o cálculo numérico, até mesmo sem a sentença matemática e a resposta escrita em forma de texto.

Observamos ainda que os erros cometidos pelas professoras encontravam-se especialmente com as situações em que o estado inicial era o elemento desconhecido.

Concluímos que falta às professoras uma fundamentação teórica sólida que contribua para que elas percebam a importância de se trabalhar diferentes tipos de situações que dariam melhores condições aos alunos na construção de conceitos matemáticos relativos às estruturas aditivas. Além disso, possibilitariam também uma maior exploração do cálculo relacional, influenciando uma aprendizagem mais significativa a partir do sentido atribuído a cada uma das situações propostas pelas crianças.

Por tudo o que foi explicitado, defendemos que a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud faça parte dos conteúdos matemáticos dos cursos de formação de professores, como também da formação continuada de professores, especialmente, do Ensino Fundamental.

Enfim, apontamos para a necessidade de se investigar se as dificuldades percebidas nas competências conceituais das professoras é consequência de um total desconhecimento da Teoria dos Campos Conceituais ou atribui-se ao fato de que as próprias professoras não expandiram os conceitos envolvidos no campo conceitual das estruturas aditivas.

Referências

FIORENTINI, D. O Estado da Arte da Pesquisa Brasileira sobre Formação de Professores que Ensinam Matemática. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA, *Anais*... Salvador: SBEM, 2003.

MAGINA, S.; CAMPOS, T. M. M.; NUNES, T.; GITIRANA, V. *Repensando Adição e Subtração:* contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. São Paulo: PROEM, 2001.

VERGNAUD, G. *El niño, las matemáticas y la realidad:* problemas de la enseñanza de las matemáticas em la escuela primaria. México: Trillas, 1991.

______. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. In: *Revista do GEEMPA.* Porto Alegre: GEEMPA, nº 4, 1996.

______. Teoria dos Campos Conceituais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... São Paulo: SBEM, 2000.

A FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: MEMÓRIA E PERSPECTIVA

Francisco Ricardo Nogueira de **Vasconcelos**
Ivoneide Pinheiro de **Lima**

Introdução

Este capítulo é fruto da Dissertação de Mestrado intitulada "O jogo como recurso pedagógico na formação de professores de Matemática". Tem por objetivo descrever, de forma sucinta, os primeiros passos para a constituição das primeiras licenciaturas em Matemática no Brasil e o Movimento da Matemática Moderna, que representou um marco entre as diferentes reformas educativas desenvolvidas no nosso país.

A necessidade da formação de professores, segundo Saviani (2009), perdura desde o século XVII, recomendado por Comenius. A primeira "instituição" de ensino destinada à formação de professores data de 1684, em Remis, fundada por São João Batista de La Salle, denominada de Seminário dos Mestres. Com isso, apenas no século XIX que foi exigida uma resposta institucional acerca da questão da formação de professores, devido à exigência da instrução popular após a revolução francesa. Foi desse percurso que surgiu o processo de criação das Escolas Normais destinadas ao preparo e formação de professores.

Consta, em Oliveira (2007), que, no começo da década de 30, do século XIX, foi criada a primeira Escola Normal no Brasil, na cidade de Niterói, estado do Rio de Janeiro. Em seus primórdios, era uma escola destinada somente a homens, pois as mulheres eram fadadas apenas aos trabalhos do lar. Somente no fim do século XIX e começo do século XX, as mulheres começaram a frequentar a Escola Normal, enfrentado diferentes restrições sociais oriundas da época. Inclusive foi constituída uma Escola Normal elitista exclusivamente feminina. Para Saviani (2009), nesse período, não existia, de forma explícita, uma política direcionada à formação de professores, que só surgiu após a independência do Brasil.

De acordo com Pereira (1999), as primeiras licenciaturas de Matemática foram criadas nas antigas faculdades de filosofia por volta dos anos de 1930, recorrente da consequente necessidade de formar professores qualificados para atuarem nas escolas secundárias. As licenciaturas foram implantadas na Faculdade de Filosofia Ciências e

Letras (FFCL), em São Paulo, na Faculdade Nacional de Filosofia (FNFi), integrante da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro.

A estrutura curricular desses cursos era composta por disciplinas de natureza pedagógicas e específicas, em que as pedagógicas recebiam uma carga horária muito desproporcional em relação às específicas. O modelo de educação era chamado de "3+1", três anos de estudo para as específicas e apenas um ano para as pedagógicas. Após os três anos de curso de disciplinas específicas, o aluno recebia o título de Bacharel, caso sentisse necessidade, cursava mais um ano com disciplinas pedagógicas para se tornar licenciado (LIMA; SANTOS; BORGES NETO, 2010).

Vale ressaltar que não existia nenhum incentivo dos antigos professores para que os alunos se tornassem licenciados. Para eles, dominar o conhecimento específico era a única condição para se tornar um bom professor de Matemática. Esse fato expõe a supervalorização do bacharelado em detrimento à licenciatura, que é confirmada nas palavras de Castrucci *apud* Silva da Silva (2010, p.13):

> (...) estuda Matemática, deixa de lado essas coisas de didática, porque didática só tem uma regra boa: saber a matéria, se você souber a matéria, o resto você é um artista e, se for um mau artista, será a vida toda, se for um bom artista será um bom professor. O resto põe tudo de lado.

Esse depoimento revela a visão de ensino que se tinha na época, cuja condição necessária e suficiente para ensinar era saber o conteúdo matemático. Os alunos não eram incentivados a cursar, após o término do bacharelado, um ano de estudos de formação pedagógica que os habilitariam como licenciados.

Posteriormente, diferentes reformas educacionais ocorreram no país com o intuito de fortalecer a aprendizagem dos alunos e a formação do professor, entretanto, os resultados não foram satisfatórios, contribuindo pouco para o desenvolvimento de uma educação de qualidade.

O marco principal dessas reformas foi o movimento chamado de Matemática Moderna, que ocorreu por volta de 1960, e tinha como finalidade diminuir a distância, em termos de conceitos específicos, do trabalho da Matemática escolar com a Matemática científica. Com isso, foram implantadas diferentes disciplinas tais como: "álgebra abstrata, o da lógica simbólica, o da teoria estabelecida e a álgebra de Boole” (KLINE, 1976, p. 34).

Diante dessas exigências, de acordo com Lima, Santos e Borges Neto (2010), o professor ficou desorientado e inseguro, não conseguindo corresponder à proposta pedagógica vigente da época, de tal forma que o aluno não assimilava os conhecimentos trabalhados em sala. Inclusive nos anos iniciais do Ensino Fundamental, antigamente chamado de Ensino Primário, era ministrado o conceito de conjunto acompanhado com toda a sua linguagem formal da Matemática: pertence, não pertence, inclusão, subconjunto, dentre outros. Para Kline (1976), isso representou um grande fracasso, que, em vez de colaborar, provocou um grande mal-estar no ensino da Matemática na época.

Em meio às diversas críticas que surgiram a esse movimento, foram instituídos grupos de pesquisa, com o objetivo de discutir e refletir sobre a educação nesse campo de conhecimento: Grupo de Estudos de Educação Matemática (GEEM), em São Paulo; Grupo de Estudos de Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação (GEEMPA), em Porto Alegre; e Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEPEM), no Rio de Janeiro (D’AMBROSIO, 1996).

De acordo com Lima (2008), na década de 1980, a concepção de ensino se modifica, pois o pensamento e as influências exercidas pelo curso de formação de professores, pautadas em elementos morais e cognitivos, dão lugar a uma visão diferente da tecnicista dos anos anteriores. Nesse período, há uma supervalorização da metodologia de resolução de problemas para o ensino de Matemática em decorrência das orientações do documento “Agenda para Ação”.

Na década de 90, o ideal de um profissional do magistério é que este tivesse o perfil de um professor com grande domínio matemático e conhecimento pedagógico e que, sobretudo, fosse flexível nas tomadas de decisões em sala de aula, isto é, capaz de influenciar positivamente a concepção do conteúdo matemático de forma colaborativa e participativa. Nessa época, o Ministério da Educação lança os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que delineia propostas, que são também chamadas de tendências, para o desenvolvimento do ensino de Matemática: história da Matemática, jogos matemáticos, resolução de problemas, etnomatemática, informática educativa, modelagem matemática e outros. Além do mais, é fundada a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), consolidando, assim, todas as discussões sobre Educação Matemática que aconteciam no Brasil, desde 1950, impulsionando a implantação dos primeiros programas de pós-graduação em Educação Matemática.

No momento atual, pesquisadores na área de formação de professores reconhecem que a formação inicial de professores é apenas uma vertente de uma estratégia mais abrangente na luta pela profissionalização do professor e requer do poder público uma política pautada na melhoria da Educação Básica brasileira, mas, para que isso seja possível, é necessária a regulamentação do profissional em educação, por meio de certificação e reconhecimento das competências docentes e de políticas de financiamento e incentivo às instituições que fomentam a formação inicial de professores.

Segundo Mello (2000), os anos de 1980 e 1990 foram marcados por momentos significativos em relação à universalização do acesso ao Ensino Fundamental obrigatório, com o aumento considerável do fluxo de matrículas e sérios investimentos na qualidade educacional nesse nível escolar.

Nessa mesma linha de pensamento, Correa (2008) destaca que o Brasil, por volta dos anos 90, inicia a busca por novas perspectivas e paradigmas com o objetivo de entender a prática docente e os conteúdos escolares focados nos saberes pedagógicos e epistemológicos, isso porque se havia constatado que estavam sendo formadas visões anacrônicas do processo de ensino e aprendizagem, isto é, a visão de que a formação docente se encerra no momento em que conclui a licenciatura.

Ainda, para a autora, nessa ocasião, passam a ser desenvolvidas pesquisas no intuito de contornar os problemas em torno da complexidade da prática pedagógica e da aquisição dos saberes docentes, destaca-se a importância da formação do professor fora do cenário tipicamente acadêmico e projeta-se, numa perspectiva globalizada, o desenvolvimento pessoal e profissional. Conforme Correa (2008, p.14),

> (...) a década de 1990 foi marcada pela busca de novos enfoques e paradigmas para a compreensão da prática docente e dos saberes dos professores embora, ainda hoje, tais temáticas não recebam a devida valorização nas pesquisas e programas de formação de professores.

Nesse período, ocorrem sérias mudanças na educação brasileira, especialmente no ensino de Matemática da Educação Básica, em consonância com a consolidação da Lei de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional (LDB), Lei nº 9394/96 de 20 de Dezembro de 1996 e da divulgação das propostas dos PCN, a partir de 1997, concernentes às incumbências relativas à formação docente, que exige um profissional que compreenda os processos humanos de forma mais holística, seja ele um professor que esteja vinculado a qualquer nível de ensino, que vai da educação infantil ao ensino superior. Para Pereira (1999, p. 116),

> É preciso, então, imaginar a formação de um profissional que tenha vivências na escola básica, desde a infância, com a adolescência e jovens/adultos, e reconheça seu cotidiano, suas construções, sua realidade. É interessante conceber um profissional que, ao assumir seu trabalho com alunos adolescentes, por exemplo, possa compreender questões da infância e da fase adulta, pois, apesar de agir em um momento específico da escolarização, essa etapa faz parte de um conjunto maior: a educação básica.

Nesse contexto, o professor de Matemática necessita de conhecimentos aprimorados na sua área específica de atuação e nas demais áreas do conhecimento, e, para isso, além de livros, revistas, telejornais, internet e outros recursos, torna-se fundamental também uma prática docente reflexiva mobilizada por diferentes saberes, que constitui elemento indispensável para a construção de um saber significativo que reflita na prática cotidiana.

Saberes necessários ao exercício docente

Uma forma de alcançar o aprimoramento profissional é por meio do processo investigativo. Dessa forma, o professor precisa desenvolver saberes pautados na pesquisa, ou seja, educar pela pesquisa, que é uma maneira de abordar e problematizar a serviço do saber. De acordo com Mello (2000, p.100),

> As diretrizes curriculares constantes da LDB e das normas que a regulamentaram dão maior ênfase às competências do que às disciplinas, fato que abre amplas possibilidades de organização interdisciplinar, de definição de conteúdos transversalizados que não correspondem a disciplinas tradicionais, de realização de projetos de ensino. Esse paradigma novo vai romper com o modelo disciplinarista que repousa sobre a divisão das licenciaturas no ensino superior.

Segundo Lorenzato (2010), é por meio dos anos de prática docente que o profissional do magistério consolida sua aprendizagem, pois o contato cotidiano com os alunos e as inúmeras respostas apresentadas por eles, utilizando as mais variadas formas de raciocínio, favorece ao docente uma sólida estrutura para a construção de uma práxis educativa rica do ponto de vista didático. Ainda de acordo com Lorenzato (2010, p. 9),

> A experiência de magistério é fundamental para a orientação didática do professor, porque ela aguça a percepção docente fornecendo indicações de ordem didática, tais como: dosagem de nível de conteúdo a ser ministrado, ritmo de aula, pontos de aprendizagem mais difíceis, exemplos mais eficientes à aprendizagem, livros didáticos mais adequados à realidade na qual leciona, entre outros.

Em relação à formação inicial do aluno de licenciatura em Matemática, que é o futuro professor atuante nas escolas do ensino básico. Cavalcante (2010) acredita haver uma crença em torno das relações e vivências das práticas pedagógicas do futuro professor durante o curso de formação inicial, gerando, nesse sujeito, quase um *habitus*, ou seja, o discente irá repassar as práticas docentes de acordo com a forma que lhe foi ensinado, se de forma tradicional ou não tradicional.

Porém, Tardif (2002) chama a atenção quando diz que os saberes docentes necessários ao exercício do magistério são repassados ao futuro professor antes mesmo da sua formação inicial, desde a época em que ainda eram alunos da escolaridade básica ou curso profissionalizante. Saberes concebidos sobre o que eles pensam do ser professor, daquele que ensina "bem" de forma clara, que domina o conteúdo que ensinava. Por outro lado, ainda existem saberes que são adquiridos com a própria prática docente, que, por sua vez, não são adquiridos dos currículos de formação provenientes das instituições. Aponta ainda a necessidade das licenciaturas de formar o professor como um ser autônomo, capaz de gerir e refletir sobre suas atividades, pois leva uma "bagagem" de conhecimentos alicerçados em diversos saberes que englobam competências, como pedagógicas, disciplinares, curriculares e experimentais, indispensáveis à sua prática docente.

O saber da formação pedagógica sinaliza o conhecimento profissional específico, que não precisa estar vinculado diretamente à prática pedagógica, mas que é adquirido nas instituições de ensino, tais como institutos, faculdades e universidades. O saber disciplinar diz respeito ao conhecimento científico associado ao exercício docente no âmbito da sala de aula. O saber curricular representa os conhecimentos decorrentes da organização de um programa de ensino. O saber de experiência é aquele que advém da prática educativa (TARDIF, 2002). Crescenti (2008, p.12) reforça que, além de uma boa formação inicial, o é necessário ao professor é "Uma boa formação continuada que possibilite um acompanhamento dos professores iniciantes por profissionais mais experientes de forma a auxiliá-los no início de sua prática em sala de aula, o que pode proporcionar segurança ao professor, além de contribuir com a sua formação".

Nesse enfoque da formação continuada do professor de Matemática, Perez (1999, p. 271) explica que deve ser direcionada ao "pensamento reflexivo, o trabalho colaborativo e os momentos marcantes". O pensamento reflexivo do professor contribui para o desenvolvimento de sua autonomia na perspectiva de mobilizar saberes e competências que superam os conhecimentos técnicos advindos dos processos formativos. Para Crescenti (2008), refletir sobre sua própria prática ajuda na mobilização de saberes existentes no sentido da problematização, ressignificação e contextualização do saber docente. A esse respeito, Brito (2006, p. 2) assinala que

> (...) ser um profissional reflexivo, nesta acepção, traduz-se na capacidade de ver a prática como espaço/momento de reflexão crítica, problematizando a realidade pedagógica, bem como analisando, refletindo e reelaborando, criativamente, os caminhos de sua ação de modo a resolver os conflitos, construindo e reconstruindo seu papel no exercício profissional.

De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2006), as atividades reflexivas e investigativas desenvolvidas pelos professores em sala de aula podem ser consideradas uma pesquisa, desde que seja um trabalho planejado, intencional e constituído em cima de um objeto matemático ou do seu trabalho escolar, com a apresentação de um relatório conclusivo acerca do ato investigativo. Para Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 77),

> (...) ser professor-pesquisador, portanto, configura-se como uma opção profissional. Opção essa que exige do investigador envolvimento, tempo para se dedicar a esse tipo de empreendimento, paixão, investimento intelectual e emocional e,

> além disso, muita disciplina e cuidado na coleta e tratamento de informações.

O trabalho colaborativo permite, por meio da reflexão coletiva, aprimorar e reorganizar o processo formativo do docente na busca de caminhos mais significativos para o exercício docente, criando assim, uma nova cultura profissional. Nesse sentido, a troca de experiências entre o professor de Matemática e seus pares representa uma oportunidade ímpar para o aprimoramento da sua prática docente. Segundo Perez (1999, p. 275),

> Na cultura do profissional do magistério, está muito presente o individualismo. Todavia, o trabalho solitário tem sido concebido como um entrave não só ao desenvolvimento profissional do professor, mas também à constituição de um corpo de conhecimentos próprios à profissão. Portanto, destacarmos a importância da troca entre os pares, por entendermos que o conhecimento é uma produção social.

Por fim, os momentos marcantes representam os acontecimentos e fatos que ocorreram ao longo da trajetória do professor e que foram notáveis, contribuindo para um repensar da prática pedagógica, de forma que ocorram mudanças positivas, inaugurando uma nova cultura profissional desse docente. De acordo com Mendes (2009, p.135),

> As experiências na formação inicial e continuada de professores de Matemática, entretanto, evidenciaram a necessidade de se investir cada vez mais na organização de cursos de licenciatura com uma proposta metodológica de ensino que se caracterize por subsidiar os licenciandos com alternativas que os levem à busca de conhecimento matemático, por meio de atividades que valorizem o saber produzido pela sociedade, pois isso se evidencia no momento em que o estudante se depara com a chance de participarem da elaboração, execução e avaliação de projetos de investigação em Educação Matemática.

Nesse contexto, percebe-se que os futuros profissionais no campo da Matemática precisam de orientações no sentido de desenvolver ações contínuas e autônomas de modo a obterem elementos mínimos para a realização de pesquisas, elaboração de projetos e de reflexões sobre a sua prática docente. Para Mendes (2009), existe uma necessidade de elaboração, execução e análise de projetos que investiguem o fazer matemático focando a realidade sociocultural do aluno, favorecendo o desenvolvimento em sala de aula de experiências de forma diversificadas. Os PCN (BRASIL, 1998) também reforçam que o processo de transformação do saber científico em saber prático, além de passar por mudanças de natureza epistemológica, é caracterizado por significativas mudanças socioculturais que resultam em saberes intermediários necessários à construção do conhecimento intelectualmente formador.

Desafios do professor de Matemática na contemporaneidade

As discussões atuais, para o processo formativo do professor de Matemática, ilustram que os cursos de licenciaturas devem contemplar, primordialmente, uma formação ampla de produção de conhecimento que vai além do sólido embasamento teórico e procedimental, proporcionando aos futuros professores novas dimensões ao seu fazer pedagógico. A esse respeito, Fiorentini (2004, p. 04) interpreta:

> Por isso, para ser professor de matemática, não basta ter um domínio conceitual e procedimental da matemática produzida historicamente, precisa, sobretudo, conhecer seus fundamentos epistemológicos, sua evolução histórica, a relação da matemática com a realidade, seus usos sociais e as diferentes linguagens com as quais se pode representar ou expressar um conceito matemático (ou seja, não penas o modo formal ou simbólico).

Nesse sentido, é necessário que o futuro professor conceba que, na Matemática, não existem verdades infalíveis e imutáveis, mas sim uma ciência dinâmica e aberta à incorporação de novos conhecimentos. É imprescindível que agregue o saber científico ao saber escolar, como algo possível de ser ensinado ou aprendido pelo aluno. Isso significa ser capaz de transformar o conhecimento acadêmico em práticas escolares, de modo que os objetos da escola retratem fielmente os objetos da ciência, possibilitando assim, uma interlocução entre esses dois tipos de Matemática: o científico e o escolar.

Consiste também em organizar a aprendizagem que exige do professor um saber das condições socioculturais, das expectativas e competência cognitiva dos alunos de modo a alimentar os processos de resolução que surgem, focando sempre os objetivos que se propõe atingir. Entretanto, Moreira (2000) enfatiza que, nos cursos de formação de professores, ainda sobressai o paradigma do livro, ou seja, é o livro didático que guia a qualidade e a efetuação do curso. Nessa mesma linha de pensamento, Gatti (2009, p. 97) apresenta oito aspectos que corroboram para uma formação inicial docente de pouca qualidade:

> a) Ausência de uma perspectiva de contexto social e cultural e do sentido social dos conhecimentos; b) a ausência nos cursos de licenciatura, e entre seus docentes formadores, de um perfil profissional claro de professor enquanto profissional (em muitos casos será preciso criar, nos que atuam nesses cursos de formação, a consciência de está formando um professor); c) a falta de integração das áreas de conteúdo e das disciplinas pedagógicas dentro de cada área entre si; d) a escolha de conteúdos curriculares; e) a formação dos formadores; f) a falta de uma carreira suficientemente atrativa e de condições de trabalho; g) ausência de módulo escolar com certa durabilidade em termos de professores e funcionários; h) precariedade quanto aos insumos para o trabalho docente.

Além do mais, segundo Curi (2000), diante de tantos desafios e atribuições que já são inerentes à profissão de professor de Matemática, ele ainda se encontra inegavelmente sobrecarregado de trabalho, pois precisa, além das aulas, acompanhar os alunos individualmente, trabalhar as limitações conceituais dos aprendizes, receber e nortear os pais, assegurar a disciplina em sala de aula e fora dela, participar e organizar atividades extracurriculares, além de fazer inúmeras atividades burocráticas.

Além disso, precisa ministrar aulas em mais de uma escola para assegurar o sustento familiar, sujeitando-se a trabalhar em condições precárias de infraestrutura e em salas de aulas superlotadas. Todo esse contexto converge para o quadro atual com professores desestimulados e tendenciosos a abandonar o ofício do magistério. Nesse sentido, Curi (2000, p. 31) destaca que

> (...) os modelos de formação inicial existentes no Brasil, que não fazem adequação da formação à realidade que o futuro professor vai encontrar. Junte-se a isso a pouca importância social da profissão diante da sociedade. Esse quadro geral no Brasil permite identificar um sentimento de baixa autoestima dos professores em relação à profissão.

Assim, o grande desafio atualmente das licenciaturas é vencer todas essas dificuldades, principalmente no aspecto de valorização do professor. Gatti (2009) também coloca que as condições normativas dos cursos de licenciatura precisam focar em algo mais concreto, o professor, que, estando inserido no contexto educacional, seja no âmbito local ou nacional, tem seus eixos sócios filosóficos pautados na heterogeneidade das condições geográfico-culturais em termos territoriais. Desse modo, Perrenoud (2002, p.170) elenca dez pontos que devem ser discutidos nas licenciaturas:

> 1. Trabalhar o sentido e as finalidades da escola sem transformar isso em missão.
> 2. Trabalhar a identidade sem personificar um modelo de excelência.
> 3. Trabalhar as dimensões não reflexivas da ação e as rotinas sem desqualificá-las.
> 4. Trabalhar a pessoa do professor e sua relação com o outro sem pretender assumir o papel de terapeuta.
> 5. Trabalhar os não ditos e as contradições da profissão e da escola sem decepcionar a todos.
> 6. Partir das práticas e da experiência sem se restringir a elas, a fim de comparar, explicar e teorizar.
> 7. Ajudar a construir competências e exercer a mobilização dos saberes.
> 8. Combater as resistências à mudança e à formação sem desprezá-las.
> 9. Trabalhar as dinâmicas coletivas e as instituições sem esquecer as pessoas.
> 10. Articular enfoques transversais e didáticos e manter um olhar sistêmico.

Correa (2008) reforça que são muitos os desafios a enfrentar no âmbito da formação inicial, dentre eles o de conduzir e capacitar profissionais capazes de gerir a sua prática pedagógica em função da sua realização pessoal e da necessidade do sistema social pela educação. Gatti (2009) salienta que, tomando como parâmetro as questões de ordem profissionais dos professores, a educação se constrói por meio das condições de cada docente para o exercício da sua profissão, ocupando posição central no cenário educacional, formando assim uma identidade profissional.

Considerações finais

Atualmente, ainda prevalece, nas licenciaturas, a concepção de educação trabalhada desde os primeiros cursos de Matemática, em 1930, quando ressaltava que para ser um bom professor de Matemática era suficiente apenas saber o conhecimento específico. Isso significa que, na prática, pouca coisa mudou, pois o modelo “3+1” (três anos de disciplinas específicas e um ano em disciplinas pedagógicas) ainda impera nos cursos, apesar de todas as mudanças educativas que ocorreram no Brasil.

Para mudar essa realidade, a formação inicial do professor deve estar ancorada em práticas organizadas - baseadas nas tendências matemáticas - e aplicadas ao cotidiano para atingir o objetivo maior, que é a aprendizagem dos conceitos matemáticos. Isso significa que as licenciaturas devem investir na formação do futuro professor de Matemática de modo a torná-lo competente, a ponto de ser capaz de gerir os conflitos e tensões em sala de aula. Nessa formação, é importante identificar os saberes e práticas adotadas no passado, de modo a construir intermediações com o momento e as exigências atuais da sociedade no sentido de encontrar caminhos mais esclarecedores para o fortalecimento da aprendizagem em Matemática.

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais:* Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRITO, A. E. O significado da reflexão na prática docente e na produção dos saberes profissionais dos professores. *Revista Iberoamericana de Educación* (Online), v. 37/8, p. 01-06, 2006.

CAVALCANTE, N. I. dos S. Formação inicial do professores de Matemática: a (in)visibilidade dos saberes docentes. In: ENCONTRO PARAIBANO DE EDUCAÇÃO MATEMAICA, *Anais*... Paraíba: Monteiro, 2010. Disponível em: <http://www.sbempb.com.br/anais/arquivos/trabalhos/CC-19398661.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

CORREA, M. L. *A formação inicial do professor:* os desafios e tensões que a prática pedagógica impõe. Paraná: Guarapuava, 2008. Disponível em: <http://www.unicentro.br/editora/revistas/analecta/v9n2/11-20.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

CRESCENTI, E. P. A formação inicial do professor de Matemática: aprendizagem da geometria e formação docente. *Práxis Educativa.* Ponta Grossa, PR, v. 3 , n. 1 , p. 81 - 94, jan.-jun. 2008.

CURI, E. *Formação de professores de Matemática:* realidade presente e perspectivas futuras. Campinas, SP: 2000. Disponível em: < http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/MATEMATICA/Dissertacao_Eda.pdf>. Acesso em: 15 out. 2011.

D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática:* da teoria à prática. 4 ed. Campinas, SP: Papirus, 1996. - (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

FIORENTINI, D. A formação matemática e didático-pedagógica nas disciplinas da licenciatura em Matemática. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... São Paulo, 2004. Disponível em:

http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr11-Dario.doc>. Acesso em: 20 fev. 2011.

______.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática:* percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. - (Coleção formação de professores).

GATTI, B. A. *Formação de professores de Matemática:* condições e problemas atuais. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2009. Disponível em: <http://www.facec.edu.br/seer/index.php/formacaodeprofessores/article/viewArticle/20>. Acesso em: 9 out. 2011.

KLINE, M. *O Fracasso da Matemática Moderna.* São Paulo: IBRASA, 1976.

LIMA, L. de. *A aprendizagem significativa do conceito de função na formação inicial do professor de Matemática.* 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado acadêmico em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

LIMA, I. P. de; SANTOS, M. J. C. dos; BORGES NETO, H. O matemático, o licenciado em matemática e o pedagogo: três concepções diferentes na abordagem com a matemática. *Revista REMATEC.* Ano 5. n. 6. Natal/RN: EDURFN, 2010.

LORENZATO, S. *Para aprender Matemática.* 3. ed. Rev. São Paulo: Editora Autores Associados, 2010. 140p.

MELLO, G. N de. *Formação inicial de professores para a educação básica:* uma (re)visão radical. São Paulo: São Paulo, 2000. Disponível em:< http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9807.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2011.

MENDES, I. A. *Matemática e investigação em sala de aula:* tecendo redes cognitivas na aprendizagem. 2. ed. São Paulo: Editora livraria da Física, 2009. p.214.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física.* v.22, n.1, 2000.

OLIVEIRA, L. M. de. *A licenciatura para a docência nos anos iniciais do ensino fundamental:* possibilidades de uma Educação Tecnológica na formação do educador. Belo Horizonte: 2007. 162f. (Mestrado em Educação Tecnológica). Disponível em: < http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp107577.pdf >. Acesso em: 29 ago. 2011.

PEREIRA, J. E. D. *As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente.* Minas Gerais: Minas Gerais, 1999. Disponível em:< http://www.scielo.br/pdf/es/v20n68/a06v2068.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2011.

PEREZ, G. Formação de professores de matemática, sob a perspectiva do desenvolvimento profissional. In: BICUDO, M. A. V. *Pesquisa em Educação Matemática:* concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p.263-282.

PERENOUD, P. *A prática reflexiva no ofício de professor:* profissionalização e razão pedagógica. Porto Alegre. Artmed, 2002.

SAVIANI, D. *Formação de professores:* aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. São Paulo: Campinas, 2009. Disponível em:< http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf>. Acesso em: 12 set. 2011.

SILVA DA SILVA. C. M. *A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP e a Formação de Professores de Matemática.* Disponível em http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/faculdade_filosofia.pdf. Acesso em: 10 de março de 2010.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional.* Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

INTEGRANDO MATEMÁTICA COM LÍNGUA MATERNA POR MEIO DE PARADIDÁTICOS

Maria Gilvanise de Oliveira **Pontes**
Mércia de Oliveira **Pontes**

Introdução

Começamos a nos aproximar dos livros Paradidáticos de Matemática nos anos oitenta do século passado, usando-os em aulas no segundo segmento do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, em Cursos de Formação Pedagógica para Bacharéis (Esquema I), nos cursos de Pedagogia da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e de Licenciatura em Matemática – Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM/UECE). Naquela época, a abordagem era desprovida de um senso investigativo, mas apenas voltada para o conhecimento dos alunos de uma literatura mais próxima do cotidiano dos alunos e de situações reais contextualizadas.

Com a reforma dos Cursos de Formação de Professores, o Estágio Supervisionado teve sua carga horária ampliada para 400 horas pela Resolução CNE/CP2, de 19 de fevereiro de 2002. Essa ampliação representa um grande número de estagiários em formação nas escolas das redes públicas de ensino. Contudo, essa inserção dos alunos das Licenciaturas nas escolas dos sistemas públicos de ensino não assegura a participação destes com os professores das escolas de Educação Básica que atuam no campo de estágio, elemento importante para a formação dos discentes e para o aumento da possibilidade de contribuição ao aprimoramento da formação contínua dos professores.

Em 2011, assumindo o magistério na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e comprometida com a realidade do Estado e do Município em que está sediada esta instituição, voltamos nossa ação educativa para o ensino superior. Sem dúvida, estamos contribuindo para a melhoria do ensino no raio de ação da UFRN e colaborando para a constituição de um elo entre os futuros professores em formação e os professores de Matemática que atuam na Educação Básica. Dessa forma, podemos caracterizá-la como um ambiente onde as formações inicial e continuada de professores de Matemática caminham de mãos dadas.

Ampliar a carga horária do Estágio Supervisionado de Formação de Professores não basta. Faz-se necessário, então, dar-lhes um dinamismo coerente com as exigências dos obstáculos de ensino e de aprendizagem que vêm sendo desvelados por pesquisas cujos resultados nem sempre chegam à escola. Para tanto, urge que novas investigações sejam feitas a fim de traçarmos o perfil do aluno e do professor que temos para, a partir daí, investirmos na formação do professor que queremos.

Problemas detectados no ensino de Matemática tais como falta de significação do que é ensinado, tendo como consequência a memorização de regras a serem usadas posteriormente, desprezo pelas experiências do aluno dentre outros têm sido apontados por meio de pesquisas, como as de Carraher, Carraher e Schliemann (2010), Machado (1997, 2011a e 2011b), Lins e Gimenez (1997), Fiorentini; Miorim (2010), Pontes (2009) e Pontes (2010).

Para Machado (2011b, p. 21),

> (...) compreender é apreender o significado de um objeto ou de um acontecimento; é vê-lo em suas relações com outros objetos ou acontecimentos; os significados constituem, pois, feixes de relações que, por sua vez, se entretecem, se articulam em teias, em redes, construídas socialmente e individualmente, e em permanente estado de atualização.

As nossas experiências como professoras formadoras de Programas de Formação Continuada em cursos de Especialização em Ensino de Matemática, professoras de Educação Básica e de Ensino Superior, bem como participantes em estudos com os pares por ocasião de congressos, colóquios, seminários e outros eventos promovidos pela comunidade de educadores matemáticos por meio de entidades ligadas à Educação e, em especial, à Educação Matemática, como SBEM, ENEM, ENDIPE, dentre outros, têm apontado para a possibilidade de superação das dificuldades de leitura por parte de alunos, usando estratégias que incorporem materiais alternativos, dentre eles os paradidáticos de Matemática. Os professores também têm dificuldades na compreensão do significado inerente aos conteúdos matemáticos ensinados, acarretando problemas no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Apoiadas no princípio pedagógico: "só se aprende a fazer fazendo", optamos por propiciar aos alunos da Licenciatura em Matemática, futuros professores, e aos professores de Matemática da Educação Básica de escolas da rede pública de ensino oportunidade de conhecerem, discutirem e trabalharem livros paradidáticos de Matemática que veiculam conteúdos matemáticos por meio de linguagem acessível, estimulando-lhes o gosto pela leitura da palavra escrita, pela

História da Matemática e pela Matemática em geral. Sabemos que mudanças são difíceis de ocorrerem e, para que aconteçam, devem ser gestadas no processo de formação dos sujeitos que serão os responsáveis pelo encaminhamento dos problemas futuros, no caso, os professores de hoje e os de amanhã, em se tratando dos alunos de graduação em Licenciatura em Matemática.

Dessa forma, a pesquisa objetivou desenvolver, junto a alunos de Estágio Supervisionado de Formação de Professores da Licenciatura em Matemática da UFRN e a professores de Matemática da Educação Básica, um trabalho interdisciplinar em que a Língua Materna e a Matemática caminhassem de forma integrada, permitindo a superação das dificuldades inerentes aos processos de ensino e de aprendizagem desta disciplina. Para tanto, foram traçados objetivos com ênfase no ensino, na pesquisa e na extensão.

No âmbito da pesquisa: caracterizar os cursistas, sejam eles licenciandos em Matemática da UFRN ou professores de Matemática da rede pública de ensino no município de Natal, obtendo subsídios para este estudo e para estudos posteriores; identificar as concepções de ensino dos cursistas, considerando-as como ponto de partida para futura prática pedagógica diferenciada na qual o objeto deste projeto esteja inserido; identificar as concepções de ensino subjacentes aos livros paradidáticos e às abordagens alternativas de ensino da Matemática como Resolução de Problemas, Modelagem e História da Matemática.

No âmbito do ensino: discutir com alunos de Licenciatura e com professores de Matemática da Educação Básica, conceitos matemáticos numa abordagem ligada a situações do cotidiano numa tentativa de contextualização do ensino; proporcionar sessões de estudo por meio da discussão de textos relativos a diferentes abordagens de ensino da Matemática e de paradidáticos; confrontar as diversas concepções detectadas na tentativa de aproximá-las, de modo que, como resultado, tenhamos um ensino mais significativo; elaborar planos de ensino para temas do currículo de Matemática com a utilização de paradidáticos; viabilizar a elaboração de paradidáticos como recurso didático.

A extensão será contemplada por meio da aplicação dos materiais produzidos no curso para alunos da Educação Básica em escolas da rede pública de ensino no município de Natal.

Nesse contexto, supomos que um dos obstáculos ao ensino da Matemática pode ser a dificuldade de uso adequado do idioma materno como veiculador de situações da vida diária capazes de tornar o ensino contextualizado de modo que seja possível dar-lhe significado. Seria importante promover a continuidade-ruptura necessária à significação dos conteúdos, aproximando o conhecimento sistematizado do saber popular. A esse respeito, Machado (2011b) destaca que a questão do ensino de Matemática e da Língua Materna é revestida de interesse plenamente geral não devendo ficar restrita ao universo dos especialistas.

Referências teóricas relativas à Educação Matemática e aos Paradidáticos de Matemática

Iniciamos este tópico com algumas considerações sobre a Educação Matemática apresentadas por Pontes (2009), prosseguindo com a visão de autores que tratam da relação entre a Matemática e a Linguagem, como Machado (2011b) e outros, cujas ideias desembocam na construção não só dos paradidáticos como facilitadores do ensino e aprendizagem da Matemática, como outros recursos que não dizem respeito ao nosso estudo.

Segundo Pontes (2009), a Educação Matemática como disciplina é relativamente nova. Há os que afirmam que, na literatura em língua inglesa, o termo educador matemático é de uso recente e engloba todos os que têm a ver com o ensino e a aprendizagem da Matemática e, até bem pouco tempo, não tinham uma denominação comum. Para uns, eram professores, para outros, matemáticos interessados em Educação. Segundo a autora, há diferentes modos de explicar a natureza dessa nova disciplina, em que cada um dá um enfoque distinto e põe ênfase num aspecto particular. Mesmo assim, todos consideram a Educação Matemática como uma atividade operacional fundamentada numa variedade de áreas de estudo e cujo objetivo é a análise da comunicação em Matemática. O pensamento de D'AMBROSIO (1993) caminha na mesma direção quando enfatiza que não se pode tirar a Educação Matemática do seu lugar natural entre as áreas da Educação.

Fiorentini (1994, p. 7) também parece conceber a Educação Matemática de maneira similar, quando a define como uma área de muitas facetas que envolve tanto "a dimensão didático-metodológica, como outras de caráter epistemológico, psicológico, histórico-filosófico, sociológico e axiológico-teleológico".

Araújo (1988) concorda com essas ideias, dizendo que, epistemologicamente, Educação Matemática pode ser entendida como uma relação dialética entre o saber matemático e os fundamentos da educação (Filosofia, Psicologia e Sociologia) com a finalidade de socializar o saber.

Carvalho (1991) a define como o estudo de todos os fatores que influem, direta ou indiretamente, sobre todos os processos de ensino e de aprendizagem em Matemática e a atuação sobre estes fatores. Qualquer que seja a definição dada à Educação Matemática, todos a veem como uma interface de outras áreas que se integram, complementam, para tornar os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática viáveis.

Podemos inferir que, na concepção de parte dos educadores matemáticos, o ofício de ensinar Matemática difere do ofício do matemático do mesmo modo que o do linguista difere do professor de Língua Materna, ou o do historiador difere do professor de História ou o do geógrafo difere do professor de Geografia.

No que tange a textos como elementos facilitadores do ensino e da aprendizagem, Nacarato; Lopes (2005, p. 7) enfatizam: "(...) processos como comunicação de ideias, interações, práticas discursivas, representações matemáticas, argumentações e negociação de significados, vêm permeando as recentes discussões na área". Nesse sentido, faz-se necessário propiciar aulas de Matemática que incluam atividades oportunizadoras da construção da linguagem matemática por meio da leitura e da escrita. Fonseca e Cardoso (2005) discutem aspectos da interação discursiva por meio "(...) das práticas de leitura de textos matemáticos, ou de textos trazidos à cena escolar para ensinar Matemática, ou ainda de textos que demandam a mobilização de conhecimentos matemáticos para a leitura".

A pesquisa de Dalcin (2007) também emana luz para quem quer trabalhar sob o enfoque da leitura e da escrita, quando trabalha a relação entre a simbologia matemática, as imagens e o texto escrito dentre das diversas abordagens do conteúdo matemático. As categorias criadas pela autora são utilizadas no momento da análise dos resultados desta investigação.

Entendemos que algo deve ser feito no sentido de melhorar a compreensão da linguagem e o uso da comunicação aluno-aluno e professor-aluno de modo a termos um melhor desempenho do professor na sua ação docente e do aluno na aprendizagem da Matemática. Dentro desse contexto, consideramos oportuno elaborarmos uma pesquisa de ações associadas que, ao mesmo tempo, investiga as concepções de ensino de Matemática de professores e alunos e fornece subsídios para uma possível mudança destas concepções, a partir do estudo e discussão de textos alternativos, como os Paradidáticos de Matemática, encontramo-nos preocupados em disseminar uma metodologia de ensino mais adequada às necessidades epistemológicas do ensino e da aprendizagem e psicológicas do aluno.

Este estudo se situa no contexto de formação inicial e continuada de professores de Matemática e se constitui numa proposta de integração entre a Matemática e a Língua Materna. Machado (2011b, p. 157), ao caracterizar a impregnação mútua entre a Matemática e a Língua Materna, destaca a necessidade de mediação do idioma materno no ensino da Matemática como "[...] veio a ser explorado na estruturação de propostas de ações docentes que visem à superação de dificuldades" inerentes ao ensino e aprendizagem da Matemática. Ducrot (*apud* MACHADO, 2011b) afirma que nunca se faz, nem timidamente, a coordenação entre o ensino do idioma nacional e da Matemática a não ser no que tange aos erros de ortografia e sintaxe ocorridos nas atividades de Matemática. A pesquisa promove ainda um elo entre a Universidade e a Escola de Educação Básica que se constitui campo de estágio, "[...] buscando uma formação coesa e substantiva para os alunos, [...] a indissociabilidade entre a pesquisa, o ensino e o estágio na escola" (GERALDI, 1992, p. 146).

Segundo Smole; Diniz (2001), tanto a oralidade quanto a escrita podem contribuir significativamente para ampliação da compreensão dos problemas matemáticos, além de proporcionar a troca de experiências entre os alunos e entre estes e o professor. Dessa forma, a linguagem e o conhecimento matemático se ampliam e se modificam por meio das aproximações sucessivas mediadas por essas trocas.

Metodologia do trabalho

A investigação é do tipo pesquisa qualitativa, pois está pautada no método de Estudo de Caso que, como diz Gressler (1979), tem número restrito de elementos em estudo, aprofundando, contudo, na retratação da realidade, revelando uma multiplicidade de dimensões presentes numa situação, focalizando-a como um todo. Trabalhamos na perspectiva de observação detalhada de um contexto ou de um determinado acontecimento, característica pertinente a esse tipo de pesquisa. A imersão no contexto e/ou acontecimento pode levar o pesquisador a descartar ideias e planos iniciais e desenvolver outros à medida que vai se apropriando do tema estudado. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a coleta de dados e as atividades são direcionadas para terrenos, sujeitos, materiais, assuntos e temas, delimitando, assim, a área de trabalho.

Nessa linha de ação, elencamos as seguintes atividades para serem contempladas: estudos individuais e em grupo por alunos da graduação em Licenciatura em Matemática e por professores de Matemática, utilizando os paradidáticos de Matemática; elaboração de planos de ensino, abordando um conteúdo do currículo de Matemática por meio de paradidáticos; elaboração de roteiro para exploração de um determinado paradidático; produção de paradidáticos, abordando conteúdos matemáticos com a utilização do *software* livre HagáQuê e/ou com desenhos livres; seminários de socialização dos materiais produzidos.

O universo da pesquisa foi composto, portanto, por alunos do curso de Licenciatura em Matemática, bem como por professores de Matemática da Educação Básica atuantes em escolas da rede pública de ensino na cidade de Natal-RN. A amostra foi parcialmente intencional uma vez que a maioria dos sujeitos eram alunos matriculados no Estágio Supervisionado de Formação de Professores da Licenciatura em Matemática na modalidade presencial.

Para a viabilização da pesquisa, solicitamos que os paradidáticos fossem adquiridos para o acervo da biblioteca da UFRN. Atualmente, encontramos disponíveis na biblioteca central 272 volumes de 34 títulos e de diferentes autores.

A primeira etapa do projeto foi desenvolvida no decorrer de 2012 por meio de um curso com carga horária de 40h. Nesse curso, foram realizadas as seguintes atividades: caracterização de paradidáticos; resgate da História dos paradidáticos em geral e de paradidáticos de Matemática no Brasil; classificação dos tipos de paradidáticos de Matemática; levantamento dos paradidáticos de Matemática disponíveis no mercado; relatos de experiências exitosas do uso de paradidáticos nas aulas de Matemática; identificação dos benefícios que esses recursos podem trazer para o ensino de Matemática; lançamento da proposta de produção de materiais; produção dos materiais sugeridos.

Para a produção dos materiais, os cursistas foram orientados a contemplarem tanto aspectos relacionados aos conteúdos matemáticos, quanto aos relacionados à leitura, com a intenção de que os processos apontados por Nacarato; Lopes (2005), anteriormente mencionados, possam ser vivenciados pelos alunos que venham a utilizar esses materiais.

A socialização dos materiais produzidos foi feita por meio de seminários ou oficinas em que os alunos apresentaram suas produções ou proporcionaram ao grupo a vivência desses materiais como recursos para o ensino e para a aprendizagem da Matemática.

Ainda nessa etapa, foi realizada a análise de alguns dos paradidáticos de Matemática disponíveis na biblioteca da universidade, para identificarmos as concepções de ensino e as tendências em Educação Matemática que os permeiam. Essa análise foi guiada por roteiro elaborado coletivamente pelos próprios cursistas sob nossa orientação em um dos encontros do curso.

O roteiro solicitava a identificação do paradidático: coleção, título, autor(es), editora, ano e número de páginas e apresentava nove questões. As questões referiam-se aos elementos que foram considerados pertinentes à análise, a saber: as atividades utilizadas na abordagem do conteúdo matemático – desafios, exemplos do cotidiano, contação de histórias, exercícios tradicionais, exercícios diferenciados, situações problema; as tendências de ensino de Matemática utilizadas pelo autor; a presença de elementos lúdicos; a interação entre língua materna, linguagem matemática e imagens; a interação entre outras áreas do conhecimento; a oportunidade de participação do leitor na construção do próprio conhecimento; a utilização de recursos gráficos; os tipos de ilustrações utilizadas – imbricadas, ornamentais, de contextualização, de visualização; a possibilidade de utilização da obra em diversos momentos do estudo de determinado conteúdo – na introdução, no decorrer, na finalização.

A segunda etapa, que contemplará a aplicação para alunos da Educação Básica nas aulas de Matemática dos materiais produzidos no curso, será realizada após solicitarmos a continuidade da pesquisa à instituição a qual a mesma está vinculada.

Provavelmente, baseados na premissa dessa impregnação mútua de que nos fala Machado (2011b), é que estudiosos da Educação Matemática têm se preocupado em produzir material bibliográfico, tratando de assuntos específicos de Matemática, (sistema de numeração, medidas, semelhança, proporções, equações, geometria, álgebra, trigonometria dentre outros), dando-lhes um enfoque alternativo em que o assunto é tratado diferentemente do livro didático, aproximando-o de situações do dia a dia.

As atividades de ensino foram fundamentadas nos paradidáticos de Matemática apresentados no Quadro a seguir:

Quadro: Lista de paradidáticos utilizados na investigação

Coleção	Autor(es)	Quantidade de títulos	Editora
A Descoberta da Matemática	Luzia Faraco Ramos Ernesto Rosa Neto	14	Ática
Atividade e Jogos com...	Marion Smoothey	12	Scipione
Contando a História da Matemática	Oscar Guelli	8	Ática
Histórias de Contar	Nilson José Machado	6	Scipione
O Contador de Histórias da Matemática	Egídio Trambaiolli Neto	8	FTD
Pra que Serve Matemática?	José Jakubovic Luiz Márcio Pereira Imenes Marcelo Cestari Lellis	9	Atual
Matemática em Mil e Uma Histórias	Martins Rodrigues Teixeira	8	FTD
Vivendo a Matemática	José Jakubovic Luiz Márcio Pereira Imenes Marcelo Cestari Lellis Nilson José Machado Paulus Gerdes	15	Scipione

Fonte: Elaborado pelas autoras com dados das Editoras.

No final do curso, os participantes responderam a um questionário sobre as atividades desenvolvidas e as potencialidades dos paradidáticos no ensino de Matemática. Aproveitamos esse instrumento para registrar os depoimentos dos alunos acerca do conhecimento anterior ao dos paradidáticos de Matemática. Os sujeitos foram perguntados sobre: o atendimento ou superação das expectativas em relação aos paradidáticos e ao curso; as suas impressões acerca do curso; as características que os tornam interessantes ou atraentes para os alunos; os elementos interessantes, inovadores e exequíveis dos materiais produzidos; a possibilidade de contribuição da leitura para a aprendizagem de conteúdos matemáticos; o tipo de paradidático que considerou mais interessante – narrativas ficcionais, narrativas históricas, contextos pragmáticos); as possibilidades de interação da Matemática com outras áreas do conhecimento; os tipos de atitudes que a utilização dos paradidáticos nas aulas de Matemática pode desenvolver nos alunos.

Resultados obtidos

Os resultados do curso foram produzidos por grupos de 2 ou 3 integrantes, em quatro Atividades, a saber: roteiro para exploração do paradidático *As mil e uma equações*; sequência didática para o ensino de Trigonometria; elaboração do paradidático *Descobrindo a Geometria* com o uso do *software* livre HagáQuê; elaboração do paradidático *As aventuras de Sofia* por meio de desenho livre.

As concepções de ensino emergentes da análise dos materiais produzidos pelos cursistas estão sendo confrontadas com as concepções que permeiam a visão de professores que dão ao ensino de Matemática uma abordagem mais próxima daquela dada nos paradidáticos de Matemática. As análises dessas produções apontam a aproximação dos sujeitos envolvidos no processo com Etnomatemática, Resolução de Problemas, Modelagem Matemática e História da Matemática, abordagens metodológicas privilegiadas por pesquisadores da Educação Matemática, como D'Ambrosio (2001), Bassanezi (2002), Krulik; Reis (1997), Meira (1993), Mendes; Fossa; Valdés (2006), D'Amore (2007). Os resultados obtidos pelas pesquisas realizadas por esses autores mostram as potencialidades dessas tendências em Educação Matemática para as aulas de Matemática. A identificação dessas tendências nos materiais produzidos pelos cursistas nos faz perceber que suas potencialidades, agregadas às contribuições que os paradidáticos trazem às aulas de Matemática, tendem a imprimir qualidade ao ensino dessa disciplina e, consequentemente, uma aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos.

Após a etapa de elaboração dos materiais e posterior socialização, os alunos escolheram aleatoriamente duas obras dentre as 34 disponíveis na biblioteca da UFRN para analisarem, orientados por um roteiro previamente definido. Os livros escolhidos fazem parte das coleções: A descoberta da Matemática e O Contador de Histórias e as outras Histórias da Matemática, respectivamente, das editoras Ática e FTD. Da primeira coleção, foram analisadas as obras: Encontros do primeiro grau, As mil e uma equações, Frações sem mistério, Como encontrar a medida certa? Em busca das coordenadas, Medir é comparar; e da segunda: Os Peregrinos e A Profecia.

A análise nos possibilitou identificar aspectos extremamente positivos que corroboram com nossa ideia inicial de que os paradidáticos são recursos eficientes e eficazes para darem significado aos processos de ensino e de aprendizagem. Nessas obras analisadas, os conteúdos matemáticos são na maioria das vezes abordados por meio de situações problema, desafios, exemplos do cotidiano, contação de histórias. Destacamos o fato de nenhum dos livros recorrerem a apenas uma forma de abordagem.

Em relação às tendências de ensino na Educação Matemática, foram identificadas Resolução de Problemas, Modelagem, História da Matemática e Etnomatemática. Apenas um dos livros utiliza uma abordagem única, pois todos os outros apresentam elementos de, pelo menos, duas delas, chegando a ocorrer a incidência de até quatro das abordagens.

A utilização de situações-problema foi apontada pelos cursistas como justificativa para terem considerado que os paradidáticos proporcionam a participação dos alunos na construção do próprio conhecimento, como pode ser percebido na resposta de um deles: "[...] a resolução de situações-problemas [...] fará que o aluno possa pensar e conseguir novos meios de resolverem, elaborando assim, novas aprendizagens" (A1).

Outra característica bastante significativa identificada nas obras foi a interação entre língua materna, linguagem matemática e imagens. Em mais da metade delas, observamos a articulação entre língua materna e conhecimento matemático. Todos os livros se utilizaram amplamente de ilustrações, sendo identificada a presença dos quatro tipos apontados por Dalcin (2007), a saber: ornamentais, imbricadas, de visualização e de contextualização. Os tipos de ilustração com maior incidência foram as de contextualização e visualização.

A interdisciplinaridade da Matemática com outras áreas do conhecimento foi identificada em mais da metade das obras. Destacamos que a Matemática foi articulada tanto com disciplinas das Ciências Exatas – Física e Química, quanto com disciplinas das Ciências Sociais – História e Geografia e, ainda, das Ciências Biológicas – Biologia.

A interdisciplinaridade, segundo Fazenda (1994), surgiu na França e na Itália em meados da década de 60, num período marcado pelos movimentos estudantis que, dentre outras coisas, reivindicavam um ensino mais sintonizado com as grandes questões de ordem social, política e econômica da época. Teria sido ela uma resposta a tal reivindicação, na medida em que os grandes problemas da época não poderiam ser resolvidos por uma única disciplina ou área do saber.

No final da década de 60, a interdisciplinaridade chegou ao Brasil e logo exerceu influência na elaboração da Lei de Diretrizes e

Bases Nº 5 692/71. Desde então, sua presença no cenário educacional brasileiro tem se intensificado e, recentemente, mais ainda, com a nova LDB Nº 9 394/96 e com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, 1998 e 1999).

Além de sua forte influência na legislação e nas propostas curriculares, a interdisciplinaridade ganhou força nas escolas, principalmente no discurso e na prática de professores dos diversos níveis de ensino.

Durante a análise dos paradidáticos, foi identificada a possibilidade de utilização desse recurso em diversos momentos do estudo de determinado conteúdo matemático: na introdução, no decorrer ou na finalização (aplicação). Essa possibilidade é determinada pela forma e pelo nível de aprofundamento que o autor utiliza em sua abordagem. Nesse sentido, apoiamo-nos no que apresenta um dos cursistas:

> *[...] ele começa introduzindo partes simples e introdutórias de tal conteúdo, que, no decorrer do texto, acabam ganhando novo formato e um nível mais elevado sobre o conteúdo. Assim, vejo ser possível utilizar tal paradidático tanto no início, no decorrer e na finalização de tal conteúdo em sala de aula* **(A2)**.

Faz-se necessário destacar que, mesmo tendo sido identificadas diversas e importantes possibilidades de utilização desses recursos nas aulas de Matemática e, ainda, as contribuições que trazem para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, é indispensável que o professor tenha clareza dos objetivos que pretende atingir por meio da inserção dos paradidáticos nas suas aulas. A escolha do paradidático a ser utilizado deve ser bastante criteriosa, uma vez que foi percebida, em um deles, a abordagem do conteúdo matemático no decorrer da narrativa que foi feita de forma um pouco forçada, como pode ser identificado na resposta de um dos cursistas:

> *[...] apesar de inserir e possibilitar o aprendizado do conteúdo matemático desejado, não atende por completo a satisfação de ser utilizado em sala de aula, pois é possível perceber nele, alguns pontos negativos tal como a forçação de querer inserir o conteúdo matemático a qualquer custo, tendo em vista que as partes abordadas sobre esse quesito, na maioria das vezes, não interagem com a língua materna do texto* **(A2)**.

A criticidade percebida no sujeito A2 mostra-nos que as discussões e atividades desenvolvidas no decorrer do curso contribuíram, de certa forma, para apurar o olhar e a crítica necessários para que os professores e os futuros professores envolvidos na pesquisa, consigam fazer uma seleção consciente dos recursos a serem inseridos nas aulas de Matemática, sejam eles paradidáticos ou não.

A análise do questionário de avaliação das atividades do curso e das potencialidades dos paradidáticos possibilitou a confirmação das impressões dos alunos que percebemos no decorrer do curso.

Metade dos alunos teve o primeiro contato com paradidáticos de Matemática no curso e a outra metade, que já os conhecia, fizeram-no durante o Estágio Supervisionado de Formação de Professores I, sob nossa responsabilidade. Impressiona a falta de divulgação da qual esses materiais são vítima. Principalmente pela riqueza do material e por terem entrado no mercado em meados da década de 1980 do século passado com o lançamento das coleções A Descoberta da Matemática e Vivendo a Matemática pelas editoras Ática e Scipione, respectivamente.

Os alunos que já haviam tido contato com os paradidáticos afirmaram que as atividade realizadas no curso ampliaram e/ou mudaram a visão que tinham desses materiais principalmente em relação ao cuidado necessário na seleção do paradidático a ser utilizado e ao minucioso planejamento que sua utilização requer. Todos os alunos que tiveram o primeiro contato com esses materiais no curso indicaram que suas expectativas em relação a eles foram superadas, pois possibilitam uma abordagem de fácil entendimento dos conteúdos matemáticos, apresentam diversas formas de utilização e ainda são capazes de proporcionar uma leitura prazerosa.

As características dos paradidáticos que foram consideradas como responsáveis pela atratividade do recurso são: a utilização de tendências no ensino de Matemática – Resolução de Situações Problemas, Modelagem, Etnomatemática, História da Matemática; a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento; a simplicidade e a clareza com que os conteúdos matemáticos são abordados; a utilização de narrativas.

No que diz respeito aos materiais produzidos no curso, os sujeitos da investigação indicaram como os mais interessantes e inovadores a elaboração de paradidáticos com a utilização do *software* livre HagáQuê e de desenho e, ainda, destacaram a exequibilidade de todos. Entre as atividades que foram sugeridas ou vivenciadas nas socializações dos materiais, indicaram o teatro de fantoches e a dramatização como as mais inovadoras.

Para os cursistas, a leitura é muito importante para o ensino de Matemática, pois contribui com o desenvolvimento da capacidade dos alunos de concentração, interpretação, síntese e comunicação escrita que são importantes para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. A valorização dada à leitura foi corroborada com a indicação dos paradidáticos com narrativas ficcionais como os que mais despertaram seus interesses.

Ao analisarem a possibilidade de interação da Matemática com outras áreas do conhecimento, apontaram a possibilidade de interdisciplinaridade em duas perspectivas: o professor de Matemática discutir, em suas aulas, temas referentes a outras disciplinas, e, ainda, o paradidático sendo utilizado por professores de diversas áreas, em suas aulas, nas quais fariam a exploração dos elementos pertinentes à sua disciplina.

Segundo os cursistas, a utilização dos paradidáticos pode desenvolver nos alunos o gosto pela leitura, o interesse pela Matemática, a curiosidade, a criatividade e, ainda, a capacidade de trabalhar em equipe.

Os paradidáticos foram apontados como recursos com grande potencialidade para o ensino de Matemática, portanto, um material rico, pois, além de proporcionarem um ensino mais agradável e uma aprendizagem mais significativa, possibilitam também a utilização de estratégias variadas para a sua exploração.

Considerações finais

A nossa expectativa de que professores e futuros professores de Matemática, em contato com paradidáticos de Matemática, desenvolvessem o interesse pela leitura e percebessem o papel da Língua Materna, tanto nos aspectos relacionados à oralidade quanto à escrita, quanto no desenvolvimento da linguagem matemática e na compreensão dos conteúdos matemáticos, concretizou-se. Dessa forma, passaram a sentir necessidade de uma significação/concretização do ensino da Matemática que tornasse esse conhecimento mais acessível aos alunos. Tal necessidade fez os professores enxergarem os paradidáticos de Matemática como recursos didáticos que se encaixam na perspectiva de ensino com a utilização de Laboratório de Ensino de Matemática, ambiente propício a tornar o ensino mais fecundo e menos dissociado da vivência do aluno.

Como desdobramento desta pesquisa, propomos a elaboração de uma nova pesquisa em que as escolas campo de estágio sejam espaço para a elaboração de Laboratórios de Ensino de Matemática, acompanhado da realização de capacitação de seus professores para inserirem, com propriedade em suas aulas, atividades que proporcionem aos alunos serem agentes partícipes da construção de seus conhecimentos. Dessa forma, pretendemos investir na efetivação de um ensino de Matemática repleto de significados.

Referências

ARAÚJO, A. P. Sociedade Brasileira de Educação Matemática. *Temas & Debates.* Blumenau, SC: SBEM v.1, n.1, p.2-3 1988.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática:* uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BOGDAN, R. C,; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telmo Marinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

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

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais:* matemática. Brasília: MEC/SEF 1998.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais.* Brasília: MEC/SEMT, 1999.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. *Na vida dez, na escola zero.* São Paulo: Cortez, 2010.

CARVALHO, J. B. P. de. O que é Educação Matemática? *Temas & Debates.* V. 4, n. 3 SBEM, 1991.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: uma visão do estado da arte. *Pro-Posições.* v.4, n.1, p. 7-16, mar. 1993.

______. *Etnomatemática:* elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

D'AMORE, B. *Elementos de didática da matemática.* São Paulo: Livraria da Física, 2007.

DALCIN, A. Um olhar sobre o paradidático de matemática. *Zetetiké.* Unicamp. V. 15, n. 27, 2007.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade:* história, teoria e pesquisa. 4. ed. Campinas, SP: Papirus, 1994.

FIORENTINI, D. A Educação Matemática enquanto campo profissional de produção de saber: a trajetória brasileira. *Dynamis, Revista Tecno-Científica*, Blumenau, SC: FURB, v. 2, n. 7, p. 7-17, abr/jun. 1994.

______.; MIORIM, M. A. *Por trás da porta, que matemática acontece?* Campinas, SP: Ílion, 2010.

FONSECA, M. C.; CARDOSO, C. A. Educação matemática e letramento: textos para ensinar matemática e matemática para ler o texto. *In*: NACARATO, A. M., LOPES, C. E. *Escritas e leituras na educação matemática.* Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

GERALDI, C. M. G. *Apreensão do currículo vivenciado pelos alunos em escolas públicas de Campinas-SP.* Projeto de Pesquisa. Campinas, SP: ago./92.

GRESSLER, L. A. *Pesquisa educacional:* importância, modelos, validade, variáveis, hipóteses, amostragem, instrumentos. São Paulo: Loyola, 1979.

KRULIK, S.; REYS, R. E. *A resolução de problemas na matemática escolar.* Trad: Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1997.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. *Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI.* Campinas, SP: Papirus, 1997.

MACHADO, N. J. *Matemática e realidade.* São Paulo: Cortez, 1997.

______. *Epistemologia e didática:* as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 2011a.

______. *Matemática e língua materna:* análise de uma impregnação mútua. São Paulo: Cortez, 2011b.

MEIRA, L. O mundo real e o dia-a-dia no ensino de matemática. *Educação Matemática em Revista.* Blumenau, SC: SBEM, v.1, n. 1, p. 19-27, 1993. 2. sem.

MENDES, I. A.; FOSSA, J. A.; VALDÉZ, J. E. N. *A história como um agente de cognição na educação matemática.* Porto Alegre: Sulina, 2006.

NACARATO, A. M., LOPES, C. E. *Escritas e leituras na educação matemática.* Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PONTES, M. G. O. *Medidas e proporcionalidade na escola e no mundo do trabalho.* João Pessoa: Ideia, 2009.

PONTES, M. O. *Obstáculos enfrentados pelos matemáticos no passado e vivenciados pelos alunos na atualidade:* a polêmica multiplicação dos números inteiros. Tese de doutorado. UFRN/RN, 2010.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. *Ler, escrever e resolver problemas:* habilidades básicas para aprender Matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

O LAPTOP EDUCACIONAL NO ENSINO DE FUNÇÃO: EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA COM SUPORTE COMPUTACIONAL

Dennys Leite ***Maia***
Rodrigo Lacerda ***Carvalho***
José Aires de ***Castro Filho***

Introdução

Nas últimas décadas, o poder público tem envidado esforços no sentido de informatizar as escolas brasileiras, visando às melhorias para os processos de ensino e aprendizagem (MAIA; BARRETO, 2012). Entretanto, a apropriação e integração das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) na prática pedagógica não podem estar apoiadas somente na disponibilidade dos equipamentos. O simples uso, ou presença, desses recursos nas aulas não garantem, *per si*, mudanças no cenário educacional. É preciso que estes recursos estejam integrados ao currículo escolar, a partir de práticas didáticas que explorem o potencial dos recursos a favor da aprendizagem discente.

Por currículo, entendemos a prática social pedagógica que pretende garantir o direito à educação com qualidade social, formação integral, incluído formação para o trabalho e para a cidadania. Esses direitos são consolidados ao longo da trajetória escolar dos indivíduos. O currículo escolar, portanto, deve oportunizar a vivência com diversos conteúdos e experiências pelo sujeito, os quais lhes servirão de subsídios para tomadas de decisão que atual sociedade e o mundo hodierno demandam. Entretanto, sua presença deve ser integrada ao currículo escolar para proporcionar experiências pedagógicas para o aprendizado de conteúdos disciplinares diferentes das tradicionalmente usadas na escola. (VALENTE, 2011).

Portanto, é necessário que os docentes vão além da apropriação do manuseio dos recursos e reflitam sobre como incorporá-los à prática docente, integrando-os ao currículo escolar (CASTRO FILHO, 2007). As TDIC devem estar presentes no dia a dia dos professores, em seus planejamentos e na execução de suas aulas, articuladas aos conteúdos explorados.

As TDIC oportunizam a convergência de outras mídias, tais como imagem, áudio, vídeo, dentre outras, que lhes confere o aspecto multimidiático. Isso é o que permite, por exemplo, os *desktops*, *laptops*, *tablets* e *smartphones* estarem cada vez mais presentes no cotidiano escolar. Importa que os professores tenham ciência dessa característica única das TDIC, em relação às outras tecnologias disponíveis nas escolas, para pensar de que maneira isso pode estar a serviço de sua prática docente.

É nessa intenção, no intuito de ampliar esse acesso às TDIC, que o Projeto Um Computador por Aluno (UCA) prevê para cada estudante, professor e gestor de escolas públicas brasileiras um *laptop* com custo reduzido para ser utilizado no contexto escolar. O referido projeto, que se propõe também de intervenção, forma professores e gestores visando à incorporação daqueles recursos, de fato, à dinâmica da escola. O Projeto UCA possibilita a alunos e professores ampliar o acesso à informação, o desenvolvimento de habilidades de produção, adquirir novos saberes, expandindo suas inteligências, promovendo a participação na construção coletiva do conhecimento (BRASIL, 2007).

Focando a característica multimidiática, de mobilidade e conectividade do recurso, o Projeto UCA proporciona atividades não pensadas e até impossíveis, na era do papel e lápis. O UCA se enquadra em um modelo de informática educativa, denominado 1:1, em que cada aluno possui um computador disponível para utilização (WARSCHAUER, 2006; VALENTE, 2011), Tal modelo demanda mudanças ao trabalho docente quando comparado ao uso dos computadores em laboratórios de informática educativa, também conhecido como modelo 1 para muitos. Portanto, no Projeto UCA, os computadores deixam de ser momentos pontuais durante o período letivo, para tornarem-se ferramentas didáticas constantes e presentes dentro e até fora da sala de aula.

Sendo assim, como adaptar essa TDIC ao que acontece na sala de aula, considerando que o modelo de currículo que temos apresenta-se bastante rígido? A materialização da ideia de currículo padrão nacional concretizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), apesar de incentivarem o uso de TDIC, dificulta o trabalho pedagógico numa perspectiva mais emancipadora e interdisciplinar, mais adequada para a integração das TDIC ao que acontece na sala de aula. É suficiente lembrar que os PCN são divididos em volumes, com unidades e conteúdos estanques e, quase, indissociáveis.

Mendes (2009) considera que o uso da informática contribui para que alunos e professores superem obstáculos no processo de ensino-aprendizagem inerentes à Matemática. Essa posição também é reforçada por Ponte (1997, p. 33) ao defender que as TDIC "podem ser simultaneamente uma ferramenta de trabalho e uma fonte de ideias e de inspiração". Para tanto, professores devem conhecer as possibilidades de trabalho com as TDIC que, além de integrá-las ao currículo, proporcione situações mais profícuas para a aprendizagem discente, numa área que estes apresentam baixos níveis de proficiência.

Ao listarem vantagens que as TDIC proporcionam aos alunos, Almeida e Valente (2011) destacam as possibilidades de uso como: a) fonte e busca da informação; b) ferramenta de comunicação; c) auxiliar no processo de representação e explicitação do raciocínio; d) apresentação e explicitação do raciocínio, conceitos e estratégias elaborados para a resolução do problema; e) reflexão sobre os resultados obtidos e f) o processo de depuração. Estas características contribuem para que o professor possa integrar as TDIC ao currículo, desenvolvendo competências necessárias ao aluno que vão além do conteúdo especificamente. Nessa perspectiva, o aprendiz desenvolverá saberes necessários para sua atuação no mundo contemporâneo.

O computador, a partir da mediação do professor, potencializa o ensino de Matemática. Porém, é relevante destacar a importância da formação docente para se trabalhar com este recurso. Esse debate também é pertinente no ensino de Matemática, pois, como observam Fiorentini e Lorenzato (2009, p. 46), "se, de um lado, pode ser considerado relativamente simples equipar as escolas com essas tecnologias, de outro, isso exige profissionais que saibam utilizá-las com eficácia na prática escolar".

Considerando que os computadores estão cada vez mais presentes na escola, é imprescindível estudos que indiquem como melhor utilizar esses recursos no ensino de Matemática. O presente capítulo discute os resultados de um estudo realizado numa escola participante do Projeto UCA, com um professor de Matemática numa turma de 1º ano do Ensino Médio.

A aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino de Matemática

Um dos potenciais dos *laptops* educacionais é a possibilidade de utilizá-los como ferramentas que favoreçam a interação entre professores e alunos, alunos e alunos e professores e professores. Como destaca o documento que contém os princípios orientadores para o uso do *laptop* na educação escolar (BRASIL, 2007, p. 10), um dos objetivos dessa tecnologia nas escolas é o de possibilitar "aprender pela interação em redes sociais e desenvolver novas competências e habilidades exigidas pela sociedade atual, descortinando novos e promissores horizontes nas escolas". Esta característica está alinhada a uma perspectiva de aprendizagem colaborativa com suporte computacional (STAHL, KOSCHAMANN, SUTHERS, 2006), que se apresenta como uma metodologia que facilita a integração das TDIC ao currículo escolar.

Aprendizagem colaborativa se dá nas experiências em que os sujeitos integram uma atividade conjunta, visando a um projeto coletivo, que é a aprendizagem – produto de trocas de ideias, discussões, compartilhamento de informação, construção social dos conceitos. A concepção de aprendizagem colaborativa fundamenta-se na teoria cognitiva sociocultural de Vygostky (2003), pois possibilita aos sujeitos propor e discutir conceitos e organizar ideias ao longo do processo educativo. Dessa maneira, é possível dizer que os participantes do processo educativo ensinam e aprendem mutuamente.

A aprendizagem colaborativa a qual nos referimos, portanto, é aquela que acontece mediada pelas TDIC. Com a disseminação dessas tecnologias, cada vez mais interativas, as atividades em grupo que a escola já realizava passam a contar com esses novos auxiliadores didáticos. Tais recursos propiciam a configuração de um ambiente novo em sala de aula, onde se oportuniza o desenvolvimento e a socialização de conhecimentos e experiências entre os participantes, por meio de práticas colaborativas.

Autores, como Stahl, Koschmann e Suthers (2006), têm denominado essa abordagem específica de aprendizagem colaborativa como *Computer-supported collaborative learning* – Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (CSCL). Segundo os pesquisadores, trata-se de "um ramo emergente das ciências da aprendizagem que estuda como as pessoas podem aprender em grupo com o auxílio do computador" (IDEM, p. 1).

Nessa perspectiva, a exploração de recursos digitais nas aulas de Matemática contribui para a realização de atividades em que os sujeitos constroem conceitos, resolvem problemas e socializam soluções de forma conjunta. As TDIC podem servir desde fonte de informação, seja pela consulta a *sites* ou contato com pessoas mais experientes em determinado assunto, por meio das redes de relacionamento ou ferramentas de comunicação instantânea, que tragam elementos teóricos dos conceitos matemáticos, seja na prática pedagógica ou na testagem de ideias.

Ao discutir a implantação de laboratórios de ensino de Matemática, mediados pelas TDIC, Miskulin (2006) pontua que tais ambientes pressupõem o desenvolvimento de conhecimentos inerentes a uma nova cultura profissional. Partindo-se desse pressuposto, pode-se dizer que a presença dos *laptops* educacionais está influenciando na forma como os professores constroem e reconstroem os conceitos necessários à sua prática docente e contribuem para a aprendizagem de seus alunos em Matemática.

Como fatores preponderantes para o desenvolvimento dessa nova cultura de uso das TDIC, estão: a) a maneira como os professores têm feito uso dos dispositivos móveis para aprender sobre a docência matemática; e b) as reais condições de trabalho e de formação desse grupo de professores para a criação de ambientes de aprendizagem colaborativa em rede.

Especificamente, para o ensino da Matemática, são inúmeros os recursos didáticos digitais disponíveis que podem auxiliar na construção de conhecimentos matemáticos. Alguns desses recursos promovem o desenvolvimento da autonomia dos usuários uma vez que instigam os sujeitos a pensar, refletir e criar soluções para os problemas apresentados ou demandados, como indica uma abordagem construcionista (PAPERT, 1994).

Dentre essas TDIC, estão os objetos de aprendizagem (OA), recursos digitais, disponíveis na internet que exploram conteúdos disciplinares de forma interativa e multimidiática. Esse termo refere-se aos recursos digitais usados para apoiar situações de aprendizagem (WILEY, 2001). Neste trabalho, exploraremos o OA *Grande Prêmio Funcional*. O referido recurso didático digital é utilizado, prioritariamente, para o ensino da Matemática, especificamente para o ensino de função.

A escolha do OA foi motivada pelo fato de ser um recurso apropriado para o conteúdo planejado a ser trabalho pelo professor participante da pesquisa. Ademais, é necessário registrar que o conteúdo de função do 1° grau é fundamental no ensino de Matemática, por sua vasta utilização em situações científicas e da vida cotidiana.

Segundo Borba e Penteado (2010), geralmente, no ensino de funções, dá-se um grande destaque para sua expressão analítica e quase nada para os aspectos gráficos ou tabulares. Os autores afirmam que o importante é privilegiar diferentes representações para uma mesma função (IDEM, 2010). Ainda de acordo com os autores, mais do que trabalhar com cada uma das representações de forma isolada, deve-se ensinar suas coordenações, entre elas, como um novo caminho para o conhecimento de funções, ou seja, uma epistemologia das representações múltiplas. Dessa maneira, entender funções passa a significar saber coordenar representações.

Essa nova abordagem ganha força com ambientes computacionais que geram gráficos vinculados a tabelas e expressões algébricas. Tal destaque, muitas vezes, está ligado ao recurso utilizado. Convém lembrar que é difícil a geração de diversos gráficos num ambiente em que predomina o uso de lápis e papel, acarretando a pouca ênfase a esse tipo de representação nas escolas. Isso reforça a ideia de Almeida e Valente (2011, p. 76) de que o currículo "trabalhado atualmente foi desenvolvido para a era do lápis e do papel. As TDIC jamais serão integradas às atividades curriculares se elas continuarem explorando somente o lápis e papel para representar e explicitar os conhecimentos do aluno".

Uma nova abordagem é desvelada com uso de *softwares* educativos que geram gráficos a partir de tabelas e expressões algébricas, manipuladas de forma interativa pelo usuário. Isso é que demonstram pesquisas, como as de Maia (2007), Augusto (2008), Barreto (2009) e Costa (2010), que revelam que a utilização de ambientes computacionais, mediada pela intervenção do professor, proporciona aos discentes desenvolverem uma melhor compreensão do conceito de função e a articulação dos registros de representação algébrico e gráfico. Ademais, o estudo de Silva *et al* (2012) mostrou que o uso do *laptop* educacional, do Projeto UCA, apresenta-se como uma boa ferramenta para o ensino de trigonometria.

Considerando a importância e as dificuldades do ensino de Matemática na Educação Básica e a necessidade da integração de tecnologias digitais ao currículo escolar, a seguir, apresentamos uma experiência de integração do *laptop* educacional, a partir de um OA numa aula de Matemática, durante o ensino do conteúdo de funções.

A utilização do OA *Grande Prêmio Funcional*

A pesquisa, de natureza qualitativa de caráter interpretativo, aconteceu durante o período de acompanhamento da equipe de formação UCA-CE, nas aulas de um professor de Matemática, de uma das escolas cearenses participantes do Projeto. Os dados foram coletados a partir de diários de campo do pesquisador, entrevistas e observações de aulas. As atividades com os alunos acontecerem em duas horas aulas geminadas, portanto, 100 minutos. O planejamento da aula foi realizado de forma conjunta entre professor e pesquisador.

Ainda nos primeiros encontros, o professor assumiu ter bom conhecimento acerca do computador, no aspecto do *hardware* e *software*. Entretanto, não conhecia recursos didáticos digitais que pudessem lhe auxiliar no ensino da Matemática. Atrelado a isso, ao caracterizar a máquina como limitada, em função, principalmente, da pouca memória, baixa capacidade de armazenamento em disco e tela pequena, não explorava muito o uso do *laptop* em suas aulas. Em informática educativa, o conhecimento técnico das TDIC, embora de cunho mais tecnológico, é também pedagógico. Portanto, sugerimos ao docente que trabalhasse com os *softwares* “rodando” diretamente na internet, como os OA.

Tais recursos, além de consumir pouca memória, possibilitam o manuseio tanto *online*, ou seja, conectado à internet, que não ocupa espaço de armazenamento em disco do *laptop* educacional, quanto fazer o *download* e “rodá-lo” na máquina, uma vez que ocupam pouco espaço no disco rígido. Essas características inerentes aos OA, como o utilizado nesta experiência, ajudaram a contornar o problema da baixa capacidade de armazenamento de dados do *laptop* educacional, abordado anteriormente pelo docente. Quanto à tela ser pequena realmente é um fato, porém há que se aproveitar o recurso que está sendo disponibilizado. Além disso, para o trabalho que estava sendo proposto, esta característica não se constituía como um impeditivo.

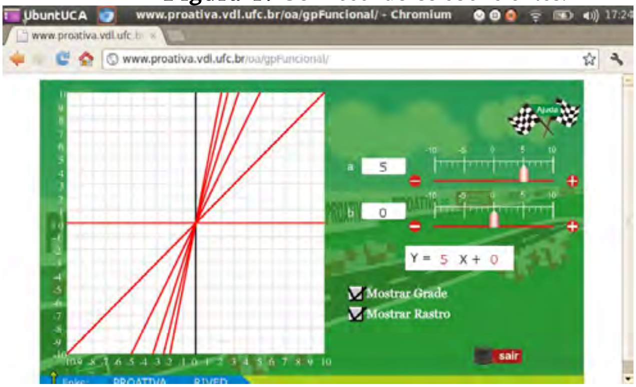
Percebemos, portanto, que o maior motivo da quase não haver utilização do computador devia-se ao fato de o professor pouco conhecer recursos didáticos digitais para o ensino de Matemática e onde consegui-los. A partir dessa realidade, o docente propôs que lhe apresentássemos alguns *softwares* educativos. Buscamos, selecionamos e exploramos, junto com o professor, alguns recursos interativos para se trabalhar funções do 1º grau.

Dentre os recursos, o OA *Grande Prêmio Funcional* foi eleito para trabalhar com os alunos, em sala de aula. O referido OA, desenvolvido pelo PROATIVA[1], tem como um de seus objetivos estudar o gráfico de uma função afim e os seus coeficientes. O *Grande Prêmio*

[1]Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem da Universidade Federal do Ceará. Acessível em: http://www.proativa.vdl.ufc.br/

Funcional oportuniza ao usuário, na interação com o recurso, saber se a função é crescente ou decrescente, a partir da análise do gráfico e do coeficiente angular. Este OA possibilita ao professor o trabalho com funções nas representações algébricas, gráficas e tabulares. A Figura 1 mostra uma tela do OA, destacando a opção conhecendo os coeficientes.

Figura 1: Conhecendo os coeficientes.



Fonte: Elaboração própria.

Após familiarizar-se com o OA, o professor explorou o *Grande Prêmio Funcional*, com o movimento da reta no gráfico e planejou sua aula utilizando o recurso. Como registrado, nessas etapas, o docente contou com o auxílio de um pesquisador.

Integrando as TDIC ao ensino de função

O professor iniciou a aula explicitando os objetivos para alunos, quais sejam: a) identificar e interpretar gráficos de função afim; e b) reconhecer, por meio do gráfico, uma função afim: crescente, decrescente e constante. Em seguida, conversou com os discentes sobre a lei de formação da função afim, questionando se os alunos lembravam a lei de formação de uma função afim. Um dos alunos respondeu corretamente indicando que são funções da forma $ax+b$. Dessa maneira, o professor utilizou um conteúdo já trabalhado como um meio, para conseguir o objetivo de interpretar gráficos de função afim.

Após este diálogo, o docente pediu aos alunos que cada um ligasse seu *laptop* educacional e acessassem o *site* onde estava disponível o OA *Grande Prêmio Funcional*. Solicitou aos estudantes que se dividissem em quatro equipes, entrassem na opção "conhecendo os coeficientes" do OA, para manipularem livremente os coeficientes *a* e *b,* observassem e discutissem como o gráfico se comportava. O docente sugeriu ainda que cada equipe expusesse situações diferentes.

Nestas ações do professor, verificamos que ele utilizou elementos da aprendizagem colaborativa com suporte computacional (STAHL, KOSCHAMANN, SUTHERS, 2006). De acordo com os autores, esta metodologia de trabalho colaborativo, com auxílio de TDIC,

> (…) nem sempre se manifesta por meio da comunicação online; o suporte computacional pode envolver, por exemplo, uma simulação computacional de um modelo científico ou de uma representação interativa compartilhada. (...) Alternativamente, um grupo de alunos pode usar um computador para navegar pela Internet e discutir, debater e apresentar o que eles aprenderam colaborativamente. O suporte computacional pode tomar a forma de interação a distância ou face-a-face, tanto síncrona quanto assincronamente (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006, p. 2).

O uso da aprendizagem colaborativa com suporte computacional desvela novas possibilidades a favor da integração das TDIC ao currículo. Ao passo que proporciona uma experiência de aprendizagem de cunho sócio-interacionista (VIGOTSKY, 2003), oportuniza aos estudantes o trabalho em grupo, mediatizado por ferramentas tecnológicas. Ao compartilhar e articular ideias, os alunos podem ensinar uns aos outros e assim construírem e compreenderem conceitos.

Enquanto os alunos utilizavam o OA, o professor passou pelos grupos para ouvi-los e orientá-los. As intervenções nos grupos foram para motivar a discussão sobre o movimento da reta em diferentes situações, levando os alunos a refletir sobre suas ações. O professor fez perguntas, tanto para verificar se os discentes estavam compreendendo o movimento da reta como para possibilitar que os alunos explicitassem para eles mesmos e para o grupo as razões de suas ações. Com isso, o professor os envolvia em um movimento reflexivo que objetivou conduzir à tomada de consciência da própria ação discente.

> *Quando mudamos a função o que acontece com a posição da reta?* **(Professor)**
> *A reta muda também de posição.* **(Equipe 1)**
> *Por que a reta muda de posição?* **(Professor)**
> *Porque cada função corresponde a uma reta.* **(Equipe 2)**

Vocês me disseram que a lei de formação da função afim é do tipo f(x) = ax + b. Na função f (x) = 5x – 3. Quem é o valor de a e b? **(Professor)**
O valor de a é igual a cinco e o valor de b é menos três. **(Equipe 3)**
E quando temos a função f(x) = 2 – x. Qual será os coeficientes a e b? **(Professor)**
O a é menos um e o b é dois. **(Equipe 4)**

Mais uma vez, o professor toma elementos da aprendizagem colaborativa com suporte computacional para a sua prática. De acordo com esta teoria, "a aprendizagem acontece através das interações entre os alunos. Eles aprendem através das suas perguntas, perseguindo conjuntamente linhas de raciocínio, ensinando um ao outro e vendo como os outros estão aprendendo" (STAHL, KOSCHMANN, SUTHERS, 2006, p. 2). A colaboração entre os sujeitos, a troca e partilha de ideias e hipóteses é um elemento fundamental para que a aprendizagem aconteça.

Dentre as elaborações realizadas pelas equipes, destacamos:
Quando o valor de a é positivo a reta fica para cima. **(Equipe 1)**
Quando o valor de a é negativo a reta fica para baixo. **(Equipe 2)**
O gráfico de uma função afim sempre é uma reta. **(Equipe 3)**
Quando o valor de a é igual a zero a reta é paralela ao eixo x. **(Equipe 4)**

A partir das conclusões de cada equipe, percebemos que os estudantes, ao manipularem o OA e discutirem seus achados, conseguiram formular seus próprios conceitos (ALMEIDA, VALENTE, 2011). Mesmo satisfeito com as respostas dos alunos, o professor continuou a questionar, como ilustrado no diálogo abaixo:
Quando o valor de a é positivo por que a reta fica para cima? **(Professor)**
Porque o valor de a vai sempre crescer, ou seja a função é crescente. **(Equipe 1)**

O professor repete a resposta da equipe 1 com um questionamento e consegue que os alunos formalizem um tipo de função afim, a crescente. A equipe 2 fica eufórica, ou seja, vibram bastante com a resposta da equipe 1 e formaliza também o seu conceito, dizendo:
Então quando o a é negativo a função é decrescente! Muito massa! **(Equipe 2)**

Quando a equipe 2 formalizou este conceito e disse que era "muito massa", também se referia ao OA *Grande Prêmio Funcional*, pois, movimentando os coeficientes livremente, os integrantes conseguiram compreender a definição de função afim crescente e decrescente. Registre-se que em momento algum o professor disse as características dos tipos de função. Esses conceitos foram percebidos pelos alunos com a interação no OA e entre eles. Portanto, utilizando a TIDIC, o professor partiu da ação para chegar à formalização, dando um caráter quase-experimental para a Matemática. Essa prática corrobora o fazer Matemática na sala de aula proposto pelos PCN (BRASIL, 1998).

Dando prosseguimento à aula, o professor indagou sobre o que significa o coeficiente *a* na função. A esta pergunta, os alunos ficaram silenciados. Isto demonstra a dificuldade dos alunos em generalizar o conceito, ou seja, de romper os limites de uma situação específica e transferir o conhecimento adquirido para toda uma classe de problemas equivalentes.

> *Vocês me disseram que quando a é positivo a reta fica para cima e quando o a é negativo a reta fica para baixo. Então o coeficiente a significa o que na função?* **(Professor)**

Neste momento, o professor utilizou um conceito já formalizado pelos alunos, para conseguir a generalização deste conceito. Note-se que, em nenhum momento, foi intenção do professor dar a resposta, mas questionar para que os alunos refletissem sobre o conceito e posteriormente generalizassem. Uma das equipes respondeu:

> *Significa que a reta fica para cima e para baixo.* **(Equipe 1)**

A explicação da equipe reforça o pressuposto que a ação sobre o objeto é um elemento importante na aprendizagem, porém não é suficiente (SFORNI, 2004), é preciso a mediação do professor para se concretizar a generalização de um conceito. Nessa concepção, a presença da TDIC não dispensa o papel do professor, como aquele com mais expertise no assunto (VYGOSTSKY, 2003). A este coube a função de mediar a descoberta dos alunos. Tanto que, depois de debates entre as equipes e de fazerem consultas na internet, os integrantes da equipe 4 chegaram a conclusão que significa a inclinação da reta, e a equipe 2 ainda complementou falando que, de acordo com suas pesquisas, haviam deduzido que no gráfico o coeficiente ***b*** sempre corta o eixo ***y***.

Portanto, podemos concluir que, com essas situações, os discentes compreenderam que: a) o gráfico de uma função afim sempre é uma reta; b) quando o coeficiente a é positivo ($a > 0$) a função é crescente e quando for negativo ($a < 0$) será decrescente; e c) o valor do coeficiente ***b*** sempre corta o eixo ***y***.

A continuidade da aula se faz com a exploração do OA, ao trabalhar mais conceitos de função na opção "colocando em prática". Nesta ferramenta, é disponibilizado um vídeo em que um professor leva os alunos a perceberem a relação da velocidade com o espaço percorrido e o tempo. Após trabalhar estes conceitos, o professor conversa com seus alunos que a origem do conceito de função está intimamente ligada à necessidade do homem de registrar regularidades observadas em fenômenos e generalizar leis e padrões. Explica que esse conteúdo, assim como toda a Matemática, é produto da atividade humana.

Após a experiência com o OA *Grande Prêmio Funcional*, a partir do *laptop* educacional, perguntamos ao professor como ele avaliou sua aula com o uso desta ferramenta.

> *Com este OA, abordamos o conceito de função do 1º grau, através de um Grande Prêmio de Fórmula 1, pois os estudantes manipularam os carros e perceberam a relação de variância e dependência entre a velocidade e o a espaço percorrido, fundamentais para a compreensão do conceito de função do 1º grau. Além disso, os discentes manipularam os coeficientes de uma função afim e perceberam como a reta se comporta no gráfico.* **(Professor)**

A fala do professor reflete como recursos digitais, quando bem conhecidos pelo docente e utilizados para promover a interação entre os alunos, podem potencializar o ensino da Matemática e do conteúdo de função, especificamente. Evidenciamos um avanço em relação ao conhecimento e uso do OA por parte do professor, que, no início da pesquisa, relatou que não conhecia e, portanto, pouco utilizava os recursos que tinha disponíveis.

Considerações finais

Ao permitir que os estudantes manipulassem o OA *Grande Prêmio Funcional*, antes de apresentar as definições acerca do conteúdo de função, o professor oportunizou que os aprendizes elaborassem os conceitos de forma conjunta. É interessante registrar que, apesar de proporcionar um *laptop* para cada aluno, o trabalho foi realizado em equipes e oportunizou que cada um socializasse suas hipóteses e conclusões com os demais colegas, confrontando ideias e reformulando erros. Aos estudantes, o *laptop* educacional, integrado, naturalmente, ao contexto de sala de aula favoreceu a busca de informações e a exploração dos conceitos pelos estudantes. Para o professor, a experiência o motivou a repensar sua prática com o uso das TDIC, bem como as vantagens que estas podem lhe proporcionar, mesmo com a limitação técnica da máquina.

Podemos concluir que a integração do *laptop* educacional ao currículo de Matemática trouxe ganhos ao trabalho docente e à aprendizagem discente.

Referências

ALMEIDA, M. E. B. de; VALENTE, J. A. *Tecnologias e currículo:* trajetórias convergentes ou divergentes? São Paulo: Paulus, 2011. – (Coleções Fundamentais da Educação – 10).

AUGUSTO, C. R. *Aprendizagem de função afim:* uma intervenção de ensino com auxílio do *software* Graphmatica. 2008. 127f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

BARRETO, A. L. de O. *A análise da compreensão do conceito de função mediado por ambientes computacionais.* 2009. 363 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática.* 4ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010. – (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais:* Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_______. *Princípios orientadores para o uso pedagógico do laptop na educação escolar.* Brasília: 2007.

CASTRO FILHO, J. A. Tecnologia, educação e formação de professores: superando dificuldades históricas. In: SALES; J. A. M. de; BARRETO, M. C.; NUNES, J. B. C.; NUNES, A. I. B. L.; FARIAS, I. M. S. de; MAGALHÃES, R. de C. B. P. *Formação e Práticas Docentes.* Fortaleza: EdUECE, 2007, p. 179-190.

COSTA, R. C. *A formação de Professores de Matemática para uso das Tecnologias de Informação e Comunicação:* uma abordagem baseada no ensino de funções polinomiais de primeiro e segundo graus. 2010. 119f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.MAIA, D. *Função Quadrática:* um estudo didático de uma abordagem computacional. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática:* percursos teóricos e metodológicos. - 3. ed. rev. - Campinas, SP: Autores Associados, 2009 – (Coleção formação de professores).

MAIA, D. *Função Quadrática:* Um Estudo Didático de uma Abordagem Computacional. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MAIA, D. L.; BARRETO, M. C. Tecnologias digitais na educação: uma análise das políticas públicas brasileiras. In: *Revista EF&T*, 2012.

MENDES, I. A. *Matemática e investigação em sala de aula:* tecendo redes cognitivas na aprendizagem. Ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MISKULIN, R. G. S. As potencialidades didático-pedagógicas de um laboratório em Educação Matemática mediados pelas TICs. In: LOREZENZATO, S. (Org.). *O laboratório de ensino de Matemática na formação de professores.* Campinas, SP: Autores Associados, 2006 . p. 153-178.

PAPERT, S. *A máquina das crianças:* repensando a escola na Era da Informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PONTE, J. P. da. *As novas tecnologias e a educação.* Lisboa: Texto Editora, 1997.

SFORNI, M. S. F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino:* contribuições da teoria da atividade. Araraquara, SP: J M, 2004.

SILVA, M. A. da *et al Aprendendo trigonometria com o laptop educacional e o software GeoGebra.* In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. *Anais...* Fortaleza: UFC/UECE, 2012.

STAHL, G.; KOSCHMANN, T.; SUTHERS, D. Computer-supported collaborative learning: an historical perspective. In: R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (p. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. Disponível em http://gerrystahl.net/cscl/CSCL_Portuguese.pdf in Portuguese. Acesso em: 28/04/2012.

VALENTE, J. A. Um laptop para cada aluno: promessas e resultados educacionais efetivos. In: ALMEIDA, M. E. B. de.; PRADO, M. E. B. B. (Orgs.). *O computador portátil na escola:* mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem. São Paulo: Avercamp, 2011.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente:* o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

WARSCHAUER, M. *Laptops and literary:* learning in the wireless classroom. New York: Teachers College Press, 2006.

WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition a metaphor, and a taxonomy. In WILEY, D. (Ed.). *The instructional use of learning objects.* Logan, UT: Digital Learning Environments Research Group, 2001.

APRENDENDO GRÁFICOS COM OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Juscileide Braga de ***Castro***
José Aires de ***Castro Filho***

Introdução

Os gráficos estatísticos permitem a representação e a visualização de informações quantitativas. A interpretação e a análise crítica de dados, representados na forma de gráficos, como os encontrados em notícias de jornais e revistas, é importante para que as pessoas decidam o rumo de sua vida: "Dados são números, mas não apenas números. Dados são números inseridos em um contexto" (MOORE, 2011, p. xix). Logo, compreender esses dados facilita o entendimento de mundo permitindo, portanto, o convívio social.

Os gráficos são utilizados na sociedade, em diferentes contextos, por isso alguns trabalhos (BRASIL, 1997; AINLEY, MONTEIRO, 2008; LOPES, 2010) defendem que é importante estudá-lo na escola, em todos os níveis de ensino. Atualmente, o estudo de gráficos, que pertence à Estatística, está inserido no currículo escolar de Matemática, no bloco de Tratamento da Informação.

Os gráficos podem ser utilizados em atividades interdisciplinares, quando envolvem outras disciplinas, ou em atividades intradisciplinares, por possibilitar ligação com outros domínios da Matemática tais como: frações, proporcionalidade ou geometria (LOPES, 2010). Assim, são perceptíveis algumas relações existentes entre os gráficos e diversos blocos da Matemática. Pode-se citar, por exemplo, as relações com a geometria (os retângulos de um gráfico de barra[1], os círculos dos gráficos de setores), a álgebra (tabelas e gráficos), números e operações (problemas envolvendo gráficos), números racionais (representação de frequência em porcentagem, números decimais etc.). Diversos são os conceitos matemáticos que estão presentes na construção e compreensão dos gráficos estatísticos, contudo, os conceitos mobilizados dependerão da situação trabalhada.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam que conseguir relacionar observações reais e representações na forma de esquemas, tabelas e gráficos com os conceitos matemáticos é prática que se faz necessária para o ensino de Matemática (BRASIL, 1997).

[1]Nesse trabalho será adotada a denominação de gráfico de barras para gráficos de barras horizontais e verticais.

Para Carvalho, Monteiro e Campos (2010), os gráficos são representações simbólicas e possuem convenções, mas a interpretação das informações representadas requisita mais que a apreensão das regras: "A interpretação exige do leitor uma coordenação de informações e construção de inferências. Um aspecto fundamental nas representações simbólicas é que elas condensam informações matemáticas básicas, tornando-as implícitas no problema" (CARVALHO, MONTEIRO, CAMPOS, 2010, p. 136).

À vista disso, a interpretação dos dados envolvem aspectos, como a sua apresentação, as questões específicas ou os problemas em que os gráficos estão apresentados e as informações e os conhecimentos prévios dos que fazem a interpretação.

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais do Ministério da Educação (INEP/MEC), 60,57% dos estudantes do quinto ano, avaliados pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) em 2005, não eram capazes de reconhecer um gráfico de barras correspondente aos dados apresentados de forma textual; identificar um gráfico de colunas correspondente a um gráfico de setores; reconhecer e trabalhar com escalas; ler, analisar e comparar gráficos (BRASIL, 2008).

Uma pesquisa realizada por Guimarães, Ferreira e Roazzi (2001) indica dificuldades que os estudantes apresentam no entendimento dos processos que envolvem a representação de dados em gráficos e em tabelas e sua interpretação. Para isso, foram realizadas atividades de interpretação e construção de gráficos de barras com 107 alunos, de aproximadamente 9 anos, de uma escola particular de Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco. Em relação à interpretação de gráficos de barra, foi verificado que os alunos apresentavam facilidade em localizar a frequência de uma categoria, quando esta estava explícita, e localizar os pontos extremos, ou seja, fazer uma leitura pontual (máximo e mínimo). Todavia, apresentaram dificuldades em localizar uma categoria em função de sua frequência, quando esta estava implícita, em uma escala, por exemplo. Esses pesquisadores encontraram evidências de que ler e interpretar parece ser mais fácil que construir.

A construção de gráficos de barras e de setores requisita conhecimento de proporcionalidade e classificação (CASTRO, 2012). Além disso, a construção exige habilidades manuais e conhecimento em manusear instrumentos, como régua e transferidor, logo, há limitações na utilização, apenas, de lápis e papel na construção desses gráficos (AINLEY, NARD, PRATT, 2000; LIRA, MONTEIRO, 2008).

Atualmente, tem-se à disposição recursos tecnológicos, como o computador, para ajudar na construção de gráficos. Pesquisas (LIMA, MAGINA, 2007; ESTEVAM, FÜRKOTTER, 2010) constataram que o uso de computadores e recursos digitais pode contribuir na aprendizagem de conceitos envolvidos no tratamento da informação, como construção e interpretação de gráficos.

A utilização de representações gráficas, em pesquisa realizada por Lima e Magina (2007), teve como objetivo introduzir os conceitos de média aritmética junto aos alunos de 4º série de uma escola situada na cidade de São Paulo. Para isso, foi desenvolvida uma intervenção de ensino com o uso do aplicativo *Tabletop*. Elas separaram os sujeitos da pesquisa em dois grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE), realizando pré e pós-testes. As análises revelaram, no pré-teste, que os alunos apresentavam dificuldades em relação à "leitura entre os dados" e de associar conhecimentos implícitos, como o de proporcionalidade, mas que a utilização do *Tabletop* parece ter favorecido a compreensão do uso de escalas para fazer a leitura dos dados representados no gráfico.

Na pesquisa de Estevam e Fürkotter (2010), é apresentada uma discussão sobre as contribuições do *software* SuperLogo 3.0 para a representação de dados e para a construção de gráficos de barra, coluna, setores e histogramas. Dentre essas contribuições, está a contextualização de conceitos matemáticos por meio de aplicações práticas de construção de gráficos a partir do *software*, possibilitando que os alunos refletissem sobre as relações e conceitos necessários às estruturas gráficas.

Assim, pode-se constatar que há evidências de que o uso da tecnologia pode contribuir com a interpretação e construção de gráficos. O presente capítulo pretende analisar os conhecimentos adquiridos em relação à construção e interpretação de gráficos de barras e de setores após intervenção com objetos de aprendizagem, verificando os conceitos matemáticos utilizados. A seguir, será apresentada a definição de objetos de aprendizagem, pois foi o tipo de recurso digital utilizado na intervenção. Em seguida, os procedimentos metodológicos dessa pesquisa serão dispostos, seguidos da discussão dos resultados e da conclusão.

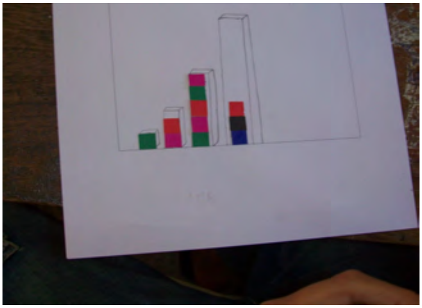
Objetos de aprendizagem e o estudo de gráficos

Os objetos de aprendizagem (OA) são todos os materiais digitais, disponíveis na *web* que são utilizados para fins educacionais, como imagens, vídeos e jogos (ARIADNE, 2000; WILEY, 2001; McGREAL, 2004, LTSC, 2000). Embora o termo objeto de aprendizagem possa ser associado a qualquer objeto usado para fins educacionais, como o pincel, caderno etc, adota-se, neste trabalho, a definição de David Wiley (2001) em que objeto de aprendizagem é "qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte a aprendizagem".

Castro *et al* (2011) realizaram um estudo qualitativo com alunos do 7º ano de uma escola Municipal de Fortaleza, com o objetivo de verificar as estratégias utilizadas pelos alunos para construir gráficos de barras e de setores e de como essas estratégias evoluíram com a utilização de objetos de aprendizagem, demonstrando que a utilização desses recursos possibilita uma melhor compreensão dos elementos necessários à construção de gráficos.

As análises foram realizadas de forma qualitativa, comparando as atividades de conhecimentos prévios e conhecimentos adquiridos, realizadas somente com lápis e papel, dos quais foram observadas três categorias de representação de dados: representação formal em que é possível observar todas as características e relações necessárias a um gráfico de barras; representação com problemas conceituais e representação não compreensível que estava associada a uma representação diferente aos padrões adotados pela Matemática formal. Nas figuras 1 e 2, constata-se a representação com problemas conceituais e não compreensível, respectivamente.

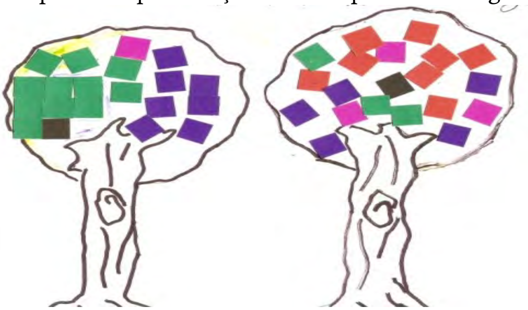
Figura 1: Exemplos de representação com problemas conceituais de gráfico de barras.



Fonte: CASTRO *et al*, 2011, p.4

Verifica-se, na figura 1, que o estudante utilizou barras para representar as categorias que eram as cores, contudo, além das categorias não estarem descriminadas, as cores utilizadas na representação de cada barra não obedece ao sentido lógico da pesquisa que estava sendo representada: as cores prediletas dos alunos do 7º ano. Na figura 2, observa-se que a representação não agrupa as categorias (cores utilizadas na pesquisa) em barras, na realidade, não é possível compreender o que o estudante quis representar.

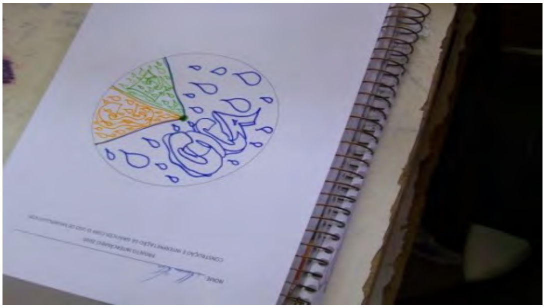
Figura 2: Exemplos de representação não compreensível de gráfico de barras.



Fonte: CASTRO *et al*, 2011, p.4

Nas figuras 3 e 4, pode-se constatar a representação formal e não compreensível respectivamente, relacionada ao gráfico de setores.

Figura 3: Exemplos de representação formal e não compreensível de gráfico de setores.



Fonte: CASTRO *et al*, 2011, p.5

Em um gráfico de setores, as categorias de uma pesquisa são representadas em setores, distribuídos a partir do centro de um círculo e proporcionais à frequência. Constata-se que essa convenção foi seguida na figura 3, que representou a preferência de refrigerante da turma do 7º ano da escola em três categorias, conforme pesquisa realizada na sala. Na figura 4, embora a estudante tenha representado as informações em três categorias, o gráfico não segue as convenções de gráfico de setores.

Figura 4: Exemplos de representação formal e não compreensível de gráfico de setores.

Fonte: CASTRO *et al*, 2011, p.5

A utilização do OA gráfico de barras e de setores nessa pesquisa mobilizou uma série de conceitos que foram emergindo a partir das situações propostas. Para Castro (2012), a compreensão e a aprendizagem de gráficos requer trabalhá-los em diferentes situações, pois cada uma delas necessita de procedimentos diferentes, mobilizando, portanto, um conjunto de conhecimentos matemáticos. A seguir, serão apresentados os procedimentos metodológicos desse trabalho.

Procedimentos Metodológicos

Para analisar os conhecimentos adquiridos em relação à construção e interpretação de gráficos de barras e de setores após intervenção com objetos de aprendizagem, foram feitas análises quantitativas e qualitativas com o objetivo de verificar o conhecimento matemático requisitado nas avaliações dos conhecimentos prévios e adquiridos, coletados em pesquisa realizada, com 15 alunos do 7º ano de uma Escola Municipal de Fortaleza, no ano de 2010.

A pesquisa contou com 3 etapas: (1) avaliação dos conhecimentos prévios (2) atividades de intervenção e (3) avaliação dos conhecimentos adquiridos. A avaliação dos conhecimentos prévios aconteceu no período da manhã em dois dias, com duas aulas de 50 minutos em cada dia, no horário da aula de Matemática. A 2ª etapa foi realizada no período da tarde, com os alunos que se disponibilizaram a participar da pesquisa e teve duração de três dias, com duas aulas de 50 minutos em cada dia. As atividades de intervenção aconteceram em laboratório de informática educativa (LIE) com o uso de computadores e de objetos de aprendizagem. A 3ª etapa foi realizada no período da tarde e usou o tempo de duas aulas de 50 minutos num único dia.

Os objetos de aprendizagem utilizados na pesquisa foram os OA de gráfico de barras e de setores, originalmente desenvolvidos pela *National Library of Virtual Manipulatives* (NLVM). Esses OA foram traduzidos e adaptados para a realidade brasileira a partir de um projeto de intercâmbio entre a Universidade Federal do Ceará e a *Utah State University*[2] (CASTRO *et al*, 2011).

Durante a intervenção, foram realizadas atividades de representação de dados, seguidas de atividades de coleta e representação e, por fim, atividades de investigação. A atividade de pesquisa foi realizada com a ajuda de um *site*, criado pelo *Google*, no qual ficaram hospedadas as enquetes elaboradas pelos alunos. As atividades de

---

[2]Disponíveis em :http://www.proativa.virtual.ufc.br/manipulatives/nav/manipulativos.html.

intervenção trabalharam, excepcionalmente, construção de gráficos de barras e de setores utilizando os objetos de aprendizagem, já citados.

No OA de gráfico de barras (*figura 5*), pode-se inserir até 12 categorias (colunas) e, em cada coluna, pode-se atingir a frequência máxima de 20 unidades (linhas). Cada coluna é representada com uma cor diferente que é fixa. O OA usa para representação da frequência: escala gráfica (padrão), valores totais e porcentagem. O gráfico é construído a partir dos dados que o usuário vai inserindo, sofrendo modificações no comprimento e largura de cada barra (proporcionalmente) à medida que esses dados são editados. É possível perceber, na figura 5, que o OA apresenta ao usuário as convenções utilizadas para a representação de um gráfico de barra.

Figura 5: OA gráfico de barra.

Fonte: NLVM, on-line, 2010.

Já no OA de gráfico de setores[3] (*figura 6*), o usuário constrói o gráfico a partir de uma tabela que tem o limite de até oito categorias, dos quais são representadas no gráfico com legenda de cores. A frequência é expressa por um número e depois representada no gráfico em porcentagem. Não há outras opções para representar a frequência. Para a construção do gráfico de setores a partir desse OA, é necessária a inserção dos dados na tabela que gera o gráfico automaticamente. Esses dados podem ser alterados a qualquer momento e o gráfico redesenhado.

[3]http://www.proativa.virtual.ufc.br/manipulatives/manipulativos/grafico_pizza/nav/frames_asid_183_g_3_t_5.html

Figura 6: OA gráfico de setores

Fonte: NLVM, on-line, 2010.

Os dados constaram de *check-list,* diário de campo e atividades desenvolvidas pelos alunos na 1ª etapa e na 3ª etapa, as quais foram realizadas sem a ajuda do computador.

As análises estatísticas foram realizadas com dez alunos que realizaram todas as atividades em todas as etapas da pesquisa. Utilizou-se para a análise estatística o *software* STATISTICA® 6.0.

Os dados obtidos, a partir de diário de campo, atividades nos objetos de aprendizagem e enquetes foram analisados pelo método de comparação constante de Strauss e Corbin (2008). Esse método consiste em codificar e analisar os dados, comparando de modo contínuo os fatos que aparecem, buscando similaridades e diferenças, do qual o pesquisador poderá refinar e identificar as propriedades dos conceitos de modo integrado. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos dessas análises.

Resultados Obtidos

Os resultados descritos a seguir foram divididos em três categorias: aplicação da avaliação de conhecimentos prévios e adquiridos; desenvolvimento da intervenção e, por fim, análises estatísticas.

Avaliação de conhecimentos prévios e adquiridos

A avaliação dos conhecimentos prévios e adquiridos foi construída com o objetivo de avaliar os conhecimentos relacionados à representação de informações (tabela, gráfico de barras e gráfico de setores) e à compreensão, ou seja, à interpretação dessas informações.

Desse modo, para a avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos, desenvolveu-se uma pesquisa, durante o horário de aula e entre os alunos, sobre preferência de cores e preferência por sabores de refrigerante.

Os alunos foram questionados sobre qual cor eles preferiam, e o resultado foi sendo construído, em forma de tabela, no quadro branco da sala de aula. As categorias foram fixadas em: azul, vermelho, preto, verde e rosa. A partir do resultado, foi solicitado que os estudantes utilizassem as informações obtidas na pesquisa e representadas na forma de tabela, para construir um gráfico de barras.

Durante atividade, foi possível perceber que os alunos não sabiam o que era um gráfico de barras, apesar de demonstrarem que já ouviram falar, apontando para o código de barras que tem na capa do livro de Matemática, afirmou:

> *Ah, eu sei o que é... Isso é um gráfico de barras!* **(Informação verbal do aluno)**

Para essa construção, foi fornecido aos estudantes lápis, papel e pequenos quadrados, com as cores das categorias utilizadas na pesquisa, para que eles pudessem representar as informações sem a utilização de instrumento, como régua.

A construção de gráfico de setores, para a avaliação dos conhecimentos prévios, teve que acontecer em dia diferente ao do gráfico de barras. Dessa vez, as categorias não foram fixadas, mas selecionadas pelos participantes da turma, sendo escolhidas para a pesquisa, três categorias. Contudo, os estudantes não tinham conhecimento de como é representado um gráfico de setores.

Para que a atividade acontecesse, foram necessários alguns esclarecimentos, como explicar que esse tipo de gráfico, também conhecido como gráfico de pizza, era feito a partir de um círculo. Nesse momento, surgiram outros questionamentos:

> *"Mas como eu vou colocar em um círculo, numa pizza, todas essas pessoas?"* **(Informação verbal do aluno).**

Assim, compreende-se que, para a representação das informações em gráficos, é necessário que os estudantes conheçam as convenções. Para Nunes e Bryant (1997),

> As regras matemáticas obedecem às regras lógicas, mas elas vão além disso. Há também um conjunto de convenções que foram projetadas pelos nossos ancestrais e transmitidas de geração a geração na cultura em que a criança por acaso está inserida. Essas convenções são necessárias para o domínio de técnicas matemáticas (NUNES; BRYANT, 1997, p. 25).

Uma das regras necessárias para a construção de gráficos é que os dados precisam ser representados de forma proporcional. Logo, pode-se perceber a necessidade de princípios lógicos, como o de proporcionalidade. Esse princípio não foi muito explorado na construção de gráfico de barras, já que foram fornecidos aos estudantes os quadradinhos que seriam utilizados para representar cada categoria. Enquanto que, no gráfico de setores, os estudantes tiveram que refletir sobre qual tamanho deveria ter em cada setor do gráfico.

Para a avaliação dos conhecimentos adquiridos, realizou-se procedimento análogo, porém realizando uma pesquisa sobre preferências de atividades de lazer e de sabores de sorvete, respectivamente, para gráfico de barras e de setores.

Para a construção de gráficos de barras e de setores, foram analisadas as habilidades de descriminar as categorias e as frequências adequadamente e se as construções mantinham relações de proporcionalidade. Essas habilidades foram analisadas, anteriormente, de forma qualitativa, comparando as estratégias de construção usadas no pré-teste e no pós-teste (CASTRO *et al,* 2011).

A interpretação dos gráficos de barras e de setores, construídos na avaliação de conhecimentos prévios e adquiridos, foi realizada a partir de perguntas que precisavam ser respondidas em relação à compreensão do gráfico.

A definição dessas perguntas e dos aspectos a serem analisados na interpretação, no caso de gráfico de barras, foi baseada em pesquisa de Guimarães, Ferreira e Roazzi (2001). Assim, para a interpretação de gráficos de barras, verificou-se que os alunos sabiam localizar os pontos de máximo e mínimo, encontrar e classificar as variações (crescimento, decrescimento e estabilidade), localizar categoria a partir do valor de frequência, localizar a frequência de uma categoria e, por fim, se conseguiam fazer agrupamentos a partir do valor de frequência (GUIMARÃES; FERREIRA; ROAZZI, 2001).

Para a interpretação de gráfico de setores, definiram-se as habilidades necessárias para essa atividade baseadas no que foi feito para gráfico de barras e analisando as particularidades de gráficos de setores. Considerou-se, portanto, se os alunos conseguiam localizar e classificar as variações (maior, menor, igual), encontrar uma categoria a partir do valor de frequência, localizar o valor de frequência de uma categoria e compreender as relações entre cada categoria.

Atividades de intervenção

As atividades de intervenção aconteceram no contra turno, no LIE, com o uso do OA gráfico de barras e do OA gráfico de setores. No primeiro dia de intervenção, foram apresentados os objetos de aprendizagem e propostas atividades de representação. Estava no período de Copa do Mundo de futebol, por isso, aproveitou-se o tema para propor construção de gráficos. Assim, após a explicação sobre categorias e frequência, os alunos construíram um gráfico de barras a partir da quantidade de gols que aconteceram na 1ª rodada dos jogos da competição.

A construção de gráfico de setores foi, inicialmente, realizada de forma coletiva e depois em grupos. A atividade proposta foi representar a quantidade de países que conseguiram o título de pentacampeão, tetracampeão, tricampeão, bicampeão e campeão. Nenhum aluno questionou sobre o porquê de se usar o gráfico de setores. Após a realização da atividade, perguntou-se sobre a adequação do gráfico construído para representar os dados apresentados. Nenhum aluno manifestou-se.

Os alunos não apresentaram dificuldade em construir o gráfico da figura 7, mas não souberam responder se era o gráfico mais adequado para representar os dados solicitados. Explicou-se que o gráfico de barras era melhor para fazer comparações entre cada categoria, principalmente quando estas possuem frequências muito próximas.

Figura 7: Gráfico de setores construído por aluno 07 para ilustrar os Campeões da copa do Mundo de futebol

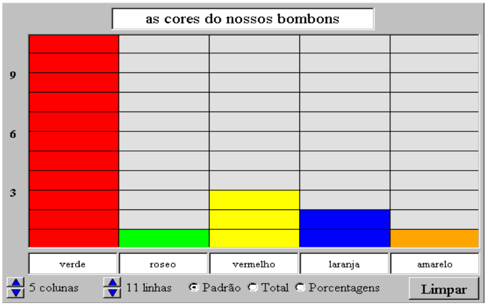
Fonte: Atividade de Intervenção – 2ª etapa

No segundo dia, foram propostas atividades em que os estudantes precisaram definir as categorias. Propôs-se, para gráfico de setores, que construíssem um gráfico representando as atividades que eles faziam durante um dia inteiro. Os alunos ficaram em dúvida se deveria representar o tempo em que passam dormindo. Após explicações e questionamentos, entenderam que a atividade de dormir está inserida dentro do dia inteiro, ou seja, dentro das 24 horas do dia, logo, precisavam ser representadas.

Para gráficos de barra, cada grupo recebeu uma quantidade aleatória de bombons de sabores e cores diferentes. Foi solicitado que eles organizassem os bombons e representassem utilizando o gráfico de barras. Os alunos separaram por cor e por sabor e somente depois construíram o gráfico. Foi uma atividade realizada em pouco tempo, pois a maioria apresentou um domínio maior sobre o OA e sobre os elementos que deveriam conter em um gráfico.

Na Figura 8, está um dos gráficos construídos pelo grupo de alunos. Observa-se que os estudantes optam por organizar os bombons pelas cores, indicadas nas categorias. Percebe-se, na figura 8, que os estudantes não viram problema em colocar as categorias sem a correspondência com a cor da barra, o que proporciona certa confusão.

Figura 8: Gráfico de barras construído por aluno 05 e aluno 11, para ilustrar as cores dos bombons



Fonte: Atividade de Intervenção – 2ª etapa

É importante ressaltar que há uma limitação no OA, pois não permite que as cores das barras sejam alteradas, dificultando a utilização para representar informações que possuam cores nas categorias. Essa mesma característica também é observada no OA gráfico de setores.

No tempo restante, os estudantes planejaram uma pesquisa, que aconteceu em forma de enquete, por meio do *Google Sites*. A turma dividiu-se em 8 grupos, estes definiram as perguntas que gostariam que fossem respondidas. Apenas três grupos fixaram as categorias que seriam respondidas. O endereço das enquetes foi divulgado na escola, a fim de que os estudantes participassem e gerassem dados que seriam analisados no último dia de intervenção.

No terceiro dia de intervenção, os alunos tiveram acesso às enquetes criadas para a coleta de dados. Nesse dia, os grupos precisaram analisar os dados, organizá-los e representá-los na forma de gráfico, sendo que, para isso, teriam que escolher o gráfico mais apropriado para representar sua pesquisa.

Os grupos que, na elaboração das enquetes, fixaram as categorias não tiveram nenhuma dificuldade em construir o gráfico, apenas em escolhê-lo. Os outros grupos tiveram que analisar os dados para verificar as categorias que surgiram para enfim construir o gráfico.

É importante ressaltar que, para a realização dessa atividade, os estudantes precisaram mobilizar uma série de conhecimentos matemáticos. Dentre eles, é possível citar os de classificação, em que os estudantes precisaram discutir e analisar o procedimento mais adequado para a organização dos dados. Para a escolha do gráfico para representar a enquete, os estudantes precisavam conhecer as características de cada gráfico, tanto dos aspectos relacionados às convenções, como nos aspectos de proporcionalidade.

Assim, pode-se perceber que os OA utilizados nessa pesquisa propiciaram múltiplas formas de representação das informações (tabela, gráfico de barras e de setores) e permitiram relacionar as atividades com situações reais.

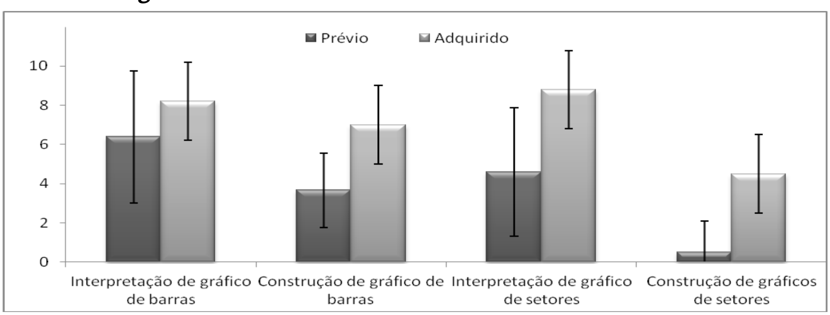
Análise estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade utilizando o teste de *Liliefors*, obtendo um resultado de p=0,05. Esse resultado indica que os dados não possuem uma distribuição normal, e, portanto, não pode ser utilizada análise paramétrica. Logo, optou-se por utilizar uma estatística não paramétrica, e, assim, realizaram-se três tipos de análises com os dados obtidos.

Conhecimento prévio x adquirido – considerando cada habilidade

Utilizou-se o teste pareado de Wilcoxon na comparação do desempenho dos alunos em conjunto, considerando cada habilidade em separado e constatou-se que os valores de ***p*** foram menores que 0,05, indicando uma diferença significativa em todas as habilidades avaliadas antes e depois do tratamento aplicado. Demonstrando, portanto, uma melhora estatisticamente significante no desempenho dos alunos (*figura 9*).

Figura 9: Média das notas em cada habilidade avaliada.



Fonte: Elaboração própria

Analisando o gráfico, pode-se perceber que os conhecimentos prévios dos alunos em interpretar eram maiores que em construir gráficos, principalmente em relação àqueles de barra. E que, após as atividades com os objetos de aprendizagem, os alunos apresentaram uma significativa evolução.

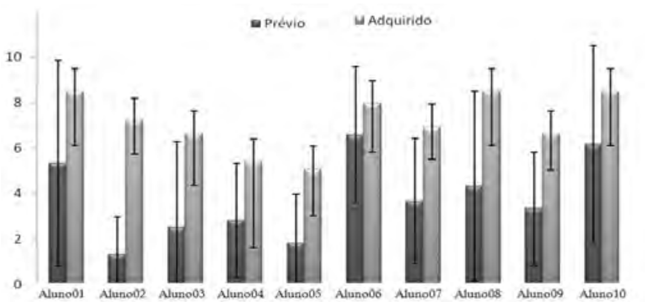
Conhecimento prévio x adquirido – considerando cada aluno

De modo semelhante ao que foi feito na seção anterior, compararam-se os alunos individualmente considerando suas notas, mas juntando as quatro habilidades (construção e interpretação de gráficos de barras e de setores). Para esses resultados, foi utilizado o teste pareado de *Wilcoxon* que encontrou todos os valores maiores que 0,05 indicando que não existe, estatisticamente, uma diferença significativa entre o antes e o depois dos alunos.

Vale ressaltar que isso não significa que não houve melhoria real. O que aconteceu aqui é que o **n** amostral é pequeno, ou seja, há apenas quatro notas por alunos, e o teste de *Wilcoxon* perde robustez nesta circunstância.

Apesar de a estatística demonstrar que não houve grandes diferenças, todos os alunos melhoraram o desempenho, além de que os desvios padrão entre eles diminuíram indicando um nivelamento entre as notas (figura 10).

Figura 10: Média das notas de cada aluno nas diferentes habilidades avaliadas.



Fonte: Elaboração própria

Conhecimento prévio x adquirido - considerando habilidades e desempenho individual

Também foi utilizado o teste pareado de *Wilcoxon* nas análises de comparação das notas, dos 10 alunos, antes e depois das atividades com os objetos de aprendizagem. O resultado foi p = 0, 000002, ou seja, diferença altamente significativa indicando forte melhoria após o tratamento aplicado ao grupo.

Dessa forma, após a intervenção com objetos de aprendizagem, em relação à construção do gráfico de barras, 100% dos alunos conseguiram separar e descriminar categorias, e 60% dos alunos passou a representar a frequência de cada categoria de forma proporcional. Enquanto que, para a construção do gráfico de setores, 90% desenvolveram habilidades de descriminar as categorias e não houve melhoria em representar a frequência de forma proporcional.

Os resultados obtidos nessa pesquisa indicam que a intervenção com os objetos de aprendizagem possibilitou o conhecimento das convenções e uma melhor compreensão de alguns aspectos de proporcionalidade e classificação. Castro (2012) ressalta a importância das convenções, da proporcionalidade e da classificação para a construção e compreensão de gráficos estatísticos. A seguir, discutem-se as conclusões do estudo apresentado.

Conclusão

As atividades de intervenção foram importantes para que os estudantes desenvolvessem o conhecimento relacionado às convenções de gráficos, adquirindo ou melhorando as habilidades de construção relativas à proporcionalidade e classificação, além de contribuir com o desenvolvimento das habilidades de interpretação.

Os resultados corroboram com a pesquisa de Lima e Magina (2007), que também verificou a dificuldade em representar os dados mantendo relações de proporcionalidade. Essas dificuldades foram verificadas nas avaliações de conhecimentos prévios referente à construção de gráficos de barras e de gráficos de setores.

As relações de proporcionalidades existente na construção de gráfico de setores são bem mais complexas que nas do gráfico de barras. Enquanto que, no gráfico de barras, a proporcionalidade se resume à representação de cada parte, cada categoria (parte-parte), no gráfico de setores, essa representação precisa relacionar a parte (categoria) com o todo (parte-todo).

Esses resultados são melhor compreendidos ao se analisar os objetos de aprendizagem. O OA de gráfico de barras permite que o aluno perceba as relações existentes entre as linhas e colunas, de modo que possam modificar cada elemento do gráfico. Já o OA de gráfico de setores apenas possibilita que o aluno insira as categorias e a frequência em uma tabela, gerando o gráfico automaticamente. Dessa forma, a evolução na habilidade de descriminar as categorias se justifica, uma vez que permite essa descriminação que é representada na forma de tabela e gráfico e, portanto, quando o aluno vai fazer a construção sem a ajuda do objeto de aprendizagem, não consegue relacionar as categorias e a frequência.

Observa-se, nesses OA, apesar de algumas limitações, como as cores fixas, um grande potencial para a utilização em atividades investigativas, com situações reais ou fictícias que envolvam coleta, organização e representação de dados, pois facilitam e agilizam a construção dos gráficos.

Assim, devem-se considerar alguns aspectos no desenvolvimento e na utilização de OA no ensino de gráficos estatísticos, além das facilidades de construção, se comparados à utilização de lápis, papel e instrumentos de desenho, como régua e transferidor. O primeiro aspecto é apresentar as convenções, ou seja, as características necessárias para representar cada tipo de gráfico, como as barras e o círculo, no caso do gráfico de barras e de setores, respectivamente. Nessas convenções, também é importante constar título do gráfico, as categorias e a frequência. O segundo elemento é considerar os aspectos de proporcionalidade característicos de cada tipo de gráfico, de modo que o estudante possa compreender essas relações à medida que utilizar esses recursos para fazer as representações. Além disso, acrescenta-se um terceiro elemento que é explorar as habilidades de classificação e a compreensão de categoria.

Logo, para a utilização de AO, devem-se compreender as potencialidades e limitações dos materiais, para que assim, possam-se propor atividades que criem oportunidades para que os estudantes reflitam sobre os conceitos matemáticos necessários a cada tipo de representação.

Referências

AINLEY, J.; MONTEIRO, C. E. Comparing curricular approaches for statistics in primary school in England and Brazil: a focus on graphing. In: BATANERO, C. *et al* (Eds.). *Joint Study of International Commission on Mathematical Instruction on and International Association or Statistical Education:* Teaching Statistics in School Mathematics. 2008, Monterrey, Mexico. Proceedings. Monterrey, 2008, p. 1-6.

______., NARDI, E.; PRATT, D. Towards the construction of meaning for trend in Active Graphing. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5.2, 2000, p. 85-114.

ARIADNE. *Alliance of remote instructional authoring and distribution networks for Europe website* [On-line], 2000. Acessível em: <http://ariadne.unil.ch/>

BRASIL, MEC/SEF. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Matemática. Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

______. Ministério da Educação. INEP. *PDE:* Plano de Desenvolvimento da Educação - Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores. Brasília: MEC, SAEB; Inep, 2008.

CARVALHO, L. M. T. L.; MONTEIRO, C. E. F. e CAMPOS, T. M. M. Aspectos visuais e conceituais envolvidos na interpretação de gráficos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática* (UNIÓN), Dez. 2010, número 24, pg. 135-144.

CASTRO, J. B. *A utilização de objetos de aprendizagem para a construção e compreensão de gráficos estatísticos.* Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação – Universidade Federal do Ceará, 2012, 215p.

______.; BARRETO, A. L. O.; OLIVEIRA, G. P.; CASTRO FILHO, J. A. Objetos de Aprendizagem digitais como suporte para a construção e compreensão de gráficos. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA

DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais...*, Recife: EDUMATEC, 2011, p. 1-6.

ESTEVAM, E. J. G.; FÜRKOTTER, M. (Res)Significando gráficos estatísticos no Ensino Fundamental com o software SuperLogo 3.0. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v.12, n.3, pp. 578-597, 2010.

GUIMARÃES, G. L.; FERREIRA, V. G.G.; ROAZZI, A. *Interpretando e construindo gráficos.* ANPED, 24ª Reunião Anual, Caxambu, 2001.

LIMA, R. C. R. de; MAGINA, S. M. P. Ler e interpretar gráficos usando as novas tecnologias: um estudo com alunos da 4ª série do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais...* Belo Horizonte: Dantas Projetos Digitais, 2007.

LIRA, O. C. T.; MONTEIRO, C. E. F. Uso do computador na construção e interpretação de gráficos nos anos iniciais do ensino fundamental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais...* Recife: UFPE, 2008. p. 1-7.

LOPES, C. E. Os Desafios para a Educação Estatística no Currículo de Matemática. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. de Q. e S.; ALMOULOUD, S. A. (Orgs.). *Estudos e reflexões em educação estatística.* Campinas, SP: Mercado de letras, 2010.

LTSC, *Learning technology standards committee website* (on-line), 2000

McGREAL, R. Learning objects: a practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning* [IJITDL], v.9, n. 1, 2004.

NUNES, T; BRYANT, P. *Crianças fazendo matemática.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition a metaphor, and a taxonomy. In WILEY, D. (Ed.). *The* *instructional use of learning objects.* Logan, UT: Digital Learning Environments Research Group, 2001.

RECURSOS DIDÁTICOS DIGITAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA

Joserlene Lima ***Pinheiro***
Rodrigo Lacerda ***Carvalho***
Dennys Leite ***Maia***

Introdução

A Matemática é um instrumento para o conhecimento do mundo e domínio da natureza. Seus conceitos e resultados, apesar de abstratos, têm sua origem na realidade, encontrando aplicações em outras ciências e em inúmeros aspectos práticos da vida. Essa característica confere àquela ciência um extenso campo de atuação.

Os conhecimentos matemáticos são utilizados a todo instante na construção da realidade. Entretanto, a deficiência na aprendizagem de seus conceitos tem gerado preocupação em diversos setores da sociedade, em especial aqueles ligados à educação. Alternativas têm sido buscadas para superar os problemas existentes nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática. No âmbito acadêmico, pesquisadores têm se debruçado para investigar novas práticas e estratégias, baseadas em teorias, que visam à superação das dificuldades.

As tendências em Educação Matemática constituem um caso exemplar da busca de ações que auxiliem professores no desenvolvimento de práticas que favoreçam o aprendizado discente. Nosso objetivo, neste texto, é refletir sobre a integração de duas destas tendências – jogos e informática educativa – no sentido de analisar o uso de recursos didáticos digitais para o ensino de Matemática, em particular, nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Ao mesmo tempo em que as pesquisas acadêmicas evidenciam diversas possibilidades para o ensino de Matemática com uso das tecnologias digitais, as ferramentas necessárias para esse trabalho também são desenvolvidas. Existem vários portais que possibilitam acesso livre e gratuito a milhares de recursos digitais voltados para a Matemática da Educação Básica. São exemplos de alguns deles: *i)* Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE); *ii)* Portal do Professor; *iii)* TV Escola; *iv)* Fábrica Virtual da UNIJUI; *v)* Mídias Digitais para a Matemática (MDMat - UFRGS); *vi)* Matemática Multimídia (M3 – UNICAMP) e *vii)* Grupo de Pesquisa Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA – UFC). Destes, os 3 primeiros são projetos do Governo Federal e os demais, iniciativas de grupos de estudo e pesquisa de universidades brasileiras, que produzem objetos de aprendizagem.

No que compete aos *softwares* educativos para o ensino de Matemática, aqueles que podem ser instalados nos computadores, Maia, Nascimento e Pinheiro (2010) identificaram 42 *softwares* educativos livres[1] para a Educação Básica. Desses, 7 são apropriados para a Educação Infantil, 26 aptos para os anos iniciais do Ensino Fundamental, 31 para os anos finais e 32 programas para trabalho no Ensino Médio. Todos esses recursos oportunizam um leque de possibilidades pedagógicas para o ensino da Matemática. O professor deve conhecê-los, identificando possibilidades e limitações, a fim de obter melhor desempenho em suas práticas.

Para essa discussão, adotamos uma *suíte* composta por várias atividades - o *software* educativo livre *GCompris* - presente em computadores (*desktops* e *laptops*) de escolas públicas. A escolha foi realizada em decorrência de este aplicativo contemplar os temas dos quatro blocos do ensino da Matemática para os anos iniciais do Ensino Fundamental, por estar presente nos sistemas operacionais baseados em Linux voltados para a educação, como nos computadores distribuídos pelo poder público, além de ser um *software* premiado internacionalmente.

No *GCompris,* existem atividades que abordam conteúdos curriculares, que devem ser desenvolvidos com os alunos. Esses conteúdos são recomendados por documentos oficiais brasileiros, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que relacionam competências com o conteúdo curricular. No referido documento, tais competências são indicadas em blocos de conteúdo de acordo com a faixa etária escolar. Na Matemática, os blocos de conteúdos são: *i)* Espaço e Forma; *ii)* Grandezas e Medidas; *iii)* Números e Operações[2] e *iv)* Tratamento da Informação.

Os critérios usados pelos programas de avaliações, como Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e Sistema Permanente de

---

[1]*Softwares* livres são programas de computador em que o usuário tem liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, modificar (através do acesso ao código-fonte) e aperfeiçoar. Na maioria das vezes é isento do pagamento de licenças de uso e *royalties.*

[2]Na matriz de referência, além da ordem dos temas não seguirem a mesma dos PCN, o bloco Números e Operações é adicionado o destaque à Álgebra e Funções.

Avaliação da Educação no Ceará (SPAECE), apresentam semelhanças com esses referenciais. Esses critérios são determinados por meio de descritores para cada uma das disciplinas avaliadas. Os descritores de Matemática perfazem um total de 28 habilidades baseados em matrizes de conteúdos

> estruturadas por anos e séries avaliadas. Para cada um deles são definidos os descritores que indicam uma determinada habilidade que deve ter sido desenvolvida nessa fase de ensino. *Esses descritores são agrupamentos por temas que relacionam um conjunto de objetivos educacionais* (BRASIL, 2008, p. 106 – grifos nossos).

Trataremos dos descritores do 5º ano do Ensino Fundamental, por ser o momento de transição entre as etapas inicial e final deste nível de ensino. Esta faixa escolar serve de parâmetro avaliativo nos sistemas de avaliação de larga escala. Ademais, esse nível de ensino demanda maior foco de pesquisas, visto que as discussões tendem a polarizar no nível de atuação de Licenciados em Matemática, ou seja, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

No que tange às atividades propostas com suporte do *GCompris*, estas foram baseadas em 6 descritores. Destes, 4 são da área da Geometria e 2 voltados para a Aritmética, contemplando, pelo menos, 1 descritor de cada bloco de conteúdos, escolhidos conforme as condições do *software*.

Alguns desses recursos apresentam características lúdicas. Além disso, por proporcionarem o tratamento dos conteúdos de forma mais atraente aos alunos, por vezes, são confundidos como jogos. Entretanto, jogos têm finalidade em si mesmos – pontuação, vencer o adversário, passar de nível, dentre outros. Nessa perspectiva, a motivação do jogo é externa, exterior ao sujeito. Na educação, os jogos não podem ser adotados sob essa justificativa. O incentivo ao uso de qualquer recurso didático deve estar atrelado ao desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Nesse sentido, identificamos os jogos como recursos que podem contribuir para o trabalho do professor não apenas de maneira a diversificar estratégias, mas também tornar o aluno sujeito ativo na construção de seu conhecimento. Além disso, a informática educativa tem se mostrado uma tendência capaz de proporcionar mudanças na prática educativa e otimizar as aulas de Matemática. Para Mendes (2009), o uso das tecnologias na Educação Matemática tem contribuído para que professores e alunos superem obstáculos no processo de ensino-aprendizagem. Diante do exposto, apresentaremos uma proposta de relação entre jogos e informática educativa, para o trabalho com o ensino de Matemática nos iniciais do Ensino Fundamental.

Informática educativa e jogos: desvelando *links* entre tendências da Educação Matemática

A união das duas tendências desvela uma seara que demanda maiores investigações, qual seja a importância do uso pedagógico de jogos educativos digitais para a aprendizagem da Matemática. Por jogo educativo digital, consideramos *softwares* educativos que tratam os conceitos matemáticos de forma lúdica. Entretanto, evidenciamos a ideia de usar esses recursos para além da brincadeira, explorando seu potencial pedagógico. Essa discussão mostra-se relevante considerando o trabalho de Maia (2012), que identificou, em estudantes de Pedagogia, uma visão do ensino da Matemática com uso de tecnologias digitais fortemente ligado à ideia de jogos educativos e desvinculado de objetivos pedagógicos claros.

Os PCN afirmam que o jogo, além de ser um objeto sociocultural, em que a Matemática está presente, é uma atividade natural no desenvolvimento dos processos psicológicos básicos (BRASIL, 1998). Para Moura (2006), o jogo é desencadeador de desafios, na medida em que desestrutura o pensamento do indivíduo, possibilitando-lhe analisar situações e criar estratégias próprias de resolução de problemas. Estas ações propiciam o desenvolvimento de habilidades, como análise de possibilidades, tomada de decisão e, em alguns casos, o trabalho em grupo, saber ganhar e perder.

De acordo com Muniz (2010, p. 13),

> O valor dos jogos para a aprendizagem ganha força e importância a partir dos teóricos construtivistas, especialmente a partir da ideia de que o jogo potencializa a zona de desenvolvimento proximal, segundo Vygotsky (1994). Nesta perspectiva, o jogo é concebido como um importante instrumento para favorecer a aprendizagem na criança e, em consequência, a sociedade deve favorecer o desenvolvimento do jogo para favorecer as aprendizagens, em especial, as aprendizagens matemáticas.

O uso de jogos no ensino dos conteúdos matemáticos, para além do lúdico, resgata aspectos do pensamento matemático, por vezes, ignorado pela escola (D'AMBRÓSIO, 1989). Tais recursos podem ser uma fonte de criação de situações-problema e, assim, propiciar o desenvolvimento da atividade matemática.

Moura (2006) destaca que a importância não reside no simples uso do jogo para trabalhar a Matemática, senão na intervenção pedagógica que se faz junto a ele. A mediação e orientação do professor, quanto aos procedimentos realizados pelo aluno ao utilizar o recurso, o questionamento sobre suas ações e estratégias, é que fazem daquele desafio um ambiente de aprendizagem e criação conceitual.

Tomando os videogames como um caso exemplar da inserção das tecnologias computacionais no cotidiano das crianças, ainda no final do Século XX, Papert (2008) observou o quanto aquele aparato poderia trazer de positivo para a educação. Para o teórico, os videogames estariam envolvendo as crianças num aprendizado, proporcionando-lhes o desenvolvimento da autonomia uma vez que possibilita aos pequenos usuários a testagem de ideias utilizando regras e estruturas pré-estabelecidas (PAPERT, 2008).

Papert tinha uma visão inovadora acerca do uso de computadores na Escola, principalmente considerando que as suas discussões foram iniciadas nos anos 1970. A referência às duas abordagens pedagógicas para o uso do computador é, sem dúvida, uma de suas relevantes contribuições para a informática educativa. A partir de sua linguagem de programação *Logo*, Papert (2008) identificou que haveria a abordagem instrucionista e a construcionista. Na primeira, com origem em teorias da aprendizagem de cunho behavioristas, o computador assume o papel de máquina de ensinar. No segundo caso, fundamentado pela concepção cognitivista, o computador "é ensinado" pelo aprendiz, como o caso do *Logo.*

O recurso digital baseado numa abordagem construcionista

> (...) tem o poder de dar ao aluno a autoconfiança na sua capacidade de criar e fazer Matemática. Com essa abordagem a Matemática deixa de ser um corpo de conhecimentos prontos e simplesmente transmitidos aos alunos e passa a ser algo em que o aluno faz parte integrante no processo de construção de seus conceitos (D'AMBRÓSIO, 1989, p. 5).

Apesar de os recursos didáticos digitais na abordagem construcionista serem os mais indicados como ferramenta para a aprendizagem da Matemática, é necessário salientar que os jogos educativos, numa perspectiva instrucionista, também podem ser usados nas práticas pedagógicas. Estes ainda representam a maioria dos *softwares* disponíveis. O professor, ao adotar um destes recursos, deve estar ciente de suas possibilidades e, principalmente, suas limitações. No caso dos *softwares* educativos instrucionistas, ele deve valer-se ainda mais da sua condição de mediador, além de ter bastante ciência dos objetivos que pretende com a aula.

A escolha de qualquer recurso para aulas de Matemática deve, portanto, basear-se em critérios pedagógicos claros. Primeiramente, ele deve estar a serviço do processo educativo, em função disso, deve ser escolhido por adequar-se aos objetivos previstos para a aula e nunca ao contrário, isto é, definir-se o *software* a ser utilizado sem clareza dos objetivos a atingir.

Os jogos educativos digitais devem explorar um conteúdo ou conceito e criar situações favoráveis à aprendizagem e superação de dificuldades. A variação de situações e de representações em torno de um mesmo conceito é apontada como condição *sine qua non* para a aprendizagem discente (VERGNAUD, 1990). Essa variedade de situações e sistemas de representação pode ser desenvolvida em jogos educativos.

O uso de *softwares* educativos/educacionais[3], na perspectiva do jogo, não representa,, em si qualquer problema para a prática docente. Todavia, para a potencialização do jogo educativo digital como ferramenta de aprendizagem, faz-se necessário que seu uso esteja respaldado em elementos pedagógicos, visando ao desenvolvimento de conceitos por parte do aluno. Problemas na prática docente podem estar vinculados ao uso do jogo pelo jogo, como uma atividade estritamente diferente do ponto de vista das ações, mas pouco significativa considerando a aprendizagem dos alunos.

Considerando que as tecnologias digitais, em especial computadores conectados à internet, estão cada vez mais presentes na Escola é imprescindível estudos que indiquem como melhor utilizar esses

[3]A depender de sua finalidade e uso, um software pode ser educativo ou educacional. Educativo é aquele desenvolvido para o propósito de ser uma ferramenta no auxílio do aprendizado. Já educacional é o programa que não foi idealizado com o caráter pedagógico, mas pode ser utilizado para esse fim, como uma planilha eletrônica, por exemplo.

recursos. Os laboratórios de informática educativa já são realidade em praticamente todas as escolas do Brasil. Além disso, o Programa Um Computador por Aluno, que prevê a distribuição de um *laptop* educacional para cada estudante de escola pública brasileira, já está sendo implantado e presente no dia a dia de algumas unidades de ensino básico. Este é um debate pertinente à Educação Matemática, pois, como observam Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 46), "se, de um lado, pode ser considerado relativamente simples equipar as escolas com essas tecnologias, de outro, isso exige profissionais que saibam utilizá-las com eficácia na prática escolar".

Convém lembrar que ambos os projetos de informatização escolar citados contam com a adoção de *softwares* livres para viabilizá-los, devido, principalmente, à isenção de taxas e licenças de uso. Portanto, devemos considerar que são os jogos educativos livres, presentes nas máquinas que equipam as instituições de ensino no País, objetos de maior relevância para a pesquisa neste campo.

Com base nesses pressupostos, visamos a uma reflexão, a partir de análises bibliográficas, sobre o uso de jogos educativos livres no ensino da Matemática. Assim, indicamos atividades que exploram conteúdos matemáticos no Ensino Fundamental, integrando as tendências do uso de jogos e informática educativa, propondo situações para o trabalho docente no ensino da Matemática.

Atividades matemáticas com uso do jogo educativo livre *GCompris*

Propomos, nesse tópico, atividades de exploração pedagógica do *software GCompris* como forma de auxiliar o trabalho docente, no que diz respeito ao ensino da Matemática. Explicitamos, em cada atividade, o descritor abordado, apontando conteúdos e estratégias alternativas a serem trabalhadas em complementação ao recurso digital. Vale registrar que defendemos uma proposta de integração dessas "novas" tecnologias com aquelas já presentes na Escola. Não se trata, portanto, de abolir atividades com o livro, caderno e lápis com a chegada dos computadores. Pelo contrário: propomos atividades que, ao integrar as diferentes mídias, outras situações didáticas sejam desveladas.

Consideramos oportuno estabelecer estas atividades não como um receituário, mas um convite à reflexão sobre o uso de recursos que vêm ganhando espaço no cotidiano escolar e oportunizam uma prática alternativa frente às atuais dificuldades com a Matemática, apresentadas pelos alunos. As atividades contemplam os conteúdos, porém, não de forma reducionista, mas estimulando a intervenção consciente dos professores que ensinam Matemática.

Tema 1 - Espaço e Forma

O descritor D1 propõe "identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, *croquis* e outras representações gráficas". Para trabalhar esta competência, consideramos a atividade presente no *GCompris:* "Redesenhe o item mostrado" (Figura 01). A proposta é que o aluno execute a reprodução de figuras numa malha quadriculada, composta por linhas e colunas, a partir da identificação das coordenadas do desenho original. O aluno desenvolverá a competência indicada pelo descritor no momento em que buscará identificar, na outra malha quadriculada, a partir das coordenadas, a localização dos objetos que devem compor a figura por ele executada. Caberá ao aluno reproduzi-la conforme a outra representação gráfica, respeitando a posição das figuras e suas relações com as linhas e colunas presentes na malha, induzindo uma percepção multiplicativa. Esta atividade interessa também por contribuir para leitura de mapas e como um pré-requisito para anos futuros, quando o aluno for estudar o plano cartesiano.

Figura 1: Atividade "Redesenhe o item" do *Gcompris.*

Fonte: Elaboração própria.

Para além desta atividade, indicamos outra complementar a esta, considerando o descritor D5, que visa a "reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas". Para tanto, o professor, levando em consideração seu papel de mediador, poderia solicitar aos alunos que tentassem replicar as imagens sugeridas na atividade em escalas maiores (ampliação) ou menores (redução) em malha quadriculada produzida no computador ou mesmo no papel. Dessa forma, estaria trabalhando a noção de proporcionalidade. Esta ideia busca não só o desenvolvimento das competências trabalhadas pelos descritores, mas a conciliação e diversificação de mídias e representações.

Tema 2 - Grandezas e Medidas

Considerando o descritor D7, que indica a necessidade de "resolver problemas significativos utilizando unidades de medida padronizadas, como *km/m/cm/mm*, *kg/g/mg*, *l/ml*". Uma atividade presente no *GCompris* possível de ser utilizada chama-se "Acerte a balança" (Figura 2). Nela, há diversos elementos para trabalhar com unidades de massa, estabelecendo o movimento da balança, observando a desigualdade entre os pesos de acordo com os gabaritos carregados em cada um dos pratos, conhecimento necessário na vida escolar e cotidiana dos estudantes. Ao realizar esta atividade, o aprendiz passa a comparar os diferentes gabaritos considerando as distintas unidades de medidas. Por exemplo: uma situação em que o aluno precisa perceber que o peso indicado como 0,5 *kg* tem a mesma massa de 500 *g* para poder resolver o problema.

Figura 2: Atividade "Acerte a balança" do *Gcompris*.

Fonte: Elaboração própria.

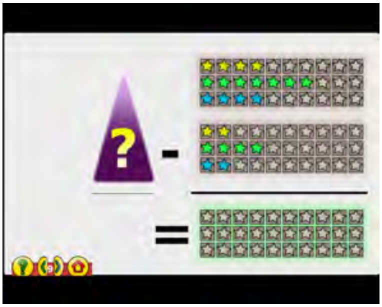
Muitos conhecimentos fazem parte do repertório cognitivo dos alunos em questão, construídos a partir das informações já trabalhadas em seu dia a dia. Nesse caso, a intervenção docente pode oportunizar situações em que o estudante realize operações de subtração e adição com os pesos, visando a estabelecer o equilíbrio da balança, tratando de estruturas aditivas (VERGNAUD, 1990) estabelecendo conexões entre as atividades do bloco números e operações com o de grandezas e medidas. Salientamos a importância desses conhecimentos para, a partir deles, desenvolver práticas de ensino-aprendizagem que envolvam outras competências, como conversão de unidades (grama para quilograma, por exemplo), e apropriação de conceitos matemáticos, como igualdade e/ou desigualdade aritmética.

Cabe mais uma vez ressaltar a importância de trabalhar esta atividade, utilizando-se de ferramentas diversas. O *software* apresenta características que podem servir para problematizar este uso. Por exemplo, é possível comparar se, de fato, a massa do objeto utilizado no recurso (ex.: uma laranja de 1 *kg*) corresponde à massa dos objetos no mundo real. Esta complementação pode propiciar, inclusive, o desenvolvimento do descritor D6 "estimar a medida de grandezas, utilizando unidades de medida convencionais ou não".

Tema 3 - Números e Operações/Álgebra e Funções

Um dos descritores deste tema, o D19, indica a necessidade de os alunos terem experiências para "resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração: juntar, alteração de um estado inicial (positiva ou negativa), comparação e mais de uma transformação (positiva ou negativa)". Para esta competência, indicamos a atividade "Chapéu Mágico" (Figura 3) nas operações de adição e subtração. O aluno é encorajado a "descobrir" a transformação que ocorreu entre os grupos de estrela, utilizando-se da comparação entre o antes e depois do levantar do chapéu mágico. Convém observar que o aluno deve considerar os diferentes agrupamentos de estrelas - amarelo, verde e azul - para realizar as operações. É nesta perspectiva que se percebe, com maior ênfase, a importância do trabalho com as diferentes situações em um mesmo campo conceitual, conforme preconiza Vergnaud (1990).

Figura 3: Atividade “Chapéu mágico (Subtração)” do *Gcompris*.



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com o nível da atividade, trabalha-se com até 3 grupos de estrelas que podem ser relacionadas aos agrupamentos do sistema de numeração decimal, quais sejam: unidades, dezenas e centenas. O professor pode trabalhar várias relações de transformação entre os agrupamentos originais e os decorrentes da operação realizada pelo chapéu. Por exemplo, explorar a decomposição numérica, definindo melhor os processos que se operam com os elementos de mesma ordem, criando, a cada 10 unidades de uma ordem, uma nova unidade de ordem superior. O *QVL* (Quadro Valor e Lugar), material concreto bastante utilizado nos anos iniciais do Ensino Fundamental, pode ser uma ferramenta complementar a esta atividade.

Tema 4 - Tratamento da informação

Para este tema, baseamo-nos no descritor D27 que diz: “ler informações e dados apresentados em tabelas”. Elencamos a atividade “Tabela de correlação” (Figura 4), representada por uma tabela de dupla entrada em que o aprendiz deve organizar os objetos de acordo com as identificações das linhas e colunas.

Figura 4: Atividade "Tabela de correlação" do *Gcompris*.

Fonte: Elaboração própria.

No banco de imagens do lado esquerdo, estão dispostas três categorias de objetos, em quantidades diferentes. A correlação que o aluno desenvolve diz respeito à intersecção entre o objeto exposto nas linhas e as quantidades indicadas nas colunas. Por exemplo, o aluno deve organizar um grupo de maçãs, considerando a linha indicada para este objeto e a quantidade representada em numeral na coluna. Nessa atividade, o aluno terá contato com diferentes representações, sendo necessário fazer o que Duval (2009) denomina por conversão, ou seja, a transformação de um registro gráfico para numérico.

O docente pode ampliar os conceitos que envolvem tratamento da informação, para superar as limitações do *software,* propondo que os alunos elaborem novas tabelas a partir de temas do seu interesse. Com esse tipo de atividade, pode-se iniciar discussões acerca de combinação entre grupos de elementos, conforme propõe o descritor D20 "resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação ou divisão: multiplicação comparativa, ideia de proporcionalidade, configuração retangular e combinatória".

As atividades sugeridas com a união das tendências em Educação Matemática - jogos e informática educativa - intencionam contribuir para a prática docente, agregando, além do aspecto motivacional, inerentes aos recursos lúdicos e interativos, elementos teórico-práticos de professores que ensinam Matemática nas primeiras séries da escolarização. Os docentes devem complementar as atividades para além do que possibilita o recurso digital, superando a ideia de que somente um tipo de tecnologia seja analógica ou digital é suficiente para proporcionar condições para o aprendizado discente.

Considerações finais

Empreendemos o esforço de propor atividades que considerem práticas de ensino da Matemática de modo a privilegiar o jogo digital, a informática educativa e as orientações quanto aos conteúdos da disciplina propostos para a educação nacional. Buscamos relacionar as determinações das matrizes de referência para avaliação com o uso dos jogos educativos digitais.

Recursos digitais podem desafiar os alunos à elaboração de suas próprias soluções para problemas, desenvolvendo sua autonomia. Assim é necessário que os professores tenham conhecimento das potencialidades e limitações dos jogos educativos digitais, integrando-os em sua prática, articulada com os objetivos de cada nível de ensino.

Desse modo, procurar conhecer ferramentas, conceitos e procedimentos são passos que devemos ensaiar. Explicitamos elementos para tornar mais claro que o ensino de Matemática enfrenta o desafio de construir um currículo que transcenda procedimentos mecânicos. Os jogos educativos digitais podem ser aliados importantes nesse processo de superação. Existe ainda a necessidade de avançar no sentido de melhor explorar o próprio *GCompris*, como também avaliar as contribuições de outros jogos digitais disponíveis nos computadores presentes nas escolas.

Esperamos, com este trabalho, estimular o uso de jogos educativos digitais no ensino de Matemática. Para isso, é necessário que professores conheçam possibilidades e limites dos recursos, levando em consideração os conceitos que podem ser explorados. Acreditamos que assim seja possível levar os alunos a compreender as relações existentes na realidade de modo a criar condições alternativas para intervir no contexto social onde o conhecimento é produzido.

Destacamos ainda que o uso de jogos educativos livres, como o *GCompris*, embora inserido em uma abordagem instrucionista do conhecimento, com a devida mediação docente pode traduzir-se em um processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

Ressaltamos, finalmente, que as atividades realizáveis a partir do uso do jogo educativo digital têm limitações que devem ser superadas com a ação pedagógica do professor. Cada atividade pode provocar no aluno uma elaboração conceitual, considerando a mediação do professor, no sentido da ampliação de seus efeitos na aprendizagem.

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais:* Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_______. Secretaria de Educação Básica. *PDE/Prova Brasil:* plano de desenvolvimento da educação. Brasília: MEC/SEB/INEP, 2008.

D'AMBRÓSIO, B. S. Como ensinar Matemática hoje? *Revista Temas & Debates,* Ano II, n. 2, Brasília: SBEM, 1989, p. 15-19.

DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano:* registro semiótico e aprendizagens intelectuais. Fascículo 1. São Paulo: Editoria Livraria da Física, 2009.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática:* percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

MAIA, D. L. *Ensinar Matemática com uso de tecnologias digitais:* um estudo a partir da representação social de estudantes de Pedagogia. 2012. 191p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

___________.; NASCIMENTO, K. A. S. do; PINHEIRO, J. L. Levantamento de softwares educativos livres para a Matemática: o que há para a Educação Básica. In: ENCONTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DA UNIFOR, *Anais...* Fortaleza: Unifor, 2010.

MENDES, I. A. *Matemática e investigação em sala de aula:* tecendo redes cognitivas na aprendizagem. Ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MOURA, A. R. L. de. *Resolver problemas:* o lado lúdico do ensino da matemática. Brasília: MEC/ SEB/SED. UFPA, 2006.

MUNIZ, C. A. *Brincar e jogar:* enlaces teóricos e metodológicos no campo da Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

PAPERT, S. *A máquina das crianças:* repensando a escola na Era da Informática. Trad. Sandra Costa. - ed. rev. - Porto Alegre: Artemed, 2008.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. In: *Recherces en didactique des mathématiques.* vol. 10. nº. 23, p. 133-170, Paris, 1990.

O LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA E O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Márcia Maria Siqueira **Vieira**
Maria Gilvanise de Oliveira **Pontes**
Luiz Antonio de Oliveira **Barreto**

Introdução

O uso da informática na escola tem sido assunto de discussão no meio acadêmico e tema de diversos estudos. Esse fator tem como premissa a inserção dos recursos computacionais no processo de ensino e aprendizagem na qual tem requerido do professor o desenvolvimento de novas habilidades pedagógicas e o conhecimento de técnicas e recursos que utilizam o computador.

Fica destoante, nas atividades escolares, ignorar a presença do computador como instrumento pedagógico para a promoção daquele processo. Alunos utilizam os recursos computacionais em seu cotidiano, principalmente, quanto ao acesso à informação e à comunicação. Dessa forma, o computador não é um instrumento alheio ao aluno, nem mesmo seu manuseio, pelo contrário, é um recurso que ele domina. Porém, a forma de utilização pode ser diferenciada no aspecto pedagógico e direcionamento de interesse. No entanto, o desenvolvimento de habilidades, em determinado instrumento, trás, para a escola, um pressuposto facilitador para a inserção das atividades de sala de aula.

Partindo do princípio de que o professor esteja convencido da importância do uso do computador nas atividades escolares e que os alunos possuem, via de regra, habilidades em utilizar os recursos computacionais, resta analisar o uso do computador na escola.

Dentre os temas acadêmicos tratados na escola, a Matemática demanda do aluno um empenho quanto à resolução de problemas e requer, para tal fim do desenvolvimento da capacidade de compreensão, raciocínio lógico e habilidade para decodificar informações que exigem, de certa forma, maior organização sequencial do pensamento.

No sentido estrito, os conteúdos matemáticos envolvem os esquemas de comparação, classificação, inclusão, correspondência, seriação, ordenação e conservação. Tais conteúdos direcionam a capacidade de resolução de problemas bem como potencializa outras habilidades cognitivas lógicas e sequenciais. Para alcançar os objetivos, o professor precisa laçar mão de recursos pedagógicos que motivem a aprendizagem. Considerando as dificuldades geralmente apresentadas pelos alunos quanto aos conteúdos da Matemática, diversas propostas têm sido apresentadas pela literatura pertinente, citando-se no ensejo o uso do computador como fonte instrumental para a inserção das atividades escolares.

O computador está presente nas escolas públicas, principalmente, por meio da organização de Laboratórios de informática Educativa (LIE), disponibilizados aos professores sob a coordenação e apoio de profissionais da área da educação. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a dinâmica do uso do LIE para o ensino e aprendizagem na escola pública, em particular relacionada aos conteúdos da Matemática no Ensino Fundamental.

Os procedimentos metodológicos contaram com pesquisa bibliográfica, nos moldes de revisão de literatura sobre o tema tratado por meio de atividades científicas já publicadas e pesquisa de campo com observação participante.

O ensino e a aprendizagem da Matemática

Os conteúdos da Matemática possuem como diferencial ser parte da ciência que proporciona o desenvolvimento do raciocínio, por meio de competências mentais para resolução de problemas que envolvem dedução e construção de cadeias de raciocínios lógicos. Essas habilidades surgem mediante à articulação não verbal que tem por base a criação de hipóteses mentais, ou seja, "seria como se o sujeito identificasse a solução no nível mental, com a certeza da solução e depois fosse transportar ou esquematizar o processo da resolução do problema" (VIEIRA, 2011, p. 30). A importância da Matemática, portanto, vai além dos conteúdos e visa ao desenvolvimento de habilidades mentais que contribuem para a aprendizagem dos outros conteúdos escolares e para atividades cotidianas. Nesse sentido, os pressupostos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) descrevem que a Matemática,

> (...) desempenha um papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana e tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimento em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na construção do pensamento e na agilização do raciocínio dedutivo do aluno (BRASIL, 1997, p. 15).

A destacada importância do ensino da Matemática tem como embate a realidade das dificuldades de aprendizagem pelos alunos. Essa realidade mencionada nos estudos de D'Ambrósio (1997) indica a presença de dois pontos básicos: as atividades desconexas da realidade do aluno e o tipo de estratégias pedagógicas desestimulantes ou pouco dinâmicas. Destaca o uso excessivo do livro didático e pouco uso de atividades concretas e de desafios para resolução de problemas de forma atraente e construtiva. O mesmo posicionamento é revelado nos estudos de Santos (2007) quando trata da aprendizagem da álgebra:

> Ainda, algumas dificuldades apresentadas em Matemática decorrem porque os alunos decoram. Isso porque a abordagem da álgebra nos LD (Livro Didático) é em sua maioria desconectada da realidade do aluno. Os estudantes, na maioria das vezes, não entendem a linguagem do livro. O discurso do autor ou a sua forma de abordagem muitas vezes volta-se mais para o ensino tradicional, mas com outra 'roupagem', dificultando a compreensão do aluno. Percebemos ainda que as maiores carências do currículo escolar atual, principalmente o de Matemática, são de direcionamento ao cotidiano e de possibilitarem professores e alunos construírem seus próprios conhecimentos (SANTOS, 2007, p. 2).

Dessa forma, cabe à escola, proporcionar atividades que promovam nos alunos o desenvolvimento das capacidades cognitivas, por meio de uma proposta pedagógica dinâmica, com uso de instrumentos e recursos potencialmente estimuladores e desafiadores, como requer a estrutura de aprendizagem da Matemática.

> (...) o ambiente escolar deve ser um espaço pedagógico onde haja competência do professor e didática estimuladora. Sem desconsiderar outros fatores, a atitude do professor tende a minimizar os efeitos das dificuldades de aprendizagem por fatores individuais, familiares e até mesmo cognitivos, proporcionando ao aluno a oportunidade de desenvolver suas capacidades. (VIEIRA, 2011, p. 45).

Nesse sentido, surge, como um dos caminhos que podem ser trilhados pelo professor, o uso dos recursos computacionais como instrumento dinâmico, motivador e de largas possibilidades de inserção dos conteúdos matemáticos.

O uso do computador no processo de ensino e aprendizagem

Os conteúdos das disciplinas escolares, com base nas diretrizes dos PCN (BRASIL, 1997), direcionam a inserção de diferentes linguagens, haja vista que proporciona um ensino dinâmico, flexível e motivador, que leva em consideração as habilidades dos alunos e visa ao desenvolvimento das capacidades cognitivas. Nesse sentido, pode-se dizer que, independente da linha pedagógica, os conteúdos precisam estar vinculados às propostas dos educadores e diretamente associado às concepções selecionadas pela escola, para assim, compor uma estrutura coerente de trabalho. A execução dessas atividades deve, no mesmo direcionamento, inserir instrumentos apropriados ao processo de ensino e aprendizagem, e o computador é uma fonte de recursos de grande utilidade.

O uso das tecnologias, em particular do computador, nas atividades escolares se apresenta necessário devido a gama de recursos que podem ser utilizados no processo de ensino e aprendizagem, bem como faz parte da inserção do aluno às novas tecnologias, fator este atualmente imprescindível ao mundo do trabalho. Portanto, a tecnologia, aqui mencionada o computador, faz parte dos instrumentos de repercussão social para demandas presentes e futuras dos alunos (BRASIL, 1997).

Outro aspecto importante a ser destacado no uso do computador na escola refere-se à dinamicidade do recurso computacional, à oferta diversificada do instrumento, que oferece ao professor potencializar a proposta da multidisciplinaridade, abordagem requerida ao educador como fonte para a construção do saber de forma a integrar os conhecimentos, haja vista que as ciências se encontram agregadas e inter-relacionadas:

> Um aluno multidisciplinar não é formado pela inserção, na escola, de instrumentos tecnológicos como, por exemplo, o computador; mas pela utilização desses recursos de forma integrada com os saberes, ou seja, pela aprendizagem por meio desses equipamentos e pelo domínio de todo o potencial que essa tecnologia pode proporcionar (MARTINS, 2011, p. 23).

Assim, o computador, pela sua diversidade, pode oferecer ao educador novas oportunidades de planejamento das atividades escolares.

Nesse sentido, Martins (2011) menciona, em sua dissertação de mestrado, os estudos de Chaves (2004) com relação a quatro maneiras de utilizar o computador na educação: o computador como ensinante; o computador como aprendente; o computador como ferramenta de aprendizagem; e o computador como ambiente de aprendizagem.

O computador como ensinante utiliza a tecnologia como "substitutivo" do professor, assim, são inseridos programas para acesso que possuem as instruções a serem seguidas pelos alunos. **O computador como aprendente** tem por finalidade promover uma interatividade entre a máquina e o aluno. Essa técnica utiliza de *softwares* educativos, projetados com conteúdos disciplinares de forma interativa e dinâmica, com a oferta de atividades orientadoras sequenciais que leva o aluno a avançar na construção do conhecimento. **O computador como ferramenta de aprendizagem** se utiliza dos instrumentos de CD-ROM e Pacotes Aplicativos. Os CD podem conter, por exemplo, programas de tradução, jogos, ortografias, dicionários, enciclopédias, entre outros. Os Pacotes aplicativos referem-se aos programas aplicativos (ferramentas de suíte de escritório – processador de texto, planilha eletrônica, apresentação de slides -, de desenho, gravação de mídias e outros). **O computador como ambiente de aprendizagem**, por sua vez, está ligado ao uso da internet que oferece acesso à informação e à comunicação com o mundo inteiro, com imagens, sons em tempo real.

Vale destacar que a forma de utilização da tecnologia computacional deve estar condicionada aos objetivos pedagógicos e delineia a didática do professor. Na posição de Baranauskas *et al* (1999), o professor pode potencializar as tecnologias como recursos quando sistematiza o tema e direciona as atividades de forma construtiva na busca do conhecimento pelo aluno por meio de pesquisas, descobertas, elaboração de relatórios. No mesmo sentido, trata Moran (2009, p. 2) quando afirma: "A matéria-prima da aprendizagem é a informação organizada, significativa: a informação transformada em conhecimento".

As atividades que utilizam o computador, como destaca Martins (2011), podem ser elaboradas para a execução em salas de aula, em Laboratórios de Informática, como atividade extraclasse, de forma individual ou em grupo.

A informática educativa

O computador utilizado em maior escala a partir dos anos 1980 chega às escolas como mais um instrumento para ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem. Inicialmente, o computador foi inserido como instrumento organizador e facilitador dos trâmites burocráticos. Posteriormente, ampliam-se as propostas do uso do computador nas atividades pedagógicas. Esse intento despertou a necessidade da realização do I Seminário Nacional de Informática na Educação, em agosto de 1981, na Universidade de Brasília. Foi destacada a importância de se pesquisar o uso do computador como ferramenta auxiliar do ensino. Diversas propostas que vieram a influenciar políticas públicas na área, dentre estas, recomendações norteadoras da Política de Informática na Educação, que culminou na inserção do computador nas escolas por meio da criação de LIE (BRASIL, 1989).

A legislação que direciona as atividades da informática na educação é delineada pela Lei n° 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN), que estabelece, no art. 35, as finalidades da preparação para o trabalho e a cidadania. Assim, o Ministério de Educação (MEC) cria, no ano de 1997, o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), com o objetivo de promover o uso pedagógico da informática na rede pública de Ensino Fundamental e Médio, por meio dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE). Dentre os objetivos, destacam-se a melhoria da qualidade do ensino; novos ambientes criativos adequados a novas tecnologias; promover uma educação voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico com o foco na cidadania global.

A proposta apresentada pelo PROINFO foi além da informatização das escolas e direciona a formação de professores e a inserção das tecnologias, para tanto, especificou como meta a aquisição de 100 mil aparelhos de computador, formar 25 mil professores e atender 6,5 milhões de alunos (BRASIL, 1996). Dessa forma, a proposta da Informática Educativa é uma realidade presente nas escolas e tem como característica ser um suporte ao professor, ou seja, um instrumento a mais para que professores e alunos possam aprimorar suas práticas.

Especificamente, no Estado do Ceará, o processo de inserção do computador nas escolas públicas foi delineado por meio de uma proposta de multiplicadores. A efetivação ocorreu no ano de 1998 com o I Curso de Especialização em Informática na Educação para professores por meio do NTE. Inicialmente, foram escolhidos 40 professores para participar do curso ministrado pela Faculdade de Educação em parceria com o Curso de Computação da Universidade Federal do Ceará (UFC), com a incumbência de levar o aprendizado para as unidades de ensino procedente. Como Políticas Públicas mediadas pelo PROINFO, ficou estabelecido a realização anual do Curso de Especialização em Informática na Educação, bem como a proposta aberta a outras modalidades de capacitação docente, para contemplar a necessidade de formação de professores na área da Informática Educativa.

No ano de 1999, foram instalados os primeiros LIE nas escolas públicas, e iniciaram as atividades propostas nos cursos de capacitação. Desde então, diversos estudos na área têm discutido propostas e analisado as atividades (BARRETO; CASTRO FILHO, 2008; BORGES NETO, 2007; CHAVES, 2004; VALENTE, 1999). O presente estudo faz parte desse processo, relatado a seguir.

Metodologia

A metodologia de pesquisa de campo com a técnica da observação participante teve como premissa de escolha o fato da técnica fornecer dados fidedignos obtidos *in loco* na qual oferece suporte para análise qualitativa, portanto, pertinente aos objetivos propostos.

Os procedimentos metodológicos foram baseados nos estudos de Bogdan e Biklen (1994) que tratam da pesquisa qualitativa em educação. Na técnica da observação participativa, o pesquisador se integra ao meio investigado, efetivando o papel de ator social com objetivo de coletar dados referentes a comportamentos, opiniões, perspectivas, aos quais o observador exterior não teria acesso. Vale ressaltar que a conduta do pesquisador não é intrusiva, pois

> investigadores qualitativos estão interessados no modo como as pessoas normalmente se comportam e pensam nos seus ambientes naturais, tentam agir de modo a que as atividades que ocorrem na sua presença não difiram significativamente daquilo que se passa na sua ausência (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 68).

Embora não haja formalidade no processo de observação, cabe como instrumentos: a conversa informal, a observação de comportamentos, a descrição do ambiente, os quais são registrados mediante as categorias definidas pelo pesquisador. Assim, embora não formuladas perguntas ou formalizada uma estrutura formal de entrevistas, foram elaboradas as seguintes categorias como forma de organização para posterior análise, são estas:

1. Identificação do planejamento do professor com a atividade aplicada no LIE;

2. Observação quanto à participação do aluno frente à atividade proposta;

3. Observação da atuação dos professores (de sala de aula e do LIE) no processo de execução das atividades.

A pesquisa foi realizada com duas turmas do quinto ano e duas turmas do sexto ano. As observações foram formalizadas em 8 encontros, sendo dois encontros com cada turma. Durante a observação, os dados foram registrados na sua forma escrita para posterior análise e discussão.

Análise dos dados

A análise dos dados foi registrada seguindo o esquema das categorias propostas para a observação: 1) Identificação do planejamento do professor com a atividade aplicada no LIE; 2) Observação quanto à participação do aluno frente à atividade proposta; 3) Observação da atuação dos professores (de sala de aula e do LIE) no processo de execução das atividades. Cada categoria apresenta como subestrutura de dados e discussão os seguintes aspectos: a) Descrição do processo; b) Atividade exercida; e c)Análise dos dados.

1) Identificação do planejamento do professor com a atividade aplicada no LIE

a) Descrição do processo

As atividades realizadas no LIE são organizadas pelos educadores de sala de aula juntamente com os docentes do LIE. No ensejo, são realizadas pesquisas para identificar ofertas sobre o tema requerido, por meio de CD-ROM; Objetos de Aprendizagem, Softwares educativos, imagens, vídeos, palestras, que podem ser captados por meio de pesquisa na *internet*[1], bem como da utilização de programas gratuitos[2]

---

[1]Cita-se como exemplos os seguintes sites de busca de softwares prontos para serem utilizados: http://portaldoprofessor.mec.gov.br; http://www.proativa.vdl.ufc.br, www.somatematica.com.br; www.atividadeseducativas.com.br

[2]Sugestões de sites gratuitos para busca de software: http://hot-potatoes.softonic.com.br; http://www.baixaki.com.br/download/jclic.htm.

para elaboração de atividades a partir de sugestões do professor encontradas na *Web.*

Após a definição dos recursos mais adequados à requisição do professor regente juntamente como professor do LIE, foi marcado o agendamento com dia e horário do atendimento aos alunos, com objetivo de utilizar as ferramentas computacionais como ferramenta de apoio às atividades escolares, seja devido a dificuldades encontradas pelo grupo de sala de aula ou como promotor do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos pertinentes às atividades escolares.

b) Atividade exercida

No período delimitado para observação participante, destaca-se, dentre as atividades exercidas, três planejamentos com os seguintes temas: números primos; álgebra e operações matemáticas. Para tratar sobre os "números primos", foi selecionado o recurso número 92, atividade que leva o mesmo nome do conteúdo e está depositado no portal de atividades educativas/matemática[3]; o tema de álgebra foi escolhido para análise do Objeto de Aprendizagem "Feira dos Pesos" depositado no *site* da PROATIVA[4]. Com relação aos conteúdos sobre operações matemáticas, foi selecionado o planejamento que constou dos recursos obtidos no *site* do Portal do professor[5]. Esse tipo de segmento computacional é descrito por Sá Filho e Machado (2003, p. 5) da seguinte forma:

> Recursos digitais, que podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível. Seu uso pode reduzir o tempo de desenvolvimento, diminuir a necessidade de instrutores especialistas e os custos associados com o desenvolvimento baseado em web.

Os recursos têm o formato de jogos interativos e proporcionam ao jogador realizar atividades relacionadas à Matemática com intuito de desenvolver habilidades no tema.

---

[3]http://www.brincandoseaprende.com.br/index.php?id=92
[4]http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa/feiradosPesos/feiradosPesos.html
[5]http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/9578/JogoDaMatematica.swf?sequence=1

c) Análise dos dados

Os recursos planejados foram condizentes com as necessidades, requeridos pelo professor e estavam diretamente relacionados aos objetivos de dificuldades e necessidade de maior desenvolvimento dos alunos com relação aos temas. A escolha dos recursos foi indicada pelo professor do LIE e concordada pelo professor da sala de aula. Observou-se, que havia coerência entre os objetivos de ensino e aprendizagem e a escolha dos recursos.

Embora a coerência entre o planejamento e a escolha das atividades seja evidente, permanece o uso dos recursos oferecidos pelo computador como atividade de apoio direcionada aos conteúdos. Essa proposta, segundo Valente (1999), já não contempla a realidade da amplitude que as tecnologias computacionais podem oferecer. Nesse sentido, a análise feita nos estudos de Martins (2011, p. 39) é pertinente:

> A informática não pode ser vista no currículo como uma ferramenta ou recurso, alocado em um espaço onde os alunos são deslocados para uma atividade programada como disciplina, entretanto deve envolver todas as atividades acadêmicas de todas as matérias presentes no currículo escolar. Então, no currículo, a informática não deveria fazer parte do cronograma como atividade disciplinar, mas estar em todo o conteúdo curricular.

Assim, fica registrado o uso predominante do computador na escola como recurso diferenciado para tratar dos conteúdos disciplinares, sendo pouco utilizado como ferramenta de pesquisa, de participação do aluno no processo de busca das atividades, no qual o professor define antecipadamente as atividades a serem executadas. Outro aspecto relevante foi a utilização do recurso na atividade especificamente estabelecida, sem a proposta multidisciplinar, por exemplo, em utilizar, no mesmo jogo ou Objeto de Aprendizagem, atividades de conteúdos diferenciados, como o português, formas, raciocínio lógico, que poderiam ser aproveitados.

2) Participação do aluno frente à atividade proposta

a) Descrição do processo

No dia agendado, o professor encaminhou os alunos até o LIE, onde o professor regente do ambiente estava com os recursos selecionados em prontidão. Inicialmente, o professor apresentou as atividades de forma verbal ou utilizando os recursos do *Datashow*, em seguida, os alunos iniciam as atividades propostas. Esses procedimentos foram utilizados em todas as turmas e todas as atividades.

b) Atividade exercida

Observou-se que o tipo de Objeto/recurso utilizado pode evidenciar diversos comportamentos dos alunos. Tais condutas têm relação direta entre a integração entre os objetivos propostos, a escolha dos recursos, a execução por parte dos atores e do tempo delimitado para as atividades. Os alunos demonstraram interesse, e não houve dificuldades na compreensão das tarefas sugeridas.

c) Análise dos dados

O recurso sobre "números primos" foi apresentado aos alunos que, de prontidão, acolheram a proposta. As atividades decorreram inicialmente como planejadas, porém, no decorrer do processo, foi observado desinteresse de alguns alunos, devido à ferramenta oferecer poucas oportunidades de raciocínio e construção do conhecimento e, consequentemente, não apresentou efetividade quanto aos objetivos propostos no planejamento.

O recurso para tratar sobre Álgebra apresentou interesse dos alunos devido ao formato desafiador da proposta que requereu o uso da lógica e das habilidades em Matemática, particularmente a transição da Aritmética para a Álgebra. O desenvolvimento sequencial e progressivo do Objeto de Aprendizagem "Feira dos Pesos" proporcionou o desenvolvimento proposto no planejamento e evidenciou a concretização dos objetivos, tanto no sentido da construção do conhecimento quanto da utilização do tempo de forma eficaz.

Com relação ao recurso dos conteúdos sobre operações matemáticas, os alunos demonstraram grande interesse e atenção devido à interatividade do jogo juntamente com os conteúdos inter-relacionados à proposta do planejamento. Porém, como a atividade foi resolvida com rapidez, a maioria dos alunos apresentou dispersão, o que evidenciou a necessidade do professor prever o tempo adequado e planejar alternativas para eventual preenchimento do tempo para melhores resultados.

3) Atuação dos professores (de sala de aula e do LIE) no processo de execução das atividades planejadas

a) Descrição do processo

O professor do LIE participa do processo de ensino e aprendizagem no momento da execução do planejamento, com orientações de manuseio das ferramentas e sanando eventuais dúvidas requeridas pelos alunos. Quanto ao professor regente de sala de aula, cabem as orientações pedagógicas dos conteúdos selecionados e das avaliações tanto dos instrumentos quanto do desempenho dos alunos.

b) Atividade exercida

No momento da execução das atividades pelos alunos, os professores desempenharam a função de orientar o processo de execução da tarefa. Em caso de dúvidas, recorrem ao professor tanto de sala regular quanto do LIE. Observou-se que não houve requisições quanto aos procedimentos das atividades. Acredita-se que os jogos são estruturados de forma que as instruções sequencias são simples, diretas e claras, em que o aluno prossegue as frases sem a necessidade de recorrer ao professor.

c) Análise dos resultados

A atuação dos professores frente ao uso das tecnologias computacionais na educação tem se direcionado à identificação de Objetos de Aprendizagem, jogos, atividades, que são utilizados como apoio ou coadjuvante nos planejamentos das atividades disciplinares tradicionais. Porém, a proposta da Informática Educativa só terá sentido se "(...) for capaz de alternar adequadamente atividades tradicionais de ensino-aprendizagem e atividades que usam o computador" (VALENTE, 1999, p. 2). Nesse sentido, Valente (1999, p. 1) comenta que "a utilização do computador em atividades extraclasse, com o intuito de ter a informática na escola, porém, sem modificar o esquema tradicional de ensino". Certamente, essa abordagem não se encaixa no que entendemos como informática na educação. Para tanto, são necessárias mudanças curriculares, práticas pedagógicas e principalmente capacitação docente.

Considerações finais

Apresenta-se como considerações finais que a escolha dos recursos é significativamente importante para o processo de ensino e aprendizagem, assim, o uso das tecnologias terá sua efetividade descrita pela literatura quando o planejamento levar em consideração algumas categorias, por exemplo, a busca de mais alternativas no planejamento; a qualidade do Objeto de Aprendizagem; o tempo de execução, entre outras.

Tais quesitos objetivamente planejados e coerentes aos conteúdos visam a despertar o interesse do aluno e propor atividades desafiadoras e promotoras da construção do conhecimento.

Considera-se pelo presente estudo que o uso das tecnologias gera o interesse e atenção do aluno e, pelos mesmos motivos atrativos, poderiam ser utilizadas de forma multidisciplinar, haja vista que o computador, seja por meio de jogos, *software* ou uso da internet, oferece dinamicidade e interligação com outros temas escolares. Numa mesma atividade, embora direcionado a um tema específico, oferece uma estrutura multidisciplinar e pode ser utilizado em atividades diferenciadas.

No caso da Educação Matemática, por ser considerada uma atividade que requer do aluno um empenho maior do raciocínio e da lógica, o uso das tecnologias surge como um excelente recurso disponível aos professores de matemática, que podem recorrer à ampla produção de *softwares*, jogos, simuladores, Objetos de Aprendizagem, direcionados aos conteúdos da matéria ou, até mesmo, de outros temas correlatos.

Para tanto, o educador necessita de capacitação em busca do desenvolvimento de destreza no manuseio das tecnologias, habilidade na busca dos recursos e de planejamento multidisciplinar e sua aplicabilidade.

Vale destacar que o uso do LIE e as propostas do uso das tecnologias computacionais, como apoio das atividades escolares, sem uma mudança substancial na estrutura pedagógica, não condizem com a discussão e estudos sobre a Informática Educativa amplamente descrita pela literatura.

Porém, coloca-se como ressalva a necessidade de maior investimento em capacitação docente frente às habilidades de busca de recurso no segmento tecnológico da informática e a ampliação da oferta de acesso e disponibilidade de computadores na escola.

Referências

BARANAUSKAS, M. C. *et al* Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, J. A. (Org.). *Computadores e conhecimento:* repensando a educação. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

BARRETO, A. L. de O.; CASTRO FILHO, J. A. de. O estudo de funções mediado por um objeto de aprendizagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais...* Recife: UFPE, 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, Ltda, 1994.

BORGES NETO, H. *Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola.* Laboratório de Pesquisa Multimeios da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (UFC). 2007. Disponível em: <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/pre-print/Uma_classificacao.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2010.

BRASIL. *Programa Nacional de Informática Educativa.* Brasília: MEC, 1989.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. *Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO.* Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura; Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1996.

______. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Informática/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CHAVES, E. O. C. *Computadores:* máquinas de ensinar ou ferramentas para aprender? Campinas, SP. 2004. Disponível em: < http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/emaberto.htm>. Acesso em: 10 jan. 2010.

D' AMBROSIO, U. *Educação Matemática, da teoria à prática.* 2ª ed., Coleção Perspectivas em Educação Matemática, Campinas, São Paulo: Papirus, 1997.

MARTINS, R. R. B. M. *Análise do uso pedagógico do laboratório de Informática Educativa.* (Dissertação de Mestrado Profissional em Computação Aplicada a Informática Educativa).Universidade Estadual do Ceará (UECE). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, 2011, 100p.

MORAN, J. M. Como utilizar a internet na educação. *Revista Ciência da informação*, v. 26, n. 2, maio-agosto, p. 146-153, São Paulo, 1997.

SÁ FILHO; C. S.; MACHADO, E. C. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, *Anais*... Belo Horizonte: ABED, 2003. Disponível em: http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm>. Acesso em: 17 out. 2010.

SANTOS, L. G. dos. *Introdução do pensamento algébrico:* um olhar sobre professores e livros didáticos de matemática. Dissertação (Mestrado em Educação- área de concentração em Matemática). Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória, 2007.

VALENTE, J. A. *O computador na sociedade do conhecimento.* Campinas, SP: UNICAMP; NIED, 1999.

VIEIRA, M. M. S. *Feira dos Pesos:* análise de um objeto de aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento algébrico (Dissertação de Mestrado Profissional em Computação Aplicada a Informática Educativa). Universidade Estadual do Ceará (UECE). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, 2011, 100p.

DIVERSIDADE DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NO LIVRO DIDÁTICO

Bárbara Pimenta de ***Oliveira***
Marcilia Chagas ***Barreto***

Introdução

Este artigo foi desenvolvido a partir de estudos e discussões pautadas no ensino e aprendizagem de Matemática, que aconteciam no grupo de pesquisa do qual participamos. Utilizamos a teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS), de Raymond Duval, como aporte teórico para realizar a análise de atividades aritméticas de uma coleção de livros didáticos de Matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental[1].

Dante (1996) aponta o livro didático como principal e, em muitos casos, o único instrumento de apoio ao trabalho docente. O autor aponta alguns fatores para sua importância. Para ele, isso ocorre, por um lado, pela ausência de materiais instrucionais em quantidade e qualidade suficientes que orientem o trabalho do professor na sala de aula. Por outro lado, o livro é considerado como portador dos objetivos a serem alcançados, das metodologias e estratégias de ensino a serem utilizadas. Desse modo, o livro acaba por indicar a amplitude, a sequência e, até mesmo, o ritmo de desenvolvimento do programa de Matemática.

Além de principal ferramenta durante a aula, o livro também se apresenta como um recurso utilizado em situações de pesquisa, de elaborações de avaliações e/ou de exercícios diversos. Por estar tão presente no cotidiano da sala de aula, o livro didático acaba se tornando um "interlocutor que dialoga com o professor e com o aluno" (BRASIL, 2010, p.13). É necessário, portanto, que ele possa servir como um recurso favorável às situações de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista a importância conferida pela escola ao livro didático, este trabalho objetivou analisá-lo a partir de fundamentos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Diversos autores (DAMM, 1999; MORETTI, 2002; BUEHRING, FLORES e MORETTI, 2005; BARRETO, 2009) apontam a fecundidade do uso dessa teoria para o ensino e a aprendizagem da Matemática. Ela contribui para o

[1]A definição da coleção a ser analisada decorreu de sua ampla aceitação nas escolas da rede pública da cidade de Fortaleza. Optamos por omitir o título por não dispormos de autorização prévia, por parte da editora, para proceder esta análise.

entendimento dos processos de aquisição do conhecimento do sujeito cognoscente, pois considera que o acesso aos objetos matemáticos passa necessariamente por representações semióticas, devido à natureza abstrata dos conceitos matemáticos.

Duval (2003) considera a existência de uma diversidade de representações semióticas oriundas de diferentes sistemas de representação. Ele também nos apresenta as noções de *formação, tratamento* e *conversão*[2] como atividades cognitivas diretamente envolvidas no processo de apreensão do conhecimento e na construção dos conceitos matemáticos.

Neste texto, apresentamos uma discussão teórica acerca dos fundamentos da Teoria que nos ajudaram a analisar o livro didático. Em seguida, tecemos considerações em torno das diretrizes que evidenciam a percepção oficial acerca do papel do livro na vida escolar. Esses elementos estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e no Guia de Livros Didáticos – PNLD 2011[3]. Por fim, realizamos a análise das atividades propostas na coleção de livros didáticos, seguindo as categorias elencadas como foco desta pesquisa.

Considerando aspectos relevantes da teoria dos RRS, levantamos algumas questões norteadoras deste trabalho, tais como: Os livros didáticos de Matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental propõem atividades baseadas em diversificados registros de representação semiótica? Há destaque para um registro de representação em detrimento de outros? É possível se falar da proposição de coordenação entre registros na proposição das atividades presentes no livro didático?

A partir das análises, observamos as possibilidades que os livros didáticos oferecem aos sujeitos para a percepção de objetos matemáticos, ou seja, se os livros analisados permitem o trânsito entre diferentes registros que propiciem o entendimento efetivo do objeto matemático.

A teoria dos RRS e o livro didático: uma breve discussão

A teoria dos RRS tem como ideia central que a aprendizagem

[2]As três atividades cognitivas – formação, tratamento e conversão - serão abordados no próximo tópico onde discutiremos o referencial teórico.

[3]O Guia de Livros Didáticos é elaborado pelo Ministério de Educação (MEC) a partir do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Esse documento é produzido em ciclos trienais e tem como objetivo analisar e indicar coleções de livros didáticos aos professores da escola básica.

dos objetos matemáticos[4] está relacionada ao uso e à coordenação de diferentes registros de representações semióticas. Além de ressaltar a importância dessas representações, o autor critica a posição de autores que acreditam que elas sejam apenas "o meio de que o indivíduo dispõe para exteriorizar suas representações mentais". (DUVAL, 2009, p.15).

As representações podem ser de três tipos: mentais, computacionais e semióticas. (DUVAL, 2009). Elas não são espécies diferentes de representações, mas diferem quanto às funções que realizam. As representações mentais são internas e conscientes ao sujeito e exercem função de objetivação. As representações computacionais são internas e não-conscientes ao sujeito, apresentando apenas a função de tratamento. As representações semióticas são externas e conscientes ao sujeito, realizando, de modo indissociável, as funções de comunicação, objetivação e tratamento.

A importância das representações semióticas decorre do fato de o objeto matemático não ser diretamente perceptível ou observável por meio de instrumentos. E por esse seu caráter abstrato, ele não pode ser acessível se não por meio de representações. Nesse sentido, é essencial jamais confundir os objetos matemáticos – números, funções, retas, etc. – com suas representações – escrituras decimais ou fracionárias, símbolos, gráficos, traçados de figuras, etc, uma vez que o mesmo objeto matemático pode ser dado por meio de representações muito diferentes (DUVAL, 2009).

A variedade deve-se ao fato de existirem vários outros registros, que não o sistema de numeração, utilizados na Matemática: as representações gráficas, a língua natural, as figuras geométricas, as escritas algébricas, etc. Sobre a especificidade das representações semióticas, Duval (2009, p. 32) afirma que

> consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidas em representações "equivalentes" em outro sistema semiótico, mas podendo tomar significações diferentes para o sujeito que as utiliza.

Para que falemos em aprendizagem matemática, portanto, além da diversidade de registros, é necessária a diferenciação entre

[4]Os objetos matemáticos são os conceitos, propriedades, estruturas e relações que são estudadas na Matemática (Damm, 1999).

representante e representado, ou seja, a forma e o próprio objeto matemático (DAMM, 1999). Segundo Duval *apud* Sousa (2009, p.6), "a compreensão em Matemática supõe a coordenação de, ao menos, dois registros de representações semióticas, possibilitando a interação entre *semiósis* e *noésis*[5]". A este respeito, Sousa (2009, p. 5) esclarece

> O representante é a forma (números, letras, figuras, gráficos etc.) sob a qual o conteúdo matemático se apresenta. O representado é o próprio conteúdo do conhecimento matemático (conceitos, relações, propriedades, estruturas). Sem essa distinção, corre-se o risco de confundir conteúdo e forma, restringindo a compreensão conceitual dos seus representantes.

A utilização das representações semióticas requer e conduz a três diferentes atividades cognitivas – a formação, o tratamento e a conversão. Entende-se por *formação* a expressão coerente de um conceito em um determinado registro, de acordo com as normas que o regem.

O *tratamento* é definido como uma transformação interna da representação no registro em que ela foi expressa inicialmente. Segundo Barreto (2009, p. 131), "a partir de sua aplicação sobre um determinado registro de representação, só poderão surgir representações de mesma natureza que aquela da representação de partida".

A *conversão* é um tipo de transformação que ocorre entre registros diferentes, mudando a forma ou registro de representação inicial, mas conservando o objeto matemático. É o que ocorre, por exemplo, ao se transporem os dados de uma situação problema, que estão expressos em língua materna, para uma expressão numérica. Nesse caso, foi realizada uma conversão entre registro de língua materna para o registro aritmético. Essas três atividades cognitivas, segundo Sousa (2009, p. 11), "intervêm diretamente nas tarefas de produção e compreensão matemática".

Para Duval (2003; 2009), as dificuldades dos alunos na apreensão de conceitos matemáticos são vinculadas prioritariamente à atividade de conversão. Para o autor, as práticas pedagógicas não costumam

---

[5]Os termos *semiósis* e *noésis* são utilizados por Duval para referir-se aos dois aspectos que compõem as representações semióticas referentes, respectivamente, a forma e conteúdo. Em outros autores, esses termos aparecem ainda como representante e representado; significante e significado.

contemplar vários registros envolvendo um mesmo objeto matemático, conforme afirmam Barreto e Sousa (2009, p. 6):

> Duval critica características de procedimentos de ensino usados repetidamente nas instituições escolares, as quais vão gerar graves consequências para a aprendizagem dos alunos. Para ele, privilegia-se a aprendizagem das regras, quer aquelas concernentes à formação das representações semióticas, quer as concernentes a seu tratamento.

Para Duval (2003, p.18), "do ponto de vista cognitivo, é a atividade de conversão que (...) aparece como atividade de transformação representacional fundamental, aquela que conduz aos mecanismos subjacentes à compreensão". Ainda sobre isso, Buehring, Flores e Moretti (2005, p. 25) concluem que

> (…) para que ocorra tal coordenação entre os signos e seus conceitos, o sujeito que aprende precisa contatar com diferentes tipos de registros de representações semióticas e ser capaz de passar de um a outro, naturalmente, pois dependendo da situação problema, um determinado registro pode tornar-se mais eficiente do que outro.

Nesse sentido, a conversão caracteriza-se como um passo fundamental no trabalho das representações semióticas, uma vez que a transformação de um registro em outro, conservando a totalidade ou uma parte do objeto matemático que está sendo representado, não possa ser confundida com o tratamento.

Voltando nosso olhar para o que afirmam os documentos oficiais acerca do livro didático, podemos perceber que os PCN o apontam como o principal instrumento utilizado pelo professor em sala de aula. É ao livro que o professor recorre como fonte de pesquisa para elaboração de exercícios, avaliações e outras atividades rotineiras de sala de aula. Um dos fatores determinantes para essa prática é o fato de hoje, nas escolas brasileiras, haver a disponibilidade de livro didático para todos os alunos, por disciplina, além de o professor não possuir carga-horária disponível para realizar pesquisas em outras fontes (BRASIL, 1997). Em contrapartida, sabemos que o livro didático deve ser um recurso auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e não pode, portanto, ocupar o papel dominante nesse processo. Cabe ao professor manter-se atento para que sua autonomia pedagógica não seja comprometida (BRASIL, 2010).

Percebe-se que os PCN, embora não tomem por base, explicitamente, a teoria dos RRS, trazem alguns aspectos que nos remetem aos seus fundamentos, quando ressaltam a importância de:

> relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); [...] relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos. Nesse processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a "falar" e a "escrever" sobre Matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados (BRASIL, 1997, p. 19).

Nesse documento que expressa a percepção oficial acerca do ensino e aprendizagem matemática, percebemos a explicitação da necessidade de se abordar aspectos que envolvam a realidade dos alunos, mas que também tratem das diferentes formas de representar os conceitos matemáticos. Como se pode perceber, os documentos negam a prática ainda hoje presente nas escolas de utilização do registro numérico como a maior fonte de aprendizagem da Matemática.

Também encontramos, no Guia de Livros Didáticos – PNLD 2011, pressupostos que nos levam a estabelecer relações diretas com a teoria em questão. Quando discutido o ensino de Matemática, são pontuadas articulações necessárias a essa área do conhecimento:

> Uma delas é a articulação entre os diferentes campos de conteúdos. É consensual entre os educadores que, no ensino, os conteúdos matemáticos não sejam isolados em campos estanques e autossuficientes. Uma segunda **articulação que se faz necessário estabelecer é entre os vários enfoques na abordagem de um mesmo conteúdo.** Outra, também importante, é aquela que **se deve buscar estabelecer entre as diversas representações de um mesmo conteúdo** (BRASIL, 2010, p. 17 - grifo nosso).

Percebemos, desse modo, que ensinar Matemática impõe a criação, por parte do professor, de atividades que possibilitem a coordenação entre representações diversas, para que possam fazer sentido aos alunos, uma vez que a diversidade de registros por si só não leva efetivamente à aprendizagem matemática (DUVAL, 2009). Para que esta ocorra, é preciso que o sujeito saiba articular diferentes registros de representação de um mesmo objeto. Damm (1999, p. 142) afirma que "poderemos falar em conceitualização, aquisição de conhecimentos somente a partir do momento em que o aluno transitar naturalmente por diferentes registros".

Metodologia

Esta é uma pesquisa de análise documental. Considerando o livro didático como um documento, analisamos uma coleção de livros didáticos de Matemática[6] dos anos iniciais do Ensino Fundamental, a partir da teoria dos RRS.

Na referida análise, tivemos como foco a observação quanto ao uso de diferentes registros de representação semiótica nas atividades propostas nos livros. As categorias de análise escolhidas para serem tratadas no presente texto são: (1) Existência de diversidade de registros de representações do mesmo objeto matemático; (2) Possibilidade de coordenação de diferentes registros de representações do mesmo objeto matemático; (3) Equidade entre atividade de conversão e de tratamento; (4) Ênfase dada aos algoritmos.

As análises foram procedidas considerando o livro dedicado a cada ano de ensino. Cabe ressaltar, ainda, que analisamos somente atividades das unidades referentes aos conteúdos aritméticos, desconsiderando as unidades de geometria.

Resultados e discussões

Neste tópico, serão discutidas as atividades propostas nos livros didáticos, apresentadas a partir das categorias explicitadas.

Quanto à existência de diferentes registros de representação do mesmo objeto matemático

Os livros analisados apresentam uma diversidade de registros de representação semiótica para trabalhar os conteúdos matemáticos propostos, sendo estes, predominantemente: registro em língua materna, registro numérico, registro desenho, registros gráficos e tabelas. Foi

[6]A coleção analisada está entre as aprovadas e indicadas pelo Guia do Livro Didático, elaborado pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2011.

percebida uma maior frequência do registro desenho nos livros do 2º e 3º anos, uma vez que a maior parte das questões o utiliza como registro de apoio para outros registros.

Nos livros do 4º e 5º anos, observamos a predominância de questões que propõem a resolução de situações-problemas a partir do auxílio de esquemas, gráficos e tabelas. Há também questões que possibilitam a utilização do material concreto - material dourado, ábaco e cédulas do sistema monetário.

Pode-se inferir que a presença dos gráficos e tabelas está relacionada com as recomendações dos PCN, no que se refere ao bloco de conteúdos Tratamento da Informação, pois observamos que, nos primeiros volumes dessa coleção (2º e 3º anos), os gráficos e tabelas aparecem pouco articulados com os conteúdos trabalhados nas unidades. Eles são contemplados, fundamentalmente, em seções denominadas "Compreender Informações".

Quanto à possibilidade de coordenação de diferentes registros de representação do mesmo objeto matemático

Observamos a presença de exercícios que permitem a coordenação de diferentes registros nos quatro livros analisados. Tal coordenação pôde ser constatada nas atividades em que se propõe a utilização do material concreto coordenada com a realização do cálculo no registro numérico. Dessa forma, o livro apresenta atividades que permitem o exercício de coordenação do material manipulável com o registro utilizado na questão.

Essa categoria também é bastante percebida nas unidades que abordam o conteúdo "Fração e Números Decimais". Nessas unidades, o registro desenho aparece sempre coordenado com os registros numéricos e língua materna. Nas unidades que exploram objeto matemático "Multiplicação", é proposto um grande número de questões propondo a coordenação entre os registros desenho, numérico e língua materna.

Nos livros do 4º e 5º anos, nas questões que envolvem tabelas e gráficos, observamos a coordenação de registro, com frequência. Pois, para que o aluno resolva as situações-problemas, ele necessita interpretar os dados dos gráficos e/ou tabelas expostas, para convertê-las para o registro aritmético, a partir do qual se gerará a resposta da questão. Dessa forma, ocorre a coordenação das informações dadas no enunciado (língua materna/registro numérico) com as que são produzidas nos gráficos e/ou tabelas.

Quanto à equidade entre atividade de conversão e de tratamento

Foi possível perceber que as atividades propostas pelos livros possibilitam atividades de conversão e de tratamento. No entanto, as de tratamento ainda aparecem com maior frequência nos quatro volumes que compõem a coleção, configurando a não equidade entre essas atividades.

Foram observadas, nos livros do 2º ao 5º ano, questões que não possibilitam a resolução por meio do registro em que o aluno julgue mais adequado. Elas já induzem o aluno a uma determinada resolução, quando não dizem a forma específica de resolver determinada questão. Nesse tipo de questão, o aluno é conduzido a adotar o registro escolhido pelo livro.

Ainda assim, foi possível perceber atividades que propõem a conversão, principalmente entre os registros de desenho, numérico e língua materna. Nessas atividades, para que o aluno possa fazer o tratamento da questão, ele precisa, primeiramente, entender o enunciado posto em língua materna e converter para outro registro. Feita essa conversão inicial, ainda é exigida do sujeito a atividade de tratamento.

Essa categoria nos permitiu concluir que não existe equidade entre as atividades de conversão e tratamento, reafirmando o que preconiza Duval (2003), sobre a supervalorização do tratamento em detrimento da conversão por parte de escolas e professores. Essa realidade foi constatada também na coleção analisada.

Quanto à ênfase dada aos algoritmos

Diante do fato que a ênfase presente nos livros é dada aos tratamentos, criou-se a categoria referente aos algoritmos. Observamos ênfase no algoritmo, prioritariamente, nas unidades que trabalham as operações aritméticas (adição, subtração, multiplicação e divisão).

No livro do 2º ano, especificamente, essa ênfase só pode ser observada quando trabalhado o conteúdo adição e subtração. Embora o livro já traga elementos referentes aos conteúdos de multiplicação e divisão, eles não são tratados ainda na representação do algoritmo formal. Quando são propostos problemas acerca desses dois últimos objetos matemáticos, as questões se apoiam no registro desenho, evitando a resolução no registro aritmético, substituindo-o por tentativas de agrupamento.

Nos livros dos 3º, 4º e 5º anos, pouco se observou a utilização de questões apoiadas no registro de desenho. Embora existam exercícios que apresentem desenhos e que possibilitem a resolução da questão por meio da contagem no próprio desenho, as questões que pedem a resolução por meio de algoritmos aparecem com maior frequência.

É notável que o algoritmo ainda é a maneira mais utilizada e valorizada quando trabalhados os conceitos de adição e subtração. Encontramos questões que já disponibilizam o espaço determinado para o algoritmo ser estruturado e efetuado. Até mesmo nas questões que exploram a compreensão e resolução de situações-problema, utilizando-se do registro língua materna, numérico, desenho, gráficos e tabelas, é possível que observemos a ênfase dada aos algoritmos nas resoluções.

Percebemos atividades totalmente descontextualizadas, em que o aluno só precisa armar e efetuar os algoritmos, tratando dentro de um mesmo registro (o numérico). Isso acontece nas quatro operações matemáticas.

Cabe ressaltar aqui a importância do trabalho com o algoritmo. No entanto, é necessário que se perceba que ele não é a única forma de o aluno lidar com as operações. O professor precisa ter ciência de que o trabalho com os números e as operações deve conter os algoritmos, mas que a sua mediação para que o aluno saiba tratar e pensar em outras possibilidades – com a coordenação de outros registros – de resoluções é imprescindível.

Considerações finais

Compreendemos que a teoria dos RRS defende a necessidade de trabalharmos didaticamente com diferentes registros de representação como meio de possibilitar ao aluno a compreensão matemática. O fundamental, entretanto, não se limita ao uso de cada uma dessas representações isoladamente, mas à atividade de conversão entre elas, à colocação em correspondência. Somente assim se poderá falar da apreensão conceitual e da diferenciação entre representante e representado. Essas ações, presentes nas atividades propostas pelo livro, podem auxiliar o professor em sala de aula.

Os livros analisados apresentam uma diversidade de registros de representação para a maioria dos conteúdos abordados. No decorrer das unidades observadas, percebemos a presença enfática do registro desenho, numérico e língua materna. Mais que isso, os desenhos, em sua maioria, aparecem coordenados com o registro língua materna e, muitas vezes, com o apoio do registro numérico, e não apenas como meras ilustrações.

Outro aspecto observado na análise dos livros diz respeito à contextualização dos conteúdos. É marcante a presença de situações-problema que possuem elementos do cotidiano do aluno, contando com o apoio de diferentes registros e a coordenação entre eles. É bastante presente nos livros as situações-problema com o apoio de outros registros que não apenas o numérico e a língua materna. Muitos deles exploram o desenho, gráficos e tabelas. Percebemos, ainda, a possibilidade da utilização do material concreto, disponível no final do livro (material complementar). Há várias questões, nessa coleção, em que é necessária a utilização do material dourado, das cédulas em reais, do ábaco, dentre outros.

Na análise desta coleção de livros didáticos, percebemos, também, muitos exercícios sem contextualização, que aparecem marcados por cálculos numéricos, algoritmos e cálculos mentais, apenas. No entanto, já é perceptível a preocupação em atender às novas teorias de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, a análise das atividades propostas nos livros didáticos de Matemática considerados neste trabalho, permite-nos concluir que esta coleção de livros apresenta, segundo a teoria estudada, aspectos relevantes para a construção dos conceitos matemáticos pelos alunos. É, entretanto, necessário ter ciência de que nenhum livro pode ser considerado o único meio para proporcionar a aprendizagem dos alunos.

Não basta ao professor a utilização exclusiva do livro didático nas suas atividades de sala de aula. É necessário que seu processo formativo lhe ofereça condições de, por um lado, aproveitar os pontos positivos desse recurso didático; por outro lado, de fazer-lhe críticas e conseguir elementos que possam compor o quadro de uma eficiente formação matemática.

Referências

BARRETO, M. C. As representações semióticas em resolução de problemas matemáticas: como pensam futuros professores. In: SALES, J. A. M. de; BARRETO, M. C.; FARIAS, I. M. S. de (Org.). *Docência e Formação de Professores:* novos olhares sobre temáticas contemporâneas – Fortaleza; EdUECE, 2009.

______.; SOUSA, A. C. G. de. Conversões e Tratamentos: futuros professores resolvem problemas matemáticos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, *Anais*... Brasília: UCB, 2009.

BRASIL, *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Matemática. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

______. *Guia de livros didáticos:* PNLD 2011: Matemática. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010.

BUEHRING, R. S.; FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. *O tratamento da informação nos livros didáticos e a teoria da representação semiótica.* REREMAT - Revista Eletrônica de Republicação em Educação Matemática. UFSC, p. 24-32, 2005

DAMM, R. F. Registros de Representação. In: MACHADO, S. D. A. *et. al. Educação Matemática:* uma introdução. São Paulo; Educ, 1999.

DANTE, L. R. Livro didático de matemática: uso ou abuso? *Em aberto*; Brasilia, ano 16, n. 69, jan./mar., 1996. Disponível em: < http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1040/942 > Acesso em: 24/09/2012.

DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática:* registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

______. *Semiósis e Pensamento Humano:* registros semióticos e aprendizagens intelectuais. (Sémiosis et Pensée Humaine: Registres

Sémiotiques et Apprentissages Intellectuels): fascículo I – São Paulo; Editora Livraria da Física, 2009.

MORETTI, M. T. O papel de registros de representação na aprendizagem de matemática. *Contrapontos.* Ano 2 - n. 6 - p. 423-437 - Itajaí, set./dez. 2002

SOUSA, A. C. G. de. *Representação semióticas e formação docente para o trabalho com números e operações nos anos iniciais do ensino fundamental.* 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

A TEORIA DA ATIVIDADE E OS JOGOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Flávia Roldan ***Viana***

Introdução

O uso de jogos no ensino de Matemática será discutido neste capítulo a partir do entendimento de que o jogo só terá caráter efetivamente de ensino quando considerado promotor da aprendizagem. Esta perspectiva anuncia que não é o jogo, por si só, que trabalha os conceitos matemáticos, mas sim a intervenção pedagógica que se faz por meios dele, alicerçada por um referencial teórico consistente, crítico e reflexivo.

O jogo tem surgido no contexto da Educação Matemática com a perspectiva de propor soluções aos educadores que enfrentam inúmeros desafios pedagógicos, dentre eles o de tornar o ensino dessa disciplina dinâmico e que leve o aluno a assumir uma postura "ativa" em relação a sua aprendizagem. Diante desse desafio, torna-se, então, imprescindível, ao docente, repensar metodologias à luz de um novo paradigma educacional no bojo das reflexões teóricas pedagógicas que buscam caminhos alternativos e propostas de metodologias "lúdicas" (dinâmicas), suscitando ao professor o repensar de sua prática.

O recurso desponta, assim, segundo a literatura, como uma tentativa de "facilitar" a aprendizagem Matemática, ao permitir que os alunos possam vivenciar situações dinâmicas no cotidiano escolar. Torna-se um instrumento a ser utilizado no ensino da disciplina, sendo considerado por alguns autores como uma nova tendência na Educação Matemática. E, ainda, pode vir a oportunizar ao professor ser um mediador no processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina, tornando-o mais significativo para o educando.

Porém, diante da disseminação do uso de jogos na disciplina de Matemática, numa tentativa de trazer ao contexto da sala de aula novas estratégias de ensino, como meio facilitador da aprendizagem, inquieta-nos a fragilidade teórica com que tais discussões se apoiam. Embora já tenhamos um número considerável de produções sobre esse tema, uma revisão de literatura parece indicar a necessidade de ampliarmos tais investigações do ponto de vista teórico e metodológico. Nesse sentido, buscamos as contribuições da Teoria da Atividade de Leontiev (1978, 1981, 2010a, 2010b) para a compreensão do uso de jogos no contexto do ensino de conteúdos matemáticos.

A referida teoria parte do princípio de que, para a aprendizagem se concretizar para o sujeito cognoscente e se constituir efetivamente como atividade, a mediação do professor é fundamental ao orientar e organizar o ensino. Quando falamos de atividade, estamos nos referindo às contribuições teóricas de Leontiev ao discutir o conceito de atividade como aquela que leva o indivíduo a estabelecer relações com o mundo dos objetos, em busca de satisfazer uma necessidade.

Mais do que uma inquietação teórica, fundamentar o uso de jogos com a Teoria da Atividade, no que tange ao processo de ensino e aprendizagem Matemática, é uma forma de contribuir na investigação desse fenômeno educativo com base em elementos categoriais da teoria.

Assim, compreendendo a Teoria da Atividade como um aporte teórico fundamental a essa análise, tendo em vista visualizar o processo de apropriação do conhecimento somente possível com base na atividade do sujeito cognoscente mediado pelo outro, levanta-se o problema do trabalho que busca responder a pergunta: Como o jogo concebido como uma ferramenta para a atividade de aprendizagem pode contribuir para a construção do conhecimento matemático discente?

O que queremos enfatizar é que analisar o uso de jogos no contexto educacional matemático precisa ser feita segundo um critério que nos permita fazer inferências mais sólidas, menos subjetivas e sem especulações. É necessário reforçar seu uso, mas se contrapondo a uma utilização movida por modismos e/ou pelo afã dos discursos de ser apenas uma prática lúdica e interativa.

Teoria da Atividade: atividade, ação e operação

Nas últimas décadas, tem-se recuperado as contribuições trazidas pela Teoria histórico-cultural, preconizada por Vygotsky. A importância dessa teoria é ressaltada por Libâneo e Freitas, quando afirmam que o teórico:

> iniciou suas pesquisas em 1920 com psicólogos e pedagogos que vieram a constituir uma elite de pesquisadores na antiga URSS, entre eles A. N. Leontiev e A. R. Luria. As pesquisas em parceria desse grupo foram iniciadas em 1924 e se estenderam até 1934, vindo a formar a base teórica da psicologia histórico-cultural em relação a temas como origem e desenvolvimento do psiquismo, processos intelectuais, emoções, consciência, **atividade**, linguagem, desenvolvimento humano, aprendizagem (LIBÂNEO; FREITAS, 2006, p. 01 – grifo nosso).

Como membro desse grupo de pesquisadores russos, posteriormente, Leontiev liderou os estudos sobre a atividade humana, um dos importantes conceitos da abordagem histórico-cultural, que culminou na formulação da Teoria da Atividade. A referida teoria é considerada um desdobramento da Teoria Histórico-cultural de Vygotsky que concebe a aprendizagem, o ato de aprender, uma atividade social, de produção e reprodução do conhecimento, especificamente de natureza humana, orientada para um objetivo.

Sendo assim, a aprendizagem "[...] pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que a cercam" (VIGOTSKY, 2011, p. 115). Dessa forma, o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se processa na sua relação com o meio físico e social, mediada por instrumentos e signos (entre eles a linguagem, a fala, o jogo, entre outros).

Nessa perspectiva, podemos inferir que o processo de aprendizagem se dá, segundo Vigotsky (2011), por meio do processo de internalização, ou seja, por meio da apropriação de conceitos e significações, em que as relações intrapsíquicas (atividade individual) constituem-se a partir das relações interpsíquicas (atividade coletiva). A aprendizagem ocorre, então, mediada culturalmente haja vista que "as modificações biológicas hereditárias não determinam o desenvolvimento sócio-histórico do homem e da humanidade" (LEONTIEV, 1978, p. 264).

Ainda em relação à aprendizagem, Leontiev (1991, p.74) afirma que,

> (…) para aprender conceitos, generalizações, conhecimentos, o sujeito deve formar ações mentais adequadas. Isto pressupõe que estas ações se organizem ativamente. Inicialmente, assumem a forma de ações externas (...), e só depois se transformam em ações mentais internas.

O conhecimento é construído em um processo social negociado, que envolve a interação com os objetos, a representação mental e a construção ativa da realidade em um contexto histórico e cultural, mediada por instrumentos ou artefatos (mentais ou físicos), surgindo na atividade entre as pessoas (interpsicológico) e tornando-se interiorizada (intrapsicológico) pela apropriação das informações e respectivas estruturas, que caracterizam o momento individual de aprendizagem (VIGOTSKY, 2010). A apropriação se dá por processos internos ao sujeito que ocorre na atividade mediada com os outros.

A teoria de Leontiev desenvolveu a função da atividade, tornando compreensível a relação, que ocorre nos planos teórico e prático, entre a atividade, o social e a mediação (NÚÑEZ, 2009). Essa Atividade é, segundo Leontiev, originária da mediação entre o sujeito aprendente, o outro e o objeto da aprendizagem. Sendo que toda atividade está orientada para o objeto ou motivo, sendo este o fator que faz que o indivíduo venha a ter objetivos e a realizar ações para alcançá-los.

A Teoria da Atividade "parte do princípio de que as articulações que os atores sociais são capazes de estabelecer entre si, com o meio social, bem como com os materiais disponíveis, são essenciais para o êxito da função pedagógica" (BARRETO, 2010, p. 127). Entende-se, assim, que é fundamental a mediação docente para que a aprendizagem se concretize para os alunos e se constitua efetivamente como atividade. Portanto, a forma e o conteúdo do seu pensamento, antes de serem individuais, são sociais.

Nessa mediação, o professor deve criar no sujeito cognoscente a necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo. Por sua vez, a aquisição de conceitos teóricos, desencadeada na atividade mediada, deve ocorrer sistemática e propositalmente, por meio de ações conscientes que possibilitem a construção de um modo generalizado de ação e o desenvolvimento do pensamento teórico.

Na estrutura do conceito de atividade, a necessidade, então, materializa-se no objeto, tornando-o o motivo da atividade (LEONTIEV, 1978,1981). No campo educacional, a necessidade da atividade de aprendizagem estimula o aprendente a assimilar os conhecimentos teóricos; "os motivos, estimula os escolares a assimilar os procedimentos de reprodução destes conhecimentos por meio das ações de estudo, dirigidas a resolver as tarefas de estudos (unidade do objetivo da ação e as condições para alcançá-lo)" (DAVIDOV *apud* MOURA *et al*, 2010, p. 216).

Trabalhando com base em suas grandes categorias: atividade, ação e operação, Leontiev (2010a, p. 68) designa como atividade "os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo". E, para melhor explicar esse processo, Leontiev (2010a, p. 70) diferencia dois tipos de motivos: os apenas compreensíveis e os realmente eficazes. De acordo com as condições que se apresenta a atividade, Leontiev estabeleceu uma distinção entre motivos compreensíveis e motivos eficazes.

Ainda, segundo o autor, são os motivos eficazes que têm uma função impulsionadora da atividade, que possibilitam ao estudante estabelecer uma relação entre o motivo da atividade e a ação desenvolvida para aprender. Motivo e objeto precisam coincidir, caso contrário, ter-se-á apenas ações vazias de sentido em si (MOURA *et al*, 2010). Contudo, os motivos compreensíveis podem se tornar motivos eficazes. Por exemplo, a partir do momento que um aluno, que só realizava as tarefas escolares para ter mais tempo no recreio (motivo compreensível), passa a fazer as tarefas de sala pelo prazer e pela consciência de sua importância para sua aprendizagem, o motivo compreensível tornar-se eficaz. Nesse caso, uma ação torna-se atividade.

Os motivos compreensíveis "tornam-se motivos eficazes em certas condições, e é assim que os novos motivos surgem e, por conseguinte, novos tipos de atividade" (LEONTIEV, 2010a, p. 70). Produz-se assim uma "nova objetivação" das necessidades do sujeito. Os motivos compreensíveis existem na consciência, mas não são psicologicamente eficazes, não são suficientes para que a ação (ou as ações) a eles relacionada aconteça.

Assim sendo, o motivo é regido por uma necessidade, que mobiliza as ações, as quais estão subordinadas a objetivos e dependem das condições para a sua realização por meio das operações, que nada mais são que os modos de realização da ação. O objeto de uma atividade é seu real motivo, que pode ser material ou ideal. O importante é que há sempre uma necessidade por trás de um motivo. Desse modo, o conceito de atividade está necessariamente ligado ao conceito de motivo. Não pode haver atividade sem um motivo. Atividade "não motivada" não é uma atividade sem um motivo: é uma atividade cujo motivo se encontra objetiva e subjetivamente escondida (LEONTIEV, 1978).

Sforni (2004), a respeito dessa discussão, coloca que, no cerne da Teoria da Atividade, então, estão as necessidades que impulsionam motivos orientados para uma finalidade (um objeto), que é modificada em decorrência do surgimento de novos motivos que reestruturam a atividade que até então envolvia o sujeito.

Nesse sentido, Leontiev (1981, p. 122) se posiciona, afirmando que nem todos os processos podem ser chamados de atividade.

> O que é, em geral, a atividade? Designamos por esta expressão não apenas a atividade frequentemente encontrada em dado nível do desenvolvimento da criança. O brinquedo, por exemplo, não ocupa, de modo algum, a maior parte do tempo de uma criança. A criança pré-escolar não brinca mais do que três ou quatro horas por dia. Assim, a questão não é a quantidade de tempo que o processo ocupa. Chamamos de atividade aquela em conexão com a qual ocorrem as mais importantes mudanças no desenvolvimento psíquico da criança e dentro da qual se desenvolvem processos psíquicos que preparam o caminho da transição da criança para um novo e mais elevado nível de desenvolvimento (LEONTIEV, 1981, p. 122).

Para Leontiev, o desenvolvimento cognitivo, ou seja, as operações mentais seriam determinadas pelas relações concretas estabelecidas entre o indivíduo e a realidade. A relação prática com os objetos, ou seja, a atividade prática, mediatiza a relação entre o homem e a sociedade, ao colocá-lo, pela sua atividade, em contato com os objetos e fenômenos do mundo ao seu redor, atuando sobre eles, transformando-os e transformando-se (LIBÂNEO; FREITAS, 2006), onde mente e consciência são mediadas por ferramentas e objetos.

Se cada atividade atende a uma necessidade do indivíduo, essa necessidade se realiza por partes. "As partes componentes da atividade são as ações que são assim definidas: chamamos um processo de ação quando ele é subordinado à ideia de conseguir um resultado, isto é, quando é subordinado a um objetivo consciente" (BARRETO, 2010, p. 132). Dessa forma, a ação "é um processo cujo motivo não coincide com seu objetivo, mas reside na atividade da qual faz parte" (LEONTIEV, 2010b, p. 125).

Leontiev ainda coloca que, "mesmo que muitos conhecimentos sejam já operacionais ou automatizados na cultura, para que eles sejam desenvolvidos no sujeito como operações conscientes, é preciso que elas se formem primeiramente como ações" (SFORNI, 2004, p. 180). Desse modo, a ação é tão importante quanto à consciência da própria ação, tendo em vista que é essa consciência que permite ao indivíduo o domínio e a mobilidade da atividade, que, por sua vez, pode ser realizada por diferentes "operações" que são definidas por Leontiev (1979, p. 61) como "os meios mediante os quais uma ação se leva a cabo".

Percebemos, então, um movimento na estrutura proposta por Leontiev. Os elementos: atividade – ação – operação não são estanques. "A ação pode transformar-se em atividade, ou seja, uma ação que em princípio era realizada apenas como parte de uma atividade passa a ter para o sujeito um motivo em si" (SFORNI, 2004, p. 99). Da mesma forma, a ação pode energizar-se e passar a ser o motivo, portanto a atividade do indivíduo.

É na interação desse indivíduo com o objeto que a atividade se concretiza por meio de ações (objetivo) e operações (condição), movidas por necessidades e motivos. Essa dinâmica é própria do desenvolvimento humano, que busca se apropriar e alcançar novos conhecimentos, proporcionando transformação e desenvolvimento.

No caso do ensino da Matemática, o motivo poderá ser modificado à medida que a apropriação do conteúdo seja mais significativa ao sujeito; ocorrendo uma nova objetivação de suas necessidades, "significando que elas são compreendidas em um nível mais alto" (LEONTIEV, 2010a, p. 71).

Sendo assim, é possível, então, uma combinação entre os jogos e o ensino da Matemática, à medida que os jogos possam tornar a aprendizagem mais significativa, resignificando o conhecimento do sujeito ao criar uma ponte entre o saber espontâneo e o científico. O jogo é uma ferramenta para a atividade de aprendizagem. Porém, como o próprio Leontiev (2010b) alerta, a aprendizagem não surge, de modo algum, diretamente da brincadeira, do jogo.

Os jogos e seus multisignificados no ensino da Matemática

Buscando contrapontos para a realização desse estudo, foi possível perceber que alguns estudos foram realizados e ainda há muito que se pesquisar sobre o uso de jogos no ensino da Matemática.

De acordo com Huizinga (1990, p. 04), o jogo ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função significante, isto é, encerra um determinado sentido. Nesse recurso, "existe alguma coisa em jogo que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido à ação. Todo jogo significa alguma coisa".

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os jogos oportunizam a criança vivenciar situações que se repetem e a aprender a

> (...) lidar com símbolos e a pensar por analogia (jogos simbólicos): os significados das coisas passam a ser imaginados por elas. Ao criarem essas analogias, tornam-se produtoras de linguagens, criadoras de convenções, capacitando-se para se submeterem a regras e dar explicações" (BRASIL, 1997, p. 35).

Grando (2000); Moura (2000); Kishimoto (2001); Leal (2005), entre outros pesquisadores recomendam que o jogo esteja presente no ensino, por apresentar uma relevância para o desenvolvimento cognitivo e promover simulações de situações-problema, que requerem organização de procedimento de soluções.

Estudos comprovam que, para a criança desejar aprender, é preciso que ela tenha motivações, desejos, que desencadeiam aprendizagens e que não se dissociam de suas características motoras, afetivas e psicológicas. No caso do ensino de Matemática, D'Ambrosio (1989) já ressaltava, dentre outros elementos motivadores, o uso de jogos matemáticos, que, segundo a autora, é uma abordagem metodológica baseada no processo de construção do conhecimento matemático do aluno por meio de suas experiências com diversas situações-problemas, colocadas em forma de jogo.

Para Brougère (1998), na atividade lúdica, a criança descobre as relações existentes entre os homens e consegue, por meio da brincadeira, avaliar suas habilidades e compará-las com as das outras crianças. A brincadeira também permite a criança apropriar-se de códigos culturais e de papéis sociais.

Moura (2000, p. 79) também defende essa mesma ideia, quando afirma que

> o jogo promove o desenvolvimento, porque está impregnado de aprendizagem. E isto ocorre porque os sujeitos, ao jogar, passam a lidar com regras que lhes permitem a compreensão do conjunto de conhecimentos veiculados socialmente, permitindo-lhes novos elementos para apreender os conhecimentos futuros.

Portanto, situações que propiciem à criança uma reflexão e análise do seu próprio raciocínio, que esteja fora do objeto, nos níveis já representativos, necessitam ser valorizadas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. E o jogo, segundo Grando (2000), demonstra ser um instrumento importante na dinamização desse processo.

O jogo, na Educação Matemática, porém, só terá caráter de ensino quando considerado promotor da aprendizagem. Segundo Moura (2000, p. 47):

> O jogo como estratégia de ensino deve propiciar a aprendizagem, cumprindo seu papel de auxiliar no ensino do conteúdo, "propiciar a aquisição de habilidades, permitir o desenvolvimento operatório do sujeito e, mais, estar perfeitamente localizado no processo que leva a criança do conhecimento primeiro ao conhecimento elaborado.

O autor ainda ressalta que o uso do jogo na Educação Matemática deve contemplar o nível de conhecimento que o aluno possui dando ênfase aos que estão mais ou menos fixados. O recurso a ser distribuído entre os alunos deve ter um material a ser entregue com objetivos que lhes permitam dar um salto na compreensão dos conceitos matemáticos, considerando o interesse e a motivação dos alunos para o envolvimento com a atividade proposta.

Kishimoto (2001, p. 37) afirma que "a utilização do jogo potencializa a exploração e a construção do conhecimento, por contar com a motivação interna, típica do lúdico". A formação lúdica possibilita ao professor, "conhecer-se como pessoa, saber de suas possibilidades, desbloquearem resistências e ter uma visão clara sobre a importância do jogo e do brinquedo para a vida da criança, do jovem e do adulto."

Convém observar que incorporar ações pedagógicas à prática na educação na área da Matemática exige mudanças conceituais, estruturais e atitudinais dos educadores, o que ainda constitui um desafio a ser conquistado. O ensino da disciplina precisa estar marcado por situações que privilegiem recursos criativos, experiências singulares e a interação entre docentes e discentes e não apenas em metodologias marcadas por princípios tradicionais, que visa ao aprendizado decorado (ALVES, 2001).

Porém, essas considerações nos provocam a pensar na utilização significativa de jogos pedagógicos em diferentes contextos na Educação Matemática, visualizando que as práticas docentes devem se constituir como um alicerce do aprendizado global desse alunado. Como devem ser incorporados os jogos na construção do conhecimento matemático, enquanto formadores de sujeitos capazes de romper com o "negativismo do aprender Matemática", constituindo-se assim indivíduos críticos e reflexivos da aprendizagem e da realidade com a qual convivem? Ainda, segundo Alves (2001), a prática pedagógica cujo trabalho é realizado de forma centralizada na figura do professor, no qual o aluno é passivo, submisso, ouvindo e obedecendo, sendo, portanto heterônomo, traz desânimo e desinteresse ao estudo dessa disciplina.

Entretanto, como ressalta Antunes (2003, p. 38),

> nem todo jogo é um material pedagógico. (...) o elemento que separa um jogo pedagógico de outro de caráter apenas lúdico é que os jogos ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória.

Moratori (2003) também coloca que, ao optar por uma atividade lúdica, o educador deve ter objetivos bem definidos. Esta atividade pode ser realizada como forma de conhecer o grupo com o qual se trabalha ou pode ser utilizada para estimular o desenvolvimento de determinada área ou promover aprendizagens específicas, utilizando o jogo como instrumento de desafio cognitivo. E os alunos devem se sentir motivados a participar. Leal (2005) complementa essa ideia ao postular que o aluno, ao participar de atividades que envolvem o jogo no seu cotidiano, o faz de forma espontânea, visto ser uma situação que requer um engajamento voluntário.

De acordo com Muniz (2010, p.13),

> O valor dos jogos para a aprendizagem ganha força e importância a partir dos teóricos construtivistas, especialmente a partir da ideia de que o jogo potencializa a zona de desenvolvimento proximal, segundo Vigotski (1994). Nesta perspectiva, o jogo é concebido como um importante instrumento para favorecer a aprendizagem na criança e, em consequência, a sociedade deve favorecer o desenvolvimento do jogo para favorecer as aprendizagens, em especial, as aprendizagens matemáticas.

Assim sendo, o uso de jogos parece se apresentar como uma mudança significativa nos processos de ensino e aprendizagem, que vai de encontro à possibilidade de alterar o modelo tradicional do ensino. E, para se utilizar dessa estratégia, o educador deve ser sensível e conhecer as necessidades dos alunos do ponto de vista lúdico e saber orientar suas tarefas para alcançar os objetivos de aprendizagem.

O professor, então, no papel de mediador da aprendizagem, deve-se utilizar de diversas ferramentas de ensino para despertar no educando a consciência. Esta, para Leontiev (1978), é elemento fundamental aliado à atividade na construção do processo de ensino e aprendizagem.

Quando o aluno está aprendendo Matemática, por exemplo, as estruturas aditivas, ele passa a se apropriar de um conteúdo socialmente construído e suas significações, o que se configura como uma atividade interna. Isso ocorre à medida que acontece a apropriação do conhecimento e os sentidos pessoais são formados. Essa atividade interna de apropriação de conteúdos dotados de sentido pessoal caracteriza a aprendizagem.

Assim, podemos dizer que a forma como é conduzida o ensino e as interações que são priorizadas no contexto de sala de aula irão conferir a qualidade das aquisições individuais, decorrendo daí as diferenças qualitativas no desenvolvimento. A escolha dos conteúdos a serem trabalhados e a forma como serão ensinados são fatos decisivos no desenvolvimento escolar individual de cada estudante. Por conseguinte, precisamos nos preocupar com a organização do ensino.

Organizar o ensino exige necessariamente um planejamento definido com finalidades a serem alcançadas, em que serão determinadas as ações e operações que deverão ser realizadas em torno do objeto de estudo. Dessa maneira, os jogos de Matemática devem se constituir como instrumentos que devem ser manejados com destreza. Esses instrumentos munem as ações. Com efeito, essa discussão nos leva a ver o jogo como um recurso em sua atividade de ensino, o de criar "motivos para que os outros também se mobilizem a aprender" (MOURA, 2004, p. 260).

O jogo, então, entra no cenário da aprendizagem, também, como um recurso para uma atividade de estudo. Ao escolher o jogo ou criá-lo, o professor deve estar atento para os seus objetivos que devem coincidir com os objetivos dos conteúdos da aula. Se, por exemplo, na aula de estruturas aditivas, o objetivo era compreender os significados das operações e como elas se relacionam uma com a outra, os jogos a serem utilizados precisam contextualizar os vários significados da adição e subtração de números naturais e as relações entre as duas operações ou ainda levar o aluno a compreender os efeitos de adicionar e subtrair números naturais sendo capazes de ajudar o estudante na realização de novas tarefas em que provavelmente terão condições de contextualizar o que aprenderam anteriormente.

Sendo assim, os jogos precisam ter um caráter cognoscitivo, e não meramente de percepção passiva e de memorização. Precisam levar o aluno a pensar criticamente sobre seus atos, suas jogadas, a se questionar sobre suas resoluções, a tomar decisões que sejam apropriadas para situações-problema apresentadas no jogo, a fim de desenvolver ainda mais sua capacidade de raciocínio e de fazer relações entre o que estão aprendendo e o que já sabem.

Vale ressaltar que a aprendizagem escolar deve se configurar numa via de desenvolvimento psíquico/ mental além de promover o desenvolvimento cognitivo, a aquisição dos conteúdos ou habilidades específicas, levando o sujeito cognoscente a pensar sobre sua aprendizagem. A atividade de estudo é, portanto, o movimento de formação do pensamento teórico, assentado na reflexão, análise e planejamento, que conduz ao desenvolvimento psíquico (DAVIDOV, 1988).

A partir das considerações das diferentes obras apresentadas, observa-se que os autores apresentam uma concordância em relação à ideia de que o uso de jogos no processo de ensino e aprendizagem da Matemática pode vir a contribuir para formar sujeitos capazes de comunicar-se matematicamente e reconhecer esse conhecimento como instrumento útil em variados contextos do cotidiano. Os autores focam o lúdico e o aspecto prazeroso como pontos fundamentais para o exercício de uma prática diferenciada.

No entanto, é preciso salientar que as implicações educacionais do uso de jogos no contexto do ensino de Matemática precisam ser consideradas, superando o discurso restrito aos componentes lúdicos e prazerosos de forma isolada. Tem-se deixado de lado o desvendamento do fenômeno em sua totalidade. Em consequência disso, são assumidas diferentes posturas pedagógicas que convivem no contexto de sala de aula, de forma acrítica. Reproduzem-se, no cotidiano escolar, estratégias consideradas eficazes no ensino dessa disciplina ou mesmo práticas adaptadas, sem uma base epistemológica que dê sentido às ações.

Aprender Matemática é construir o sentido dos conhecimentos e são os problemas e a reflexão em torno destes que permitem a esses conhecimentos ganharem sentido quando aparecem como ferramentas para poder resolvê-los. Não é suficiente saber jogar, nem basta usar o jogo para resolver um conjunto restrito de problemas. É necessário trabalhar sobre a ampla gama de possibilidades de situações e questionamentos que surgem no jogo. Os conhecimentos envolvidos no jogo a serem utilizados devem se converter em objetos de reflexão.

Considerações finais

A Matemática é um conhecimento importante no desafio de compreender e atuar no mundo. O conhecimento gerado nessa área do saber deve ser visto como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural. Esta visão opõe-se àquela presente na maioria da sociedade e da escola, que considera a Matemática como um corpo de conhecimento imutável e verdadeiro, que deve ser assimilado pelo aluno.

Partindo das considerações sobre o uso de jogos no ensino de Matemática, relacionando-os com os conceitos da Teoria da Atividade de Leontiev, é possível observar que o jogo, no ensino de Matemática, pode ser um instrumento favorecedor à aprendizagem. O jogar tem por característica natural fazer que a aprendizagem seja construída socialmente, isto é, não tem origem no próprio indivíduo, reside fora do indivíduo, na sociedade, na cultura e nos outros indivíduos, mediante à interação.

O uso de jogos no ensino da Matemática pode vir a ser uma fonte de criação de situações-problema para possibilitar ao educando o desenvolvimento de habilidades como análise de possibilidades e tomada de decisão, auxiliando na construção do conhecimento matemático, os sujeitos envolvidos, nesse ato pedagógico, precisam pensar sobre as situações e as estratégias envolvidas.

Fica-nos claro, então, que não é o jogo, por si só, que trabalha os conceitos matemáticos, mas sim a intervenção pedagógica que se faz nele. A mediação e orientação do professor quanto aos procedimentos do aluno ao jogar, questionando sobre suas jogadas e as estratégias que se fazem necessárias.

Os conhecimentos empregados pelos alunos assim como a relação entre o conhecimento e a situação precisam ser refletidos pelo alunado, não apenas na perspectiva de selecionar uma opção entre outras, mas de oportunizar a reflexão ou a reapresentação do que fizeram. É preciso criar e recriar momentos de discussão, e não apenas a resolução conjunta do problema proposto pelo jogo, utilizar esses momentos como episódios de aprendizagem que motivem o aluno ao ato de aprender.

Dessa forma, o desafio do jogo pode criar um ambiente de discussão conceitual, favorecendo a aprendizagem. Com isso, é possível abrir possibilidades de fugir da prática recorrente na escola no sentido de apenas reproduzir exercícios relativos aos conceitos que estão sendo estudados. O jogo pode ser uma contribuição nessa motivação da aprendizagem, mas ele também deve ser visto como ferramenta para trazer um conceito já dominado pelo aluno, isto é, as operações.

O legado teórico oferecido por Leontiev face à sua complexidade e grandeza suscita mais pesquisas, compreendendo que a heterogeneidade do mundo contemporâneo afeta cada vez mais a dinâmica da sala de aula. Ao modificar os motivos que levam os alunos a aprender, torna-se necessária uma clara correspondência entre o conteúdo a ser ensinado e os motivos desencadeadores da aprendizagem.

Referências

ALVES, E. M. S. *A ludicidade e o ensino de matemática:* uma prática possível. São Paulo: Papirus, 2001.

ANTUNES, C. *O jogo e a educação infantil.* Falar e dizer/ Olhar e ver/ Escutar e ouvir. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

BARRETO, M. C. Contribuições da teoria da atividade para a compreensão das relações estabelecidas em sala de aula. In: FARIAS, I. M. S. de; NUNES, J. B. C; NÓBREGA-THERRIEN, S. M. (Org.). *Pesquisa científica para iniciantes:* caminhando no labirinto. Fortaleza: EdUECE, 2010, p. 127 – 141.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BROUGÈRE, G. *Jogo e educação.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

D'AMBROSIO, B. Como ensinar matemática hoje? *Temas e debates.* Ano II. N.2. Brasília: SBEM, 1989, p. 15 – 19.

DAVIDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarollo psiquico:* investigación psicológica teórica y experimental. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

GRANDO, R. C. *O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula.* 2000. 224f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação, Campinas, 2000.

HUIZINGA, J. *Homo ludens:* o jogo como elemento da cultura. 2. ed. Trad., João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1990.

KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.* São Paulo: Cortez, 2001.

LEAL, T. F. *et al* Jogos: alternativas didáticas para brincar alfabetizando (ou alfabetizar brincando?). In: MORAIS, A. G. de; ALBUQUERQUE,

E. B. C. de. (Org.). *Alfabetização: apropriação do sistema de escrita alfabética.* Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

LEONTIEV, A. N. *O desenvolvimento do psiquismo.* Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

______. The problem of activity in psychology. In WERTSCH, J.V. (Ed.). *The concept of activity in Soviet psychology.* Armonk, NY: Sharpe, 1979, p. 37 - 71.

______. *Actividad, conciencia, personalidad.* Habana, Cuba: Editorial Pueblo Y Educación, 1981.

______. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: LURIA, A. R. *et al Psicologia e Pedagogia I:* bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Tradução: Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Editora Moraes, 1991.

______. Uma contribuição à Teoria do Desenvolvimento da Psique Infantil. In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.* São Paulo: Ícone, 11ª edição, 2010a, p. 59-83.

______. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.* São Paulo: Ícone, 11ª edição, 2010b, p. 119-142.

LIBÂNEO, J.C; FREITAS, R.A.M.M. Vygotsky, Leontiev, Davydov: três aportes teóricos para a Teoria histórico-cultural e suas contribuições para a didática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, *Anais*... Goiás: SBHE/UCG, 2006.

MORATORI, P. B. *Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?* UFRJ. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/PatrickMaterial/TrabfinalPatrick2003.pdf Acesso em 10.08.2010.

MOURA, M. O. de. A séria busca no jogo: do lúdico na matemática. In: KISHIMOTO, T. M. (Org). *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação.* 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.

______. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. In: BARBOSA, R. L. L. *Trajetórias e perspectivas da formação de educadores.* São Paulo: Editora UNESP, 2004, p. 257 – 284.

______. *et al* Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 10, n. 29, p. 205-229, jan./abr. 2010.

MUNIZ, C. A. *Brincar e jogar:* enlaces teóricos e metodológicos no campo da educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

NÚÑEZ, I. B. *Vygotsky, Leontiev, Galperin:* formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

SFORNI, M. S. F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino:* contribuições da teoria da atividade. Araraquara: JM Editora, 2004.

VIGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem.* Trad. Paulo Bezerra. 2ª ed. 2ª tiragem. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

______. *Pensamento e linguagem.* Trad. Jefferson Luiz Camargo. 4ª ed. 2ª tiragem. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

O TANGRAM NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA

Ivoneide Pinheiro de ***Lima***
Francisco Gêvane Muniz ***Cunha***
Willame da Silva ***Sales***

Introdução

Ao longo da história, o homem se utilizou da Geometria para resolver problemas do dia a dia. No ambiente escolar, mesmo fazendo parte das propostas curriculares e tão necessária à vida do cidadão moderno, o que se presencia é o ensino desta área, quase sempre, relegado a um segundo plano em relação à Aritmética e à Álgebra e, quando ensinada, normalmente é abordada de forma inadequada e incompleta.

O estudo da Geometria proporciona o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos e sua inserção em sala de aula favorece a compreensão e a integração dos conceitos geométricos com o mundo em que vive. Além disso, por sua característica de desafio, a Geometria desperta o interesse, estimula a curiosidade, aguça o espírito de investigação e desenvolve a capacidade para resolver problemas (CUNHA; LIMA, 2004).

Diante dessa perspectiva, fica claro que a Geometria constitui parte importante dos currículos de Matemática na Educação Básica e que o professor de Matemática precisa adquirir competências em relação a essa disciplina, tanto no aspecto do domínio dos conteúdos a serem ensinados, quanto na criação e direção de situações de aprendizagem que objetivem a construção e aquisição das noções geométricas de seus alunos. Porém, o seu ensino ainda é pouco explorado, especialmente com jogos que favoreçam essa concepção.

Segundo Lima *et al* (2007), esse fato é decorrente da fragilidade de cursos de formação de professores que não conseguem assegurar uma boa qualidade na preparação do futuro professor de Matemática, justamente por se prenderem a uma metodologia centrada na transmissão do saber, com ênfase na oralidade e no uso de recursos didáticos referenciados por livros, muitas vezes, de má qualidade.

Pesquisas, como de Lima; Bellemain (2002) e Rocha (2006), apontam que, nos poucos momentos em que o estudo de Geometria é feito no âmbito escolar, este é conduzido de maneira inadequada utilizando como recurso apenas o livro didático. Diante disso, este capítulo relata a experiência realizada com onze alunos da Universidade Estadual do Ceará (UECE), por meio de um minicurso utilizando o jogo Tangram no estudo dos conceitos de Geometria.

Reflexão sobre o ensino de Geometria

A palavra *Geometria*, etimologicamente, vem do latim e significa medida da terra. Para Luft (2009, p. 352), a Geometria é o "ramo da matemática que estuda a extensão e as propriedades das figuras planas e dos sólidos". A esse respeito, Ferreira (2010) assinala que a Geometria configura-se em uma ciência destinada à investigação das formas e das dimensões dos entes matemáticos.

A Geometria tem sua gênese no Paleolítico superior, haja vista sua presença em desenhos, utensílios, cerâmicas, armas e outros. Observa-se que os povos primitivos já possuíam noções das formas e de alguns conceitos geométricos, tais como: triângulo, quadrado, simetria. Aproximadamente 3000 a. C, os sumerianos já utilizavam o cálculo da área de um retângulo pelo produto do comprimento pela largura. Posteriormente, calculava-se a área de quadriláteros irregulares por meio de aproximações (BOYER; MERZBACH, 2012).

No século V a. C., a Geometria passou a receber especial tratamento por parte de estudiosos - filósofos, físicos, matemáticos, astrônomos, dentre outros - que buscaram dar-lhe um caráter científico. Destaca-se, nesse período, a obra *Os Elementos,* formulada a partir de princípios básicos descritos nos postulados e axiomas deduzidos por Euclides. Isso mostra que, tanto quanto a Aritmética, a Geometria evoluiu desde o momento em que os homens se estabeleceram em tribos, que se organizaram em cidades próximas às margens de rios (MENDES, 2001).

No cenário educacional brasileiro, dentre as diferentes mudanças educacionais que ocorreram, na perspectiva de melhorar a qualidade da Educação Básica, merece ênfase o movimento chamado Matemática Moderna, que ocorreu por volta da década de 1960 com a finalidade de aproximar a Matemática escolar da Matemática acadêmica.

Em todos os anos da matemática da Educação Básica, foi utilizada uma linguagem formal que, de acordo com Kline (1976, p.34), consistia na linguagem de novos campos, como o "da álgebra abstrata, o da lógica simbólica, o da teoria estabelecida e a álgebra de Boole".

Para Sales (2012), essa reforma não alcançou o resultado desejado e favoreceu para a diminuição do estudo de Geometria no meio escolar, visto que os professores não compreendiam a proposta pedagógica implantada e ficaram inseguros em suas ações docentes. Aliás, os alunos também não entendiam o que era trabalhado em sala. Kline (1976, p.34) afirma que essa intervenção educacional foi um fracasso para a educação brasileira.

No final da década de 1970, após a constatação do abandono da Geometria em sala de aula, alguns pesquisadores no campo da educação matemática, como Miorim; Miguel; Fiorentini (1993) e Lorenzato (1995), dedicaram seus estudos a essa problemática na tentativa de resgatar o ensino da disciplina. Essas pesquisas, associadas à elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais em 1997, muito contribuíram para as discussões que foram levantadas em todo o país.

Lorenzato (1995, p.127) retratou então que o distanciamento entre a Geometria e o aluno decorre do fato de o professor desconhecer "o poder, a beleza e a importância que ela possui para a formação do futuro cidadão, então, tudo indica que, para esses professores, o dilema é tentar ensinar a Geometria sem conhecê-la ou então não ensiná-la". Quanto ao condicionamento do ensino ao livro didático, o autor se refere:

> Infelizmente em muitos deles a Geometria é apresentada apenas como um conjunto de definições, propriedades, nomes e fórmulas, desligado de quaisquer aplicações ou explicações de natureza histórica ou lógica; noutros a Geometria é reduzida a meia dúzia de formas banais do mundo físico. Como se isso não bastasse, a Geometria quase sempre é apresentada na última parte do livro, aumentando a probabilidade dela não vir a ser estudada por falta de tempo letivo. (LORENZATO, 1995, p. 127).

Nesse mesmo período, Nelson Antonio Pirola realizou um estudo sobre os conceitos básicos de Geometria com alunos de graduação dos cursos de habilitação em Magistério e de Matemática da UNESP e constatou que eles não estavam "aptos a lecionar adequadamente" (REVISTA EDUCAÇÃO, 2001, p. 39). Na avaliação aplicada, de uma escala de 0 a 10, os estudantes de Matemática obtiveram uma média 2, e os do magistério atingiram média de 0,68. A esse respeito, Nacarato expõe que diferentes fatores colaboram para a não solidificação da Geometria em sala, tais como:

> A própria história do ensino de matemática no Brasil e, em especial, o de geometria; e a não compreensão, por parte dos professores, da importância da formação de conceitos geométricos para o desenvolvimento do pensamento matemático (NACARATO, 2001, p. 84).

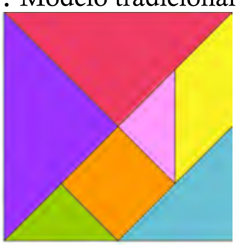
Porém, na atualidade, esse problema ainda persiste, e o ensino de geometria ainda continua sendo pouco explorado em sala e, quando ocorre, é discutido preferencialmente o estudo de medidas (LIMA; SALES, 2012).

Frente a essa realidade, Borges Neto *et al* (2003) assinalam que é necessário que o professor tome consciência da importância da Geometria para o desenvolvimento do raciocínio do aluno, e que o seu ensino seja desenvolvido com ênfase na experimentação, na investigação, na formulação de hipóteses, na comparação com outras atividades apresentadas anteriormente, na perspectiva de fazer que eles redescubram os conceitos matemáticos.

O papel pedagógico do Tangram

O Tangram é um jogo (quebra-cabeça) chinês constituído por sete peças resultante da decomposição de um quadrado, que representa o modelo original deste jogo. Suas peças são 2 triângulos grandes, 1 triângulo médio, 2 triângulos pequenos, 1 quadrado e 1 paralelogramo. Não há registro do nome do idealizador deste jogo, nem a data precisa de sua invenção. O que se sabe é que foi criado há mais de 4.000 anos e foi trazido para o Ocidente em meados do século XIX. A figura 1 ilustra o modelo do Tangram.

Figura 1: Modelo tradicional do Tangram



Fonte: Elaboração própria.

O modelo de Tangram mais utilizado em sala de aula é aquele que decorre da decomposição de um quadrado, embora existam outros formatos como circular, ovo, coração, hexagonal, octogonal. O termo Tangram vem da palavra chinesa *Tch'i Tch'ião Pan*, que significa "as sete tábuas da habilidade". Ao utilizar este jogo devem-se obedecer duas regras básicas: utilizar todas as peças e não sobrepor uma peça sobre a outra (MENDES; BEZERRA, 2009).

Existe uma diferença entre o Tangram e os outros quebra-cabeças comuns. Com apenas setes peças, é possível construir uma variedade de figuras, cerca de 1700 imagens, entre letras, números, animais, pessoas, figuras geométricas, dentre outros; possibilitando uma multiplicidade de caminhos para construção de diferentes figuras. Já os quebra-cabeças comuns apresentam uma quantidade grande de peças e só possibilitam um único caminho para a arrumação (DINIZ *et al*, 2006).

A utilização do Tangram em sala de aula propicia o trabalho dos conceitos abstratos de forma concreta, explorando a visualização do observador. É um recurso didático eficiente na compreensão dos conteúdos matemáticos, que pode ser utilizado em diferentes níveis de ensino (DEUS, 2010). É relevante devido ao alto grau de curiosidade que desperta nos alunos, contribuindo para prender a sua atenção.

Outra contribuição significativa do uso do Tangram, em sala de aula, encontra-se em proporcionar aos futuros professores de Matemática do ensino básico um olhar para a Matemática na descoberta de enfoques na aquisição de novos campos conceituais para o ensino de Geometria, aproximando assim os conceitos de Matemática da vida cotidiana. A este respeito, Mendes e Bezerra (2009, p. 03) esclarecem que

> O Tangram é um material de origem chinesa cujas características geométricas oferecem condições ao professor de explorar, com bastante eficácia, conceitos geométricos nas aulas de Matemática. A sua utilização prevê a exploração do espaço geométrico pelo aluno, o conhecimento das formas geométricas mais comuns, bem como o desenvolvimento de habilidades de observação, experimentação, comparação e levantamento de hipóteses, entre outros.

A utilização do Tangram possibilita trabalhar diferentes conceitos matemáticos, como identificação, comparação, descrição, classificação, congruência, visualização espacial, formas geométricas, área, perímetro, dentre outros. Pode ser utilizado desde a Educação Infantil até os anos finais do Ensino Fundamental. Seu uso corrobora para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade (MENDES, 2001).

A seguir, é apresentada a experiência realizada com alunos de graduação da UECE com o uso do tangram.

O Tangram como recurso formador

O minicurso de Geometria foi realizado no mês de novembro de 2010, na cidade de Fortaleza/CE, na UECE, com uma carga horária total de 12h/a, sendo 08 h/a para a manipulação do material analógico e 4h/a no Laboratório de Informática Educativa por meio digital.

Foram ofertadas 20 vagas para os alunos de cursos de graduação ou pós-graduação, preferencialmente de licenciaturas, oferecidos por esta universidade. Porém, só compareceram 11 alunos assim distribuídos: 06 de Licenciatura em Pedagogia, 02 de Licenciatura em Matemática, 01 de Licenciatura em Física, 01 de Bacharelado em Administração e 01 de Especialização em Psicopedagogia. Esse fato foi importante para o crescimento do grupo, visto que possibilitou a troca de percepções e ideias em torno dos conceitos de Geometria sob diferentes olhares.

O primeiro dia de encontro foi marcado, inicialmente, por uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem da Geometria. Em seguida, foi aplicado aos participantes um instrumento na forma de questionário, que indagava a respeito do curso e semestre que cursavam na universidade; se já conheciam o Tangram e quais as expectativas em relação ao curso.

As análises revelaram que 64% dos alunos já conheciam o jogo, enquanto 36% desconheciam. Entretanto, os que já tinham tido contato com o Tangram possuíam um conhecimento limitado, conforme seus depoimentos: “conheci na escola, mas não foi realizada nenhuma atividade específica. Apenas deram para os alunos brincar” e “utilizei no Ensino Fundamental, nas aulas de Matemática. Recortamos as peças e montamos as formas (desenhos) que já vinha no livro indicado”.

Como esses alunos foram educados nos moldes do Movimento da Matemática Moderna, é compreensível que não saibam como utilizar pedagogicamente o Tangram, já que não vivenciaram adequadamente o seu uso na Educação Básica e também na universidade, especialmente os de Pedagogia e Matemática.

Em relação às expectativas do curso, os alunos revelaram que desejam aprender como trabalhar didaticamente com o Tangram. Eis alguns depoimentos: “discutir as potencialidades e limitações de materiais concretos no ensino de Matemática. Aprender outras formas de uso do Tangram no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e compreender como posso utilizar o Tangram na construção dos conceitos de forma efetiva”.

Segundo Ausubel (2003), uma das condições para que incida uma aprendizagem significativa do conteúdo em foco consiste no fato de o aluno estar disposto ao aprendizado. Esses comentários foram essenciais, pois revelaram que os participantes estavam com predisposição psicológica e desejam aprender como usar o Tangram em sala de aula.

Após a aplicação do questionário, foi contada a lenda sobre o Tangram e os procedimentos necessários para construí-lo a partir de uma folha de papel, utilizando primeiramente dobraduras e, em seguida, uma tesoura para decompor as partes. À medida que o jogo era confeccionado, os conceitos sobre as figuras planas, que constituem o Tangram, iam sendo explorados.

A participação da turma foi boa, pois suas expressões faciais demonstravam surpresas, e seus questionamentos revelavam curiosidades em relação ao jogo. Então, foi sugerido que cada aluno pintasse as peças, a seu gosto. Em seguida, com o intuito de tornar mais resistente o jogo e facilitar o manuseio, foi solicitado que eles colassem as peças em papel dúplex. Como desafio, foi solicitada aos alunos a reconstrução do quadrado que deu origem a sete peças do Tangram.

No segundo dia, foram trabalhadas atividades que envolviam conceitos de Matemática ligados aos de outras áreas de conhecimentos no sentido de proporcionar aos alunos momentos de experimentação, que envolvessem situações de investigação, exploração, questionamento e reconstrução. Nesse sentido, a primeira atividade desenvolvida foi a manipulação livre do material.

No decorrer dessa ação, foi chamada a atenção dos alunos sobre a importância de que o primeiro contato da criança com o Tangram deve ser destinado à exploração das peças e identificação de suas formas geométricas, de modo acessível e sem preceitos, com a finalidade de conhecer cada uma de suas peças. Além do mais, o seu manuseio pode ser individualmente ou em grupo. É um jogo que não exige grandes habilidades dos alunos, mas apenas um pouco de criatividade, tempo e paciência (CUNHA; LIMA, 2011).

Os alunos foram orientados a criarem um desenho com o seu Tangram. Posteriormente, foram solicitados em grupo a construírem uma estória contemplando todos os desenhos elaborados. Este tipo de exercício é importante por considerar os conhecimentos disciplinares básicos, como língua portuguesa, matemática e arte, além do desenvolvimento de atitudes que possibilitem a criatividade e o respeito à diversidade no cenário da sala de aula.

Neste momento, chamamos a atenção dos alunos para a importância desta atividade com as crianças, pois elas tendem a reproduzir no papel a imagem com as mesmas dimensões, quando fizeram a figura com as peças do Tangram. Neste caso, este é o momento em que o professor pode abordar conceitos matemáticos que são pertinentes à situação, por exemplo, o conceito de redução, ampliação, proporcionalidade e semelhança (DINIZ *et al*, 2006).

A atividade seguinte foi a formação de figuras a partir da visualização de duas imagens (todas pretas) que foram apresentadas, cujos contornos desenhavam um homem e um pássaro. A ideia dessa ação foi trabalhar com o desenvolvimento da visualização espacial do aluno, no sentido de ele perceber o valor desta atividade para a criança. A este respeito, Cunha e Lima (2004, p. 24) afirmam que "crianças com habilidade de interpretar ou fazer representações gráficas bem desenvolvidas têm facilidade para comunicar-se com o mundo o qual as rodeia". Depois foi explorado o conceito de equivalência, congruência, medidas, área e perímetro.

A programação para o terceiro dia previa que os alunos fossem encaminhados ao laboratório de informática para manusear o Tangram virtual, sendo que o objetivo era o de que eles percebessem as potencialidades e os limites do uso dos dois tipos de Tangram: em sala de aula convencional (construído de papel) e no laboratório (virtual).

Após 1h30min de manuseio do Tangram no computador, foi aberto um debate final no qual os alunos relataram que, embora seja mais prazeroso de manipular no virtual, este é muito mais limitado do que aquele utilizando em sala de aula, neste caso, o Tangram de papel. A justificativa para esta observação deu-se principalmente pelo fato de o Tangram virtual ser bastante restrito, possibilitando apenas a construção de diferentes figuras planas. Já o de papel abre um leque de possibilidades para discussão diferentes conceitos geométricos em sala de aula. Para encerrar o minicurso, os participantes avaliaram o evento:

Através do minicurso, foi possível identificar recurso prático que pode ser usado em qualquer etapa escolar; o Tangram deixou de ser apenas a construção de imagens com figuras geométricas, mas também a construção dos conceitos matemáticos geométricos que geralmente se torna difícil ao aprendizado dos alunos. O minicurso foi muito interessante, a dinâmica bem participativa, senti falta de algum texto mais técnico, para melhorar a discussão. **(Participante D)**

O minicurso foi ótimo! Tanto a professora quanto seus bolsistas foram bem didáticos e conseguiram contribuir com a minha formação, pois aprendi como é importante, prazeroso aprender matemática. A construção do Tangram e a exploração do jogo foram interessantes. Como dica: eu indicaria a possibilidade de os participantes do minicurso pensarem em estratégias, criarem. Enfim, obrigada por me fazerem pensar. A nossa educação nos traz a ilusão que somos incapazes de pensar! **(Participante L)**

O minicurso foi muito bem aceito pelos participantes, que relataram que aprenderam a utilizar o jogo relacionando-o com os conceitos geométricos. Os participantes conseguiram identificar que atividades com jogos podem favorecer uma aprendizagem mais significativa. A Matemática deve ajudar o aluno a compreender e explicar a sua realidade, em que o ensino de algoritmos e cálculos mecanizados não sejam a prioridade, mas o raciocínio e a compreensão do processo. Sob esta perspectiva, cabe ao professor utilizar sua criatividade para ampliar, modificar e diversificar o uso do Tangram no ensino de Matemática.

Considerações finais

O experimento destacou alguns pontos que precisam ser efetivados na realização dos próximos minicursos. É importante que todo o experimento seja filmado, do início ao fim, para uma melhor análise; trabalhar também com as medidas, especialmente com as transformações de medidas.

Destacamos que o interessante da pesquisa foi os alunos perceberem o Tangram como um importante meio pedagógico para o ensino de Geometria, sob a perspectiva de uma disciplina dinâmica inserida no seu cotidiano, ajudando a viver e a compreender melhor a vida, buscando criar uma cultura em que estejam presentes a reflexão crítica, a investigativa, o trabalho coletivo e a autonomia.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos:* uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BORGES NETO, H. *et al* TelEduc Multimeios: uma experiência de educação a distância na graduação em CNTP (Condições normais de trabalho e pesquisa). In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE E NORDESTE*, Anais...* Aracaju/SE: UFSE, 2003. v. 1, p.1-12.

BOYER, C. B; MERZBACH, U. C. *História da Matemática.* São Paulo: Edgard Blücher, 20124. 508p.

CUNHA, F. G. M; LIMA, I. P. *Espaço; localização, movimentação e representação:* formação continuada de professores da rede pública. 2ª etapa. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 2004.

______.; LIMA, I. P. *Laboratório de Ensino de Matemática.* Fortaleza: UAB/IFCE, 2011.

DEUS, A. F. B. de. *O uso do tangram como recurso de aprendizagem.* Disponível em: <http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=1148>. Acesso em: 22 jul. 2010.

DINIZ, M. I. de S. V. *et al A matemática das sete peças do Tangram.* São Paulo: IME-USP, 2006.

FERREIRA, A. B H. *Mini dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.* 8º ed. Curitiba: Positivo, 2010. 856p.

KLINE, M. *O Fracasso da Matemática Moderna.* São Paulo: IBRASA, 1976. 211p.

LIMA, I. P.; SALES, W. S. O tangram no processo formativo inicial do professor de matemática: contribuição do PIBID In: FARIAS; I. M. S.; NÓBREGA-THERRIEN, S.; CARVALHO, A. D. F. *Diálogos sobre formação de professores: olhares plurais.* Teresina: EDUFPI, 2012. 264p.

______. *et al* Elaboração dos conceitos de geometria e das medidas na formação do pedagogo: oficinas pedagógicas e a plataforma Teleduc. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE E NORDESTE, *Anais*... Macéio: UFAL, 2007. v. 1, p.1-12.

LIMA, P. F.; BELLEMAIN, P. M. B. *Um estudo da noção de grandeza e implicações no Ensino Fundamental.* Série Textos de História da Matemática, v. 8. Rio Claro-SP: SBHMAT, 2002.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? In: *A Educação Matemática em Revista.* São Paulo: SBEM, 1995, v.4.

LUFT, C. P. *Minidicionário.* São Paulo: Ática, 2009. 688p.

MENDES, I. A. O uso da História no ensino da Matemática: reflexões teóricas e experiências. *Série Educação.* n.1. Belém/PA, 2001.

______. ; BEZERRA, J. Q. *Construindo e explorando o Tangram na sala de aula.* Natal/RN: EDUFRN, 2009. 20p.

MIORIM, M. Â.; MIGUEL, A.; FIORENTINI, D. Ressonâncias e dissonâncias do movimento pendular entre álgebra e geometria no currículo escolar brasileiro. *Zetetiké.* São Paulo, ano 1, n. 1, p. 19 – 39, 1993.

NACARATO, A. M. A geometria no ensino fundamental: fundamentos e perspectivas de incorporação no currículo das séries iniciais. In: SISO, f. F.; DOBRÁNSZKY, E. A.; MONTEIRO, A. (Orgs). *Cotidiano escolar:* questões de leitura matemática e aprendizagem. Petrópolis, RJ: Vozes; Bragança Paulista, SP: USF, 2001.

REVISTA EDUCAÇÃO. Ano 28; nº 242; junho de 2001.

ROCHA, E. M. *Uso de instrumentos de medição no estudo da grandeza comprimento a partir de sessões didáticas.* 2006.226p. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Educação, UFC, 2006.

BRINCADEIRAS TRADICIONAIS E O CONCEITO DE NÚMERO

Luciana de Oliveira Souza **Mendonça**
Regina Maria Simões Puccinelli **Tancredi**

Introdução

Neste trabalho, pretendemos discutir a importância da utilização de brincadeiras tradicionais infantis, como metodologia para a construção do conceito de número na Educação Infantil, tendo em vista que este é um dos conceitos matemáticos mais enfatizados nesta fase escolar, e pela possibilidade de favorecer um novo olhar do professor sobre o processo de ensino-aprendizagem deste conceito.

Nesse sentido, apresentaremos os dados de uma pesquisa de intervenção, que teve como objetivo investigar a possibilidade de se utilizar brincadeiras tradicionais infantis como recurso metodológico para favorecer a construção do conceito de número na Educação Infantil, na perspectiva do construtivismo piagetiano, tendo como referenciais os trabalhos de Piaget e Kamii.

Durante a pesquisa, constatamos que há uma ideia corrente, em muitas escolas de Educação Infantil, que as crianças aprendem o conceito de número por repetição e memorização. São comuns as situações de memorização por meio da grafia de algarismos isolados: por exemplo, ensina-se o número 1, depois o número 2 e, assim, sucessivamente. Propõem-se exercícios de escrita de algarismos e associações entre desenhos e algarismos, por exemplo, o número 2 associado a dois patinhos. Acredita-se que, dessa forma, a criança estará construindo o conceito de número.

Estudos de Piaget sobre o desenvolvimento infantil e as pesquisas de Kamii, no campo da Educação Matemática, que embasaram a realização desta pesquisa, permitem questionar essa concepção de aprendizagem baseada na memorização, repetição, associação, rigidez, disciplina e silêncio.

Entretanto, existem dificuldades em se utilizar os jogos como metodologia de ensino de Matemática. Em geral, quando se propõe esta utilização, muitos professores alegam a falta de materiais, recursos e o número excessivo de alunos na sala de aula como suas principais dificuldades. Por esse motivo, escolhemos as brincadeiras tradicionais infantis por não necessitar de grandes recursos para sua implantação, uma vez que fazem parte da cultura infantil e estão presentes nos espaços de recreação.

Mas será que estas brincadeiras podem mesmo ser uma alternativa metodológica para a construção de conceitos matemáticos, em especial, o conceito de número? Se sim, como utilizá-las?

O jogo como possibilidade metodológica para o ensino de Matemática na Educação Infantil

Em vários Congressos Brasileiros de Educação Matemática, vem-se discutindo a respeito da importância de se aproveitar o conhecimento adquirido no cotidiano do aluno para o ensino da Matemática escolar. Smole (1996, p. 62) destaca que, em relação à Educação Infantil,

> (...) é necessário que se desenvolvam propostas que levem em consideração as ideias intuitivas das crianças, sua linguagem própria e suas necessidades de desenvolvimento intelectual, sem, no entanto, esquecer que a escola deve ir além do que o aluno parece saber, deve tentar compreender como ele pensa e fazer interferências no sentido de levar cada aluno a ampliar progressivamente suas noções matemáticas.

Nessa fase do desenvolvimento infantil, geralmente observa-se a presença dos Jogos Tradicionais, enquanto manifestação da cultura popular, reduto da livre iniciativa da criança, transmitidos pela oralidade de geração a geração. Os jogos e brincadeiras tradicionais - tais como amarelinha, pipa, bolinhas de gude, corda, casinha, corre-cotia, dentre outros - podem ser caracterizados pelo anonimato, tradicionalidade e universalidade. Kishimoto (1993) e Friedmann (1990) destacam essas e outras brincadeiras como possibilidades metodológicas para o ensino da Matemática na Educação Infantil.

Smole (1996), em um projeto de intervenção realizado com crianças de 4 a 5 anos de uma escola de Educação Infantil, desenvolveu algumas atividades utilizando-se de Jogos Tradicionais. Ao justificar o uso desses jogos tradicionais infantis, Smole afirma que é possível vislumbrar muitas formas de utilização destes recursos para desenvolver noções de números, de medidas e de geometria, além de orientação e percepção espacial. De uma forma mais geral, Friedmann (1990, p. 56) considera que o jogo tradicional tem um papel importante no desenvolvimento das capacidades físicas, motoras, sociais, afetivas, cognitivas e linguísticas nas crianças. Para ilustrar esta afirmação, toma como exemplo o jogo de bolinhas de gude, classificando-o como um jogo de regra que é transmitido de geração a geração, modificando-se as regras e que tem muitas funções úteis, como possibilitar à criança a aprendizagem de algumas regras morais, a obtenção de noções de espaço e tempo, o trabalho com noções matemáticas e físicas, assim como sua socialização por meio da cooperação e da competição.

Nesta perspectiva, o Jogo Tradicional Infantil toma a dimensão de Jogo Educativo, definido, segundo Kishimoto (1998), baseando-se em Campagne (1989, p. 112), como aquele que deve propiciar o equilíbrio entre duas funções básicas: a função lúdica, pois deverá propiciar a diversão, o prazer; e a função educativa, pois ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e a apreensão de mundo.

A discussão da utilização dos jogos tradicionais com finalidades pedagógicas, segundo Kishimoto (1998), tem atualmente o suporte de teorias, como as de Piaget, Vygotsky, Wallon e Bruner, que mostram a sua importância no desenvolvimento e aprendizagem infantil.

Os estudos desses teóricos deram suporte a várias pesquisas a respeito do jogo e seu papel na educação. Na literatura brasileira, os trabalhos de Friedmann (1990), Garkov (1990), Kishimoto (1990,1998), Oliveira (1990), França (1990), Moura (1990) são exemplos que mostram a importância das relações entre o brincar, o desenvolvimento e a aprendizagem. Nestes estudos, podem-se encontrar enfoques e abordagens distintas. Entretanto, todos evidenciam que o jogo infantil, tradicional ou não, é importante no desenvolvimento da criança.

Especificamente tratando-se de jogos tradicionais infantis, além de sua importância para o desenvolvimento da criança, sua inserção na educação se justifica, segundo Kishimoto (1998), baseando-se em Ivic e Marjanovic (1986), por pelo menos cinco motivos:

a) o brincar, como componente da cultura de pares, como prática social de crianças de diferentes idades, não pode ser deslocado para um tipo de escolarização em que predomine apenas relações criança-adulto;
b) os jogos tradicionais, por estarem no centro da pedagogia do jogo, devem ser preservados na educação contemporânea;
c) jogos tradicionais podem representar um meio de renovação da prática pedagógica nas instituições infantis, bem como, nas ruas, férias etc.;
d) os jogos tradicionais são apropriados para preservar a identidade cultural da criança de um determinado país ou imigrante;

e) ao possibilitar um grande volume de contatos físicos e sociais, os jogos tradicionais infantis compensam a ausência de alternativas destes contatos entre as crianças residentes em centros urbanos.

Baseando-se na necessidade do resgate cultural dos jogos tradicionais, Friedmann (1990, p. 60) afirma que

> (...) trazer o Jogo Tradicional de volta e transmiti-los às atuais gerações é uma tarefa muito importante: significa não somente o resgate cultural de um patrimônio lúdico nacional, sua preservação e continuidade, como também, a mostra de uma valorização do jogo no seu aspecto educacional.

Nesta perspectiva, está surgindo um movimento para a introdução dos jogos tradicionais nas escolas de Educação Infantil. O Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (BRASIL, 1998) aponta o jogo tradicional como uma possibilidade metodológica para o desenvolvimento físico, afetivo, moral e social da criança.

Esta valorização do jogo tradicional decorre da concepção sobre o brincar e o aprender. Segundo o RCN, durante as brincadeiras, as crianças podem desenvolver algumas capacidades importantes tais como: a atenção, a imitação, a memória e a imaginação. Além disso, por meio do brincar, as crianças podem experimentar o mundo, interpretar, significar e compreender de maneira ativa e própria os comportamentos, usos, costumes e sentimentos do homem.

Dessa forma, o RCN propõe a utilização de brincadeiras ou jogos tradicionais infantis numa perspectiva pedagógica, pois estes jogos possibilitam uma aproximação da criança com os conhecimentos matemáticos e a incentivam a desenvolver estratégias de resolução de problemas.

Esta concepção também está presente no trabalho de Moura (1990) denominado "O Jogo na Educação Matemática". Nesse trabalho, Moura coloca que a Matemática é produto cultural e que o homem produz esse conhecimento ao interagir com os outros homens na busca de soluções tanto de problemas que estas interações suscitam quanto daqueles outros que a natureza nos coloca como desafio. Considerando o conhecimento matemático como um produto social e concebendo a Matemática como conhecimento que está se fazendo, o jogo apresenta-se como uma importante metodologia de ensino, pois contribui para a compreensão do papel coletivo na produção do conhecimento e na criação de regras que regem esta produção. O jogo aproxima-se da Matemática por meio do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e ainda permite trabalhar os conteúdos culturais que lhe são inerentes.

Moura constatou também, em pesquisa realizada em 1992, que, na situação de jogo, o problema se apresenta dinâmico, ou seja, torna-se um "problema em movimento", uma vez que a criança, ao brincar, aprende as estruturas lógicas do jogo e, simultaneamente, aprende a estrutura matemática presente, o que permite estabelecer planos de ações para atingir determinados objetivos de resolução de problemas.

Tendo em vista essa possibilidade, Kamii e Livingston (1995) e Azevedo (1992) realizaram pesquisas para avaliar a possibilidade de se utilizar jogos com regras na construção de conceitos matemáticos, dentre eles, o conceito de número. Para essas autoras, essa utilização, associada ao uso de materiais pedagógicos diversos, pode favorecer o processo de construção do conhecimento lógico-matemático, uma vez que propicia, por meio da interação social, o confronto de diferentes pontos de vista, o desenvolvimento da autonomia moral e intelectual e o estabelecimento de relações.

Os jogos e/ou brincadeiras, enquanto proposta metodológica, assumem um papel importante para esta construção, pois, como destaca Azevedo (1992, p. 66),

> (...) permitem a colocação de problemas cuja busca de soluções favorece a criatividade e a elaboração de estratégias de resolução. Os problemas colocados pelos jogos são um fator de desequilíbrio, no sentido piagetiano, que 'empurram' a criança para a ação, através da auto-regulação. Se os jogos são convenientemente preparados, tendo como 'pano de fundo' os conceitos matemáticos, serão um recurso pedagógico eficaz para a construção de conceitos no ensino da Matemática.

Para serem mais eficazes, os jogos e/ou brincadeiras devem ser propostos levando-se em consideração o interesse dos alunos, pois assim os problemas suscitados durante essa prática passam a ser problemas reais para as crianças, problemas capazes de lhes provocar o desequilíbrio cognitivo.

Kamii e Livingston (1995) e Azevedo (1992) destacam que os jogos com regras oferecem também uma contribuição específica no que se refere à educação social das crianças e à construção da autonomia de pensamento. Para Azevedo (1992, p. 168),

> (...) quando as regras são discutidas no grupo e vivenciadas tanto a nível individual (cada jogador na sua vez de jogar) como a nível grupal (onde o grupo controla a ação de cada jogador em relação à adequação às regras), há certamente oportunidade da criança se defrontar com o pensamento do outro, através de suas ações durante o jogo. As estratégias individuais de jogo dependem então das regras defendidas pelo grupo e das estratégias de ação de outros jogadores e, consequentemente, da autonomia de pensamento.

Tendo em vista esses pressupostos, os jogos tradicionais, que também são jogos com regras, podem ser uma boa alternativa metodológica para o ensino da Matemática na Educação Infantil. Pensar em jogos e/ou brincadeiras na Educação Infantil é pensá-los como conhecimento, numa perspectiva de resolução de problemas, uma vez que cada ação da criança pode ser considerada um problema novo para a mesma, e a busca de soluções para esta situação pode promover o desenvolvimento de estratégias que favoreçam a criatividade, a autonomia, a cooperação e o raciocínio lógico-matemático.

A construção do conceito de número

Construir o conceito de número na Educação Infantil é fundamental para que as crianças, ao ingressarem no 2º série do Ensino Fundamental, possam prosseguir na aprendizagem da aritmética com compreensão.

Segundo Kamii (1990), o número não pode ser ensinado diretamente porque não é um mero conhecimento social ou físico. É, antes de mais nada, um conhecimento lógico-matemático que é construído pela criança por meio do estabelecimento de relações que a levam a desenvolver a reversibilidade, a conservação, a identidade e a quantificação, essenciais ao desenvolvimento do pensamento numérico. A implicação direta desta concepção no ensino de Matemática é que o professor deve encorajar a criança a pensar ativa e autonomamente em todos os tipos de situações, pois uma criança que pensa ativamente, à sua maneira, incluindo quantidades, inevitavelmente, constrói o número (Kamii, 1990).

Para Piaget (*apud* Kamii; Livingston, 1995, p.32), número é uma síntese de dois tipos de relações que a criança cria entre os objetos (por abstração reflexiva). Um deles é ordem e a outra é a inclusão hierárquica. Com a finalidade de esclarecer os conceitos "ordem" e "inclusão hierárquica", Kamii e Livingston (1995) apresenta os seguintes exemplos.

Quando uma criança, que ainda não possui o conceito de ordem, vai contar oito objetos, pode pular alguns destes ou contá-los mais de uma vez porque não estabeleceu mentalmente uma ordem para a contagem. Por outro lado, se a criança apresenta o conceito de ordem, tem uma necessidade lógica de colocar os objetos em uma ordem mental para contá-los corretamente.

Além disso, para quantificar os objetos como um grupo, as crianças têm que colocá-los em uma relação de inclusão hierárquica. Isso significa que a criança inclui mentalmente um em dois, dois em três, três em quatro, etc.

Deve-se salientar que a criança somente poderá quantificar numericamente um conjunto se conseguir sintetizar ordem e inclusão hierárquica em uma relação mental e simultânea. A implicação direta destes princípios para o ensino de Matemática é que a representação com signos e a prática oral não devem ser colocadas em primeiro plano na Educação Infantil. O professor deve encorajar a criança a pensar ativa e autonomamente em todos os tipos de situações, pois, como destaca Kamii (1990, p. 41), uma criança que pensa ativamente, à sua maneira, incluindo quantidades, inevitavelmente constrói o número.

O problema é que a escola ainda não está atenta para a necessidade de investir esforços nesse sentido. De acordo com Kamii (1990), a representação com signos é muito enfatizada na educação inicial, e as crianças nem sempre são incentivadas a vivenciar situações que propiciem o desenvolvimento do pensamento numérico.

Uma das causas dessa realidade pode ser o fato de que muitas professoras de Educação Infantil acreditam que somente por ensinar as crianças a contar, a ler e a escrever os números as estão ajudando a desenvolver conceitos numéricos. Além disso, provavelmente a maioria das professoras desconhece as etapas de construção do conceito de número pela criança, bem como talvez desconheçam o próprio processo de aprendizagem humano. As crianças não constroem o conceito de número de uma única vez. Essa construção passa por etapas, tal como ocorre com o seu desenvolvimento.

Piaget e seus colaboradores (*apud* Kamii, 1990), utilizando-se de um teste de conservação de quantidade, identificaram três níveis de construção do conceito de número pela criança. O referido teste consiste em uma entrevista e observação do desempenho da criança nos seguintes procedimentos:

- coloca-se 12 fichas azuis em fileira e pede-se à criança que coloque a mesma quantidade de fichas vermelhas em outra fileira, com a seguinte afirmação: "Coloque tantas fichas vermelhas como eu coloquei as azuis (exatamente o mesmo número, nem mais, nem menos)".
- registra-se o procedimento da criança. Caso a criança não consiga manter a igualdade, coloca-se as fichas em correspondência uma a uma e pergunta-se a ela se as duas fileiras têm a mesma quantidade.
- registra-se a resposta da criança.
- modifica-se a disposição das fichas azuis, espaçando-as. São feitas então as seguintes perguntas: "Existe o mesmo número de fichas azuis do que vermelhas? Ou há mais fichas azuis ou vermelhas? Como você sabe?".

Com este teste, Piaget e seus colaboradores provaram que o número não é algo conhecido de forma inata, por intuição ou pela observação, características da abstração empírica. Também demonstraram que os conceitos numéricos não são adquiridos por meio da linguagem, pois, se assim o fossem, as crianças não diriam que há doze fichas em cada fileira, mas que a mais "comprida" tem mais. Demonstraram, portanto, que o número é um conceito que o ser humano constrói com a criação e coordenação de relações, características da abstração reflexiva.

Apesar da construção individual do número, pode-se observar uma ordem hierárquica do desenvolvimento da conservação do número, que ocorre em três níveis. No nível I, a criança não consegue fazer um conjunto que tenha o mesmo número de fichas. No nível II, torna-se apta a realizar este procedimento, entretanto, ao se espaçar uma das fileiras, acredita que a mais comprida tem um maior número de fichas, pois seu julgamento se baseia na percepção espacial. No nível III, a criança constrói uma estrutura numérica que lhe permite ver os objetos numericamente e não espacialmente.

Greco (1962) e Meljac (1979), aplicando um teste de representação de quantidades de um conjunto de nove fichas, dispostas em círculo, realizado com crianças de 4 a 8 anos, encontraram os seguintes níveis de procedimentos para a resolução do problema proposto:

Nível 0 – Inabilidade de atender até mesmo o pedido do adulto
Nível 1 – Estimativa visual ou cópia grosseira da configuração espacial
Nível 2 – Correspondência um a um metódica
Nível 3 – Contagem

Por meio da análise dessas categorias e dos dados encontrados, Greco (1962) e Meljac (1979) concluíram que o fato de as crianças recitarem os números em uma sequência correta não implica necessariamente que elas utilizem esta aptidão como ferramenta confiável nem que já tenham construído a estrutura mental do número. Quando a criança constrói a estrutura mental do número e assimila as palavras a esta estrutura, a contagem torna-se um instrumento confiável.

No entanto, antes da construção deste conceito, a correspondência um a um, a configuração espacial e mesmo estimativas imperfeitas representam para as crianças procedimentos mais viáveis. Dessa forma, estes estudos mostram que existe a seguinte progressão nas habilidades de contagem: 1) habilidade de dizer palavras em uma sequência correta; 2) habilidade de contar objetos, fazendo a correspondência um a um entre as palavras e os objetos; 3) a escolha da contagem como instrumento mais confiável. Além disso, enfatizam que o desenvolvimento dessas habilidades depende da construção de uma infraestrutura do conceito de número e da sua coordenação com a sequência de palavras aprendida socialmente.

A partir do conhecimento de como a criança constrói o número, percebe-se que não se pode ensinar o número diretamente, uma vez que a construção desse conceito depende das relações que a criança consegue estabelecer em função do seu nível de desenvolvimento. Assim, o professor tem um papel essencial para a aquisição do conceito de número pela criança e pode exercê-lo bem promovendo situações que a levem a pensar em números de maneira significativa, a quantificar e comparar objetos e a estabelecer todo e qualquer tipo de relação.

A pesquisa

Kamii (1990) sugere que a utilização de jogos/brincadeiras pode favorecer a construção do conceito de número pela criança. Também o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil segue nessa direção. Entretanto, por meio de observações realizadas no cotidiano de uma escola de Educação Infantil, verificamos que o aproveitamento dos jogos/brincadeiras, presentes no dia a dia das crianças fora da escola, não ocorria na prática pedagógica das professoras como recurso didático para a construção de conceitos, procedimentos e atitudes. Diante dessa observação, ficamos instigadas para investigar a utilização de brincadeiras tradicionais para a construção de conceitos matemáticos na prática pedagógica, já que a literatura indica que essa utilização é possível e favorável para a aprendizagem das crianças.

Para responder essa indagação, realizamos um projeto de intervenção, tendo como eixo principal o desenvolvimento da autonomia e o estabelecimento de relações durante o brincar, com 28 crianças de 6 a 7 anos, de uma Escola Municipal de Educação Infantil da periferia da cidade de São Carlos-SP. Utilizamos oito brincadeiras, atividades escritas a elas associadas, além dos testes de quantificação e conservação preconizados por Piaget e Meljac, empregados antes (pré-teste) e após (pós-teste) a intervenção. Além disso, realizamos observações sistemáticas das aulas da professora de Educação Física, analisamos seu planejamento, fizemos entrevista com a professora de sala de aula e analisamos os cadernos dos alunos para melhor contextualizarmos o campo investigativo, a problemática do ensino do conceito de número e a utilização de brincadeiras como recurso didático na Educação Infantil.

Nesse trabalho, apresentaremos um recorte desta pesquisa, enfatizando os testes aplicados, a intervenção realizada, a representação por meio de desenhos, da resolução de problemas relacionados a uma brincadeira e ao conceito de número e a análise dos dados.

Realização e análise do pré-teste

Realizamos o teste piagetiano de conservação de quantidade associado ao teste de Meljac (1979), denominados neste estudo de pré-teste, para identificar em que nível de desenvolvimento as crianças se encontravam em relação ao conceito de número.

O pré-teste se constituiu de observação e entrevista semiestruturada, realizados individualmente com cada criança em uma sala reservada. Os procedimentos e respostas das crianças foram registrados simultaneamente em caderno de campo e gravação de áudio.

Utilizamos como referencial teórico-metodológico Kamii (1990), que forneceu categorias teóricas e possibilitou organizar e analisar as entrevistas dos alunos conforme seus procedimentos e justificativas. Cada uma das 28 entrevistas foi analisada e as crianças incluídas nessas categorias, de acordo com o nível de desenvolvimento, em cada fase do pré-teste.

O primeiro teste realizado foi o de contagem no qual se colocava 40 moedas sobre a mesa e pedia-se para que contasse quantas moedas haviam. Durante a realização deste teste, observamos os procedimentos realizados pelas crianças ao contar e a sequência numérica recitada, com o objetivo de analisar sua capacidade de quantificar as moedas, relacionando ordem e inclusão hierárquica e, dessa forma, determinar o número de moedas a serem utilizados nos demais testes.

A partir da análise do teste de contagem, associada ao teste de Meljac, constatamos que, apesar de 24 crianças (85,71%) conhecerem a sequência numérica além do número 10, apenas 10 crianças (35,72%) utilizam efetivamente a contagem como ferramenta para a resolução do problema de quantificação proposto, indicando que o conhecimento da sequência numérica até 15 (quantidade de moedas utilizadas durante a realização dos testes de quantificação e conservação) não se mostrava tão confiável quanto aos procedimentos baseados na estimativa visual ou na correspondência um a um.

Tabela 1: Categorias empíricas do Teste de Meljac (Igualdade em Círculo). Classificação em níveis, procedimentos, quantidade e porcentagem de crianças.

Nível	Procedimento	Acertam a igualdade?	Quantidade de crianças	%
0	Inabilidade de atender até mesmo ao pedido de colocar a mesma quantidade	Não	7	25
1.1	Não olham para o modelo de moedas enquanto colocam as suas moedas e imitam grosseiramente a forma do modelo	Não	4	14,29
1.2	olham várias vezes para o modelo enquanto colocam as moedas, imitando a forma do modelo	Não	2	7,14
2.1	olham várias vezes para o modelo enquanto colocam as moedas, associando-as e imitando a forma do modelo.	Sim	3	10,71
2.2	apontam cada moeda do modelo e, em correspondência um a um, colocam as suas moedas imitando a forma do modelo	Sim	2	7,14
3.1	contam todas as moedas do modelo depois colocam suas moedas imitando a forma	Sim	6	21,43
3.2	contam todas as moedas do modelo, colocam a mesma quantidade de moedas mas não imitam a forma	Sim	4	14,29

Fonte: Elaboração própria.

Observando a Tabela 1, verificamos que 7 (sete) crianças do nível 0, quando orientadas para que colocassem a mesma quantidade, não sabiam o que fazer com as moedas mesmo após a repetição da instrução. As 6 (seis) crianças dos níveis 1.1 e 1.2 levavam em consideração a forma, e não a quantidade de moedas. Mesmo as crianças que sabiam contar, por exemplo, a criança n2 não utilizava a contagem ou a correspondência um a um para resolver o problema, mas apenas a configuração espacial. As 5 (cinco) crianças dos níveis 2.1 e 2.2 utilizaram a configuração espacial e a correspondência um a um para a resolução do problema, enquanto que as seis crianças do nível 3.1 utilizaram a configuração espacial e a contagem para resolvê-lo. Apenas as crianças do nível 3.2 parecem saber que, para se obter a mesma quantidade de moedas, não precisam necessariamente colocá-las em uma mesma disposição de um conjunto de moedas modelo, uma vez que, embora haja alteração da configuração espacial, por meio da contagem podem obter a mesma quantidade de moedas.

Após a realização do teste de quantificação em círculo (Teste de Meljac), as 15 moedas foram dispostas em fila (Teste de Igualdade) e foi solicitado às crianças que colocassem a mesma quantidade de moedas. Por meio da observação dos procedimentos realizados pelas crianças, verificamos as seguintes categorias descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Categorias empíricas do teste de igualdade. Classificação em níveis, procedimentos, quantidade e porcentagem de crianças.

Nível	Procedimento	Acertam a igualdade?	Quantidade de crianças	%
0	Inabilidade de atender até mesmo ao pedido de colocar a mesma quantidade	Não	1	3,57
1.1	Colocam as moedas em fila, perpendicularmente às moedas do modelo sem conseguir a igualdade	Não	6	21,43
1.2	Colocam as moedas paralelamente às moedas do modelo, respeitando os limites inferiores e superiores	Não	6	21,43
2	Colocam as moedas encostadas a cada moeda do modelo em correspondência um a um.	Sim	6	21,43
3	Contam as moedas do modelo e em seguida colocam a mesma quantidade de moedas	Sim	9	32,14

Fonte: Elaboração própria.

Observando-se a Tabela 2, as crianças do nível 1.1, quando solicitadas para colocarem a mesma quantidade de moedas de um conjunto modelo, não utilizam a contagem, apenas a configuração espacial em linha reta, dispondo, curiosamente, suas moedas perpendicularmente às do conjunto modelo. As crianças do nível 1.2 utilizam os limites inferior e superior do conjunto modelo para tentarem a igualdade, estando presas à ideia de que ao se obter o mesmo comprimento, obter-se-á a mesma quantidade de moedas.

Por outro lado, as crianças do nível 2 utilizam a correspondência um a um e a configuração espacial como recurso para obterem a igualdade. Finalmente, as crianças do nível 3 utilizam a contagem como ferramenta para a resolução do teste de igualdade, não necessariamente representando a configuração espacial do modelo proposto.

Após a realização do Teste de Igualdade, caso a criança não conseguisse a igualdade, colocávamos as moedas em correspondência um a um para que esta visualizasse que as filas apresentavam a mesma quantidade de moedas. Para confirmarmos o entendimento, pela criança, perguntávamos: "A minha fila e a sua fila têm a mesma quantidade de moedas? Como você sabe?".

A partir da confirmação em relação à mesma quantidade de moedas, afastávamos as moedas de uma das filas, aumentando o seu comprimento e, em seguida, perguntávamos: "Há a mesma quantidade de moedas a minha fila e a sua fila ou sua fila tem mais moeda que a minha ou a minha tem mais moedas que a sua? O que você acha?".

Se a criança respondesse corretamente quanto à conservação, contra argumentávamos: "Veja como esta fila é mais comprida. Outra criança disse que há mais moedas nesta fila porque ela é mais comprida. Quem está certo: você ou a outra criança?". Contudo, se a criança respondesse erroneamente em relação à conservação, contra argumentávamos: "Mas você não se lembra de antes? Você não disse que tinha a mesma quantidade? Uma criança me disse que tinha a mesma quantidade. Quem está certo: você ou ela?".

A utilização destes procedimentos teve como finalidade verificar se a criança apresenta conservação de quantidade e identificar quais os argumentos utilizados pelas crianças capazes de conservar quantidade. A análise dos argumentos das crianças propiciou-nos a elaboração da Tabela 3.

Tabela 3: Categorias empíricas do teste de conservação. Classificação em relação aos argumentos de conservação, quantidade e porcentagem de crianças.

Nível	Argumentos de Conservação			Quantidade de crianças	%
	Configuração Espacial	Identidade	Identidade/ Reversibilidade		
Não Conservador	21			21	75
Intermediário				2	7,14
Conservador		3	2	5	17,85

Fonte: Elaboração própria.

Observando a Tabela 3, podemos observar que apenas 5 (cinco) crianças podem ser consideradas conservadoras, apresentando como argumento a identidade. Destas, duas crianças apresentam também como justificativa o argumento de reversibilidade. Em outras palavras, estas crianças sabem que, mesmo se alterando a configuração espacial, quer seja em seu comprimento ou disposição, a quantidade de moedas se conserva e, quando questionadas a respeito desta igualdade, afirmam que a quantidade de moedas não se modifica, uma vez que moedas não foram retiradas ou acrescentadas aos conjuntos.

Dessa forma, essas crianças são consideradas conservadoras porque conseguem justificar a afirmação de que os dois conjuntos apresentam a mesma quantidade de moedas após a modificação da configuração espacial de um destes, dando um ou mais argumentos para esta justificativa, e não são confundidas com contra argumentações.

Dentre os argumentos de conservação encontrados, temos os seguintes:

- Argumento de Identidade: "Existe a mesma quantidade de moedas na sua e na minha fila, porque nós não retiramos nada. Era assim antes, a sua fila só está mais comprida".
- Argumento de Reversibilidade: "Nós podemos colocar as suas moedas do jeito que estavam antes. Você só afastou, mas existe a mesma quantidade. Não mudou nada".

São incluídas no nível intermediário as crianças que dão a resposta certa em uma das perguntas após a alteração da disposição das moedas em seu comprimento, e, em seguida, colocando-as umas sobre as outras, as crianças hesitam ou mudam de ideia, como ilustra o diálogo durante o teste de conservação abaixo:

> **P:** *(…) Tem a mesma quantidade de moedas a minha pilha do que sua fila ou sua fila tem mais moedas que a minha pilha?*

Prontamente a menina (n24) respondeu: Tem a mesma coisa.

> **P:** *Por quê?*
> **n24:** *Porque aqui tem 15 e ali também*
> **P:** *Como você sabe?*
> **n24:** *Porque a gente fez 15 e 15. (Argumento de Identidade)*
> **P:** *Mas eu coloquei uma moeda em cima da outra. Continua tendo 15?*

Nesse momento, n24 hesitou e ficou olhando

> **P:** *Sabe o Bruno, ele falou que na fila tinha mais. O que você acha?*
> **n24:** *Aqui tem mais. O Bruno está certo (Contradição) (...).*

Por outro lado, as crianças consideradas não conservadoras acreditam que, ao aumentar o comprimento da fila de moedas, sua quantidade também aumenta como ilustra a justificativa abaixo:

> *"A minha fila tem mais porque você foi afastando as moedas"* **(n8)**.

A Intervenção com as Brincadeiras

Os estudos de Medeiros (1961) serviram de orientação para a seleção das seguintes brincadeiras: Assalto com Bola, Corre-Cotia, Dança das Cadeiras, Mãe da Rua, O Caçador, O Caçador de Tartarugas, Queimada e Rouba Bandeira.

Durante a realização das brincadeiras, auxiliamos as crianças no que se refere à compreensão das regras, inicialmente participando das atividades propostas e, posteriormente, observando o desempenho delas no decorrer das mesmas e propondo questões referentes a conceitos matemáticos presentes nessas brincadeiras que possibilitassem o estabelecimento de relações e o desenvolvimento da autonomia por parte das crianças.

Após a participação das crianças em cada uma destas brincadeiras, foram realizadas atividades escritas, que apresentavam situações-problema relacionadas às brincadeiras, para identificar o nível de compreensão das regras e promover a abstração reflexiva e a sistematização dos conceitos discutidos durante o brincar. As atividades escritas foram aplicadas individualmente e com orientações apenas para esclarecimentos do que devia ser feito, sem auxílio para a resolução dos problemas propostos.

A fim de exemplificar como se deu a realização deste processo de intervenção, analisaremos a utilização da brincadeira Dança das Cadeiras, por ser amplamente difundida na Educação Infantil.

Durante a brincadeira Dança das Cadeiras, procuramos desenvolver a autonomia das crianças da seguinte forma:

- promovendo a discussão sobre como as crianças organizariam as cadeiras e como resolveriam o problema da falta de um rádio;
- questionando sobre a quantidade de cadeiras;
- possibilitando às crianças que justificassem os seus pontos de vista;
- possibilitando às crianças que modificassem as regras.

Em relação ao conceito de número, durante a realização dessa brincadeira, observou-se que houve duas estratégias diferentes para a resolução da quantificação das cadeiras necessárias para sua realização. A primeira estratégia foi a de contagem de participantes e das cadeiras para se verificar a igualdade dos conjuntos. A segunda estratégia foi a de correspondência um a um entre as cadeiras e os participantes da brincadeira.

Além disso, observou-se que o conceito de subtração ainda estava em formação, uma vez que ainda existia a necessidade de se comparar os grupos para se concluir que havia uma cadeira a menos que o número de crianças.

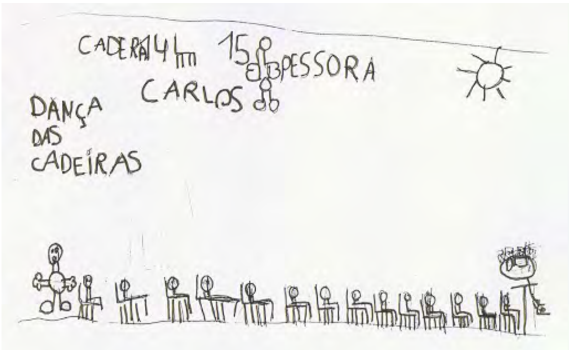
Atividade Escrita

A atividade escrita foi aplicada logo após a realização da brincadeira dança das cadeiras, na qual pedimos às 12 crianças que desenhassem a brincadeira realizada. Observamos as seguintes representações ou conceitos matemáticos nos desenhos:

1 – Representam mais cadeiras do que crianças (TOTAL=2);

2 – Representam o mesmo número de cadeiras e crianças, sugerindo uma correspondência um a um entre as cadeiras e as crianças (TOTAL=7);
3 – Representam o número de cadeiras suficientes para o número de crianças menos uma, sugerindo a representação da regra de exclusão (Figura 1) (TOTAL=3).

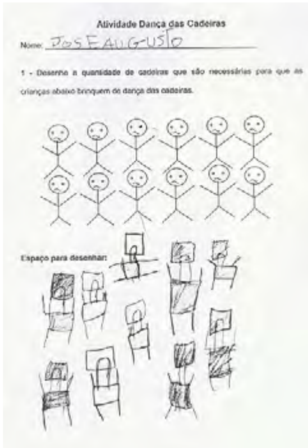
Figura 1: Atividade escrita da brincadeira Dança das Cadeiras – Representação da regra de exclusão dos participantes, nível III do teste de igualdade.



Fonte: Atividade de uma das crianças.

Após realizarmos novamente a brincadeira Dança das Cadeiras em outra oportunidade, aplicamos outra atividade escrita individual com 18 crianças que objetivava a representação do número de cadeiras necessárias para que um determinado número de crianças pudesse brincar. Onze crianças representaram o mesmo número de cadeiras e de crianças; três crianças representaram uma cadeira a menos do que o número de crianças; e quatro não resolveram corretamente o problema colocando menos cadeiras do que crianças (Figura 2).

Figura 2: Representação incorreta da quantidade de cadeiras para a realização da Dança das Cadeiras – Nível 0 do teste de igualdade.



Fonte: Atividade de uma das crianças.

Durante as brincadeiras, as crianças quantificaram os jogadores; compararam conjuntos, tanto pela contagem como pela configuração espacial; estabeleceram relações entre a quantidade e distância; discutiram a organização das brincadeiras; tomaram decisões sobre os mais variados assuntos sem a intervenção do adulto; resolveram problemas - matemáticos ou não - com criatividade e cooperação.

Destaca-se, dentre esses procedimentos, os conhecimentos de natureza procedimentais e atitudinais, uma vez que o desenvolvimento da autonomia contribui positivamente para que as crianças estabeleçam relações e, dessa forma, construam o conceito de número. O professor pode explorar e estimular procedimentos, como os acima citados, por meio de uma intervenção que favoreça a troca de pontos de vista entre as crianças, a escolha dos papéis a serem desempenhados no jogo, a organização da brincadeira, a discussão da regra, bem como a resolução de problemas que envolvam a quantificação, relações de espaço, tempo, velocidade, comparação de conjuntos, etc.

Análise do pós-teste

Após a realização das brincadeiras, as crianças melhoraram em relação à interação pessoal, trocando pontos de vista com seus colegas, argumentando sobre os problemas propostos e a organização das brincadeiras, recriaram as regras, desenvolveram o espírito de cooperação e a autonomia. O desenvolvimento dessas atitudes e habilidades favoreceu o estabelecimento de relações lógico-matemáticas que contribuem positivamente na construção do conceito de número.

Posteriormente à aplicação das brincadeiras e das respectivas atividades escritas, foram reaplicados os testes de quantificação e conservação descritos no item 3.1, para verificar se houve alguma evolução no desenvolvimento do conceito de número nessas crianças. A partir da análise do pós-teste, constatamos que 84% das crianças apresentaram alterações positivas em alguma etapa dos níveis de desenvolvimento do conceito de número em relação ao pré-teste. Além disso, ao compararmos o pré-teste e o pós-teste às atividades escritas nas quais as crianças resolviam os problemas relacionados às brincadeiras propostas e ao conceito de número, observamos que a representação dos desenhos acompanhava o nível do conceito dos números indicados nos testes.

Considerações finais

Neste estudo, discutimos a possibilidade da utilização de brincadeiras como metodologia de ensino para a construção do conceito de número na Educação Infantil, tendo em vista que este é um dos conceitos mais enfatizados nessa fase escolar, e pela possibilidade de favorecer um novo olhar ao professor de Educação Infantil sobre a importância das brincadeiras para a aprendizagem desse conceito.

Acreditamos que todos os jogos/brincadeiras adequados à faixa etária, que considerem o interesse das crianças e a cultura local, podem ser utilizados para favorecer a aprendizagem do conceito de número, desde que os professores intervenham promovendo a quantificação, o estabelecimento de relações, o desenvolvimento da autonomia e da criatividade. Dessa forma, uma mesma brincadeira pode ou não promover a aprendizagem do conceito de número, dependendo da maneira como o professor a utiliza.

Para que as brincadeiras sejam um fator positivo para a construção do conceito de número e de outros conteúdos também, os professores precisam adotar uma postura de apoio, de interação e comunicação com as crianças. Não é suficiente oferecer espaços lúdicos, potencializando o jogo pelo jogo. É necessária a realização de uma leitura do jogo, numa perspectiva de ajudar as crianças a desenvolver a autonomia e o estabelecimento de relações, por meio da troca de pontos de vista e da proposição de problemas durante o brincar. Portanto, é necessário estar preparado para intervir, para entrar em interação com as crianças e planejar momentos que promovam a discussão e a cooperação.

Dentro dessa perspectiva, pode-se aproveitar as brincadeiras infantis como contexto para favorecer a aprendizagem significativa do conceito de número na sala de aula desde a preparação delas até após sua realização.

Não pretendemos formalizar uma conduta para esse aproveitamento, pois não existe uma regra única, pronta e acabada para o fazer pedagógico. Tudo depende das crianças, do contexto, da escola, do professor e da intencionalidade na utilização do jogo como recurso para o desenvolvimento dessas habilidades e conhecimentos. Entretanto, os dados da pesquisa apontam alguns caminhos viáveis para esse aproveitamento.

Durante a preparação, pode-se solicitar às crianças que quantifiquem jogadores, comparem conjuntos de jogadores e objetos, organizem os espaços, delimitem campos de diferentes formas e decidam sobre os papéis a serem desempenhados durante o jogo.

No decorrer do jogo/brincadeira, o professor poderá observar o desempenho das crianças, aproveitando as situações-problema que surgem para realizar sua intervenção, sem interferir no lúdico. Ao mesmo tempo, poderá propor situações que favoreçam a troca de pontos de vista, o estabelecimento de relações e a quantificação.

Finalmente, após a realização do jogo/brincadeira, é possível - e desejável, como forma de sistematizar o conhecimento - a associação de atividades escritas, especialmente desenhos, que objetivem a representação da brincadeira e dos conceitos utilizados bem como a resolução das situações-problema que surgiram durante o brincar.

Essas atividades escritas, associadas aos problemas suscitados durante o brincar, podem promover a abstração reflexiva pelas crianças e favorecer o desenvolvimento de conceitos por meio de situações significativas para as mesmas e pode indicar para o professor qual o nível de construção do conceito de número que cada criança apresenta.

Dessa forma, as brincadeiras se tornam um excelente contexto para a construção do conceito de número, desde que o professor tenha uma postura de ajudar as crianças a desenvolverem a autonomia, o estabelecimento de relações e a quantificação.

Ao utilizar o jogo como estratégia para aprendizagem e para o desenvolvimento, o professor deve estar atento à estrutura do jogo e à estrutura cognitiva em movimento das crianças – que seriam as estratégias de ação que os alunos utilizam ao jogar – a fim de estabelecer formas criativas de aproveitar os jogos na construção de diferentes conceitos a serem desenvolvidos.

Só assim, o jogo será jogo do conhecimento, jogo do desafio, jogo da construção de significados duradouros e permitirá aos alunos maior autonomia de pensamento, criatividade, cooperação - objetivos de uma Educação Matemática inovadora, distante da transmissão de conhecimentos prontos e acabados, da recepção passiva e mais próxima da construção dos conceitos, procedimentos e atitudes -, cabendo à escola, portanto, contribuir para que esta construção ocorra.

Nesta perspectiva, os jogos/brincadeiras poderão ser vistos não só como momentos de recreação para as crianças, mas como possibilidade de recriação e construção, não só de conceitos matemáticos, mas de vários outros conhecimentos, habilidades e atitudes essenciais para o desenvolvimento de cidadãos autônomos e criativos que saibam argumentar, interpretar a realidade e solucionar problemas, capacidades essenciais para que as crianças possam enfrentar os desafios do nosso tempo.

Referências

AZEVEDO, M. V. R. de. *A influência dos jogos e materiais pedagógicos na construção dos conceitos em matemática.* Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992 (Dissertação de Mestrado).

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil:* Conhecimento de mundo: MEC/SEF, 1998.

CAMPAGNE, F. *Le jouet, l'enfant, l'educateur:* rôles de l'objet dans le développement de l'efant et le travail pédagogique. Paris, Privat, 1989. (*apud* KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. São Paulo, Livraria Pioneira, 1998).

FRANÇA, G. W. O papel do jogo na educação das crianças. In: *Ideias.* O cotidiano da pré-escola. São Paulo, FDE, n.7, p.46-53, 1990.

FRIEDMANN, A. Jogos tradicionais. In: *Ideias.* O cotidiano da pré-escola. São Paulo, FDE, n.7, p.54-61, 1990.

GARKOV, A. F. *Jogos tradicionais na cidade de São Paulo:* Recuperação e análise da sua função educacional. São Paulo, UNICAMP, 1990 (Dissertação de Mestrado)

GRÉCO, P. Quantité et quotité. In: GRÉCO, P.; MORF, A. *Structures numériques elémentaires:* etudes dépistémologic génétique. Paris, Presses Universitaires de France, 1962. (*apud* KAMII, C. A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Campinas, Papirus, 1990).

KAMII, C. *A criança e o número:* implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Campinas, Papirus, 1990.

_________.; LIVINGSTON, S. J. *Desvendando a aritmética.* Implicações da Teoria de Piaget. Campinas, Papirus, 1995.

KISHIMOTO, T. M. *O brinquedo na educação:* considerações históricas. In: Ideias. O cotidiano da pré-escola. São Paulo, FDE, n.7, p.39-45, 1990.

______. *Jogos tradicionais infantis:* o jogo, a criança e a educação. Petrópolis, Vozes, 1993.

______. *O jogo e a educação infantil.* São Paulo, Livraria Pioneira, 1998.

MARJANOVIC, A. *Traditional games and children of today.* UNESCO/OMEP, Belgrad, 1986.

MEDEIROS, E. B. *Jogos para recreação infantil.* Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1961. 2ªed.

MELJAC, C. *Décrir, agir et compter.* Paris, Presses Universitaires de France, 1979.

MOURA, M. O. de. O jogo na educação matemática. In: *Ideias.* O cotidiano da pré-escola. São Paulo, FDE, n.7, p.62-7, 1990.

OLIVEIRA, Z. M. R. de. *Ciranda, faz-de-conta e companhia:* reflexões acerca da formação de professores para a pré-escola. In: Ideias. O cotidiano da pré-escola. São Paulo, FDE, n.7, p.17-23, 1990.

SMOLE, K. C. S. Delineando ações para as aulas de matemática na escola infantil, sob a ótica da Teoria das Inteligências Múltiplas. In: SMOLE, K. C. S. *A matemática na educação infantil:* a Teoria das Inteligências Múltiplas na prática escolar. Porto Alegre, Artes Médicas,1996. Cap. 2, p.55-15

SOBRE OS AUTORES

Ana Cláudia Gouveia de Sousa

Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Ceará, com área de concentração em formação de professores. Especialista em Planejamento Educacional pela Universidade Salgado de Oliveira e em Leitura e Formação do Leitor pela Universidade Federal do Ceará. Graduada em Ciências Contábeis (1994) e em Pedagogia (2004), ambas pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente, é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *campus* Canindé. Possui experiência tanto na Educação Básica quanto superior, com ênfase em Métodos e Técnicas de Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação Docente, Ensino, Aprendizagem, Metodologias, Matemática e Linguagem.

E-mail: anaclaudiaifce@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/2950561246292869

Antônio Luiz de Oliveira Barreto

Possui graduação em Licenciatura Plena Em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (1992), graduação em Licenciatura Curta em Ciências pela Universidade Estadual do Ceará (1989), mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (1998) e doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará (2009). Atualmente, é professor titular da Faculdade Lourenço Filho, Professor do Liceu de Messejana e Professor Substituto da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática na Educação. Atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Ambientes Computacionais e Funções.

E-mail; alobarreto@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/2741856107159943

Bárbara Pimenta de Oliveira

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente, participa do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES) colaborando com a pesquisa sobre o Uso de Representações Semióticas por professores e alunos de Matemática do Ensino Básico. Suas áreas de estudos são: Ensino da Matemática, Representações Semióticas, Livro Didático e Formação de Professores.

E-mail: babipimenta@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/0671490159294436

Dennys Leite Maia

Pedagogo (UECE), especialista em Planejamento, Implementação e Gestão da Educação a Distância (UFF), Mestre em Educação (UECE) e aluno do Curso de Doutorado em Educação Brasileira (UFC). Atualmente, é professor da UECE, membro do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES) e integra a equipe de formação do Projeto Um Computador por Aluno (UCA). Suas áreas de estudos são: Tecnologias Digitais na Educação; Ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental; Formação de Professores e Educação Aberta e a Distância.

E-mail: dennysleite@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/4047293288281493

Flávia Roldan Viana

Aluna do Curso de Mestrado acadêmico em Educação da Universidade Estadual do Ceará. Possui graduação em Fonoaudiologia (1996), em Serviço Social (1997) e Licenciatura Plena no Programa Especial de Formação Pedagógica, para disciplinas específicas do Ensino Fundamental e Médio (Biologia) (2003), especialização em Educação Especial (1998) e também em Desenvolvimento Infantil (1999) pela Universidade Federal do Ceará;

especialização em Metodologia do Ensino em Biologia pela Faculdade Farias Brito (2007); Especialização em Atendimento Educacional Especializado pela Universidade Estadual de Maringá (2012). Atualmente, é professora da Universidade Estadual do Vale do Acaraú e professora do Centro de Referência em Educação e Atendimento Especializado do Ceará (CREAECE).

E-mail: soeuflarv@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/4756646407294958

Francisco Gêvane Muniz Cunha

Técnico em Informática Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (1993). Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (1993). Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (1994). Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (1997). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (2002). Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007). Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) desde 1993. Tem experiência na área de Matemática Aplicada, com ênfase em Otimização. Tem interesse no uso de Softwares Educativos como apoio para o Ensino de Matemática. Atua na Educação a Distância como professor conteudista e formador, com experiência no ambiente MOODLE.

E-mail: gevane@ifce.edu.br

http://lattes.cnpq.br/2653697909924911

Francisco Ricardo Nogueira de Vasconcelos

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e graduado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente, é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), da Escola de

Aprendizes-Marinheiros do Ceará (EAMCE), tutor semipresencial da Universidade Aberta do Brasil (UAB) - Instituto UFC - Virtual e do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE) e mestrando em Matemática na Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo programa (PROFMAT)

E-mail: frnv34@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/4185219122601455

Ivoneide Pinheiro de Lima

Professora de Matemática do Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da Região dos Inhamuns (CECITEC) da Universidade Estadual do Ceará. Doutora em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará. Professora do Mestrado Acadêmico em Educação e integrante do grupo de Pesquisa Matemática e Ensino, ambos da UECE. Atualmente é coordenadora do subprojeto Matemática CCT/Fortaleza do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBID) da UECE e membro da coordenação do Programa de Licenciaturas Internacionais da UECE.

E-mail: ivoneide.lima@uece.com

http://lattes.cnpq.br/4783483818809180

José Aires de Castro Filho

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (1988), mestrado em Psicologia (Psicologia Cognitiva) pela Universidade Federal de Pernambuco (1992) e doutorado em Mathematics Education - University Of Texas At Austin (1999). Professor Associado I da Universidade Federal do Ceará e Vice-diretor e Coordenador Acadêmico do Instituto UFC Virtual. Coordena o Grupo de Pesquisa e Produção em Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e líder do Grupo de Pesquisa Tecnologias Digitais na Educação, Interação e aprendizagem. Coordena o projeto de cooperação internacional Objetos de Aprendizagem com saliências culturais e o grupo de formação do Programa Um Computador por Aluno da Universidade Federal do Ceará, dentre outros projetos. Atua principalmente nos seguintes temas: Educação a Distância, Informática Educativa e Educação Matemática.

E-mail: aires@virtual.ufc.br

http://lattes.cnpq.br/1001172700194924

Joserlene Lima Pinheiro

Aluno do Mestrado Acadêmico em Educação da Universidade Estadual do Ceará. Pedagogo formado pela Universidade Estadual do Ceará. Integrante do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES); Áreas de interesse: Ética, Educação e Espiritualidade; Tecnologias Digitais na Educação; Ensino da Matemática; Formação de Professores.

E-mail: lenofortal01@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/0550110355199189

Juscileide Braga de Castro

Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2006) e Mestrado em Educação, no Eixo de Tecnologias Digitais na Educação pela Universidade Federal do Ceará (2012). Integrante do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e da equipe de formação do projeto UCA-Ceará (Um Computador por Aluno). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Matemática e Tecnologia Educacional, atuando, principalmente nas áreas de Educação a Distância, Informática Educativa e Educação Matemática.

E-mail: juscileide@virtual.ufc.br

http://lattes.cnpq.br/2525374702919730

Larissa Elfisia de Lima Santana

Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (2008) e Mestra em Educação pelo Curso de Mestrado

Acadêmico em Educação na UECE (2012). Atualmente, é professora da UECE no curso de Pedagogia e colaboradora do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino MAES junto à pesquisa sobre o Uso de Representações Semióticas por professores e alunos de Matemática do Ensino Fundamental. Tem experiência na área de Educação, nos seguintes temas: Ensino e Aprendizagem de Matemática, Educação Matemática, Formação de Professores, Políticas Públicas Educacionais e Currículo.

E-mail: larissalimasant@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/1480708501129563

Luciana de Oliveira Souza Mendonça

Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (1996) e Mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2000). Tem 15 anos de experiência docente nos níveis fundamental, médio e superior. Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) na área de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear e Matemática Aplicada e Coordenadora do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas do IFCE *Campus* Canindé. Participa ativamente do Núcleo Docente Estruturante do curso de Licenciatura em Matemática do IFCE - *Campus* Canindé, cujo projeto pedagógico foi a principal autora.

E-mail: lucianamendonca@unifor.br

http://lattes.cnpq.br/5419211947113770

Márcia Maria Siqueira Vieira

Pedagoga (UECE), Mestre em Computação Aplicada a Informática Educativa (UECE) .Especialista em Metodologia do Ensino Fundamental e Médio(UVA). Aluna do Curso de Licenciatura Plena em Matemática (UECE), membro do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES/UECE). Professora concursada da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) atuante no Laboratório de Informática Educativa. Tem experiência na área de Educação a Distância, Educação Infantil, Ensino Fundamental, Jovens e Adultos. Experiência em Tutoria CAEd/UFJF no curso de Especialização em Gestão e Avaliação e o de Pedagogia na Universidade Aberta do Brasil (UAB/UECE) .

E-mail: marciamariasiqueiravieirav2@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/7237466980122551

Marcilia Chagas Barreto

Doutora em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará (2002), com estágio de pós-doutorado na Universidade de Quebec à Chicoutimi, em Educação Matemática (2006-2007). Mestra em Estudos Pós- Graduados em Supervisão e Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1985). Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal do Piauí (1979). Atualmente, é professora adjunta M da Universidade Estadual do Ceará, vinculada ao curso de pedagogia. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Matemática, Aprendizagem da Matemática, Educação Matemática, Formação de Professores.

E-mail: marcilia_barreto@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/6049384424752518

Maria Auricélia Gadelha Reges

Graduada em Pedagogia (1986), com Especialização em Gestão Escolar (1999) e Mestrado em Educação (2006) pela Universidade Estadual do Ceará. Professora Assistente da Universidade Estadual do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Formação de Professores, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Matemática, Didática, Prática de Ensino e Estágio Supervisionado. Membro do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES/CED/UECE) por meio da linha de pesquisa Ensino e Aprendizagem em Matemática. Vice-líder do Grupo de Pesquisa Educação, Formação Docente e Representações

Sociais. Linha de pesquisa: Formação Docente e Práticas Pedagógicas. Coordenadora de área do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID/CAPES - Projeto Ensinar e Aprender pela Pesquisa – UECE.

E-mail: auriceliagadelha@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/7343839755551342

Maria Gilvanise de Oliveira Pontes

Possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (1975), graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (1976), mestrado em Educação pela Universidade Federal do Ceará (1986) e doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (1996). Atualmente, é professor visitante da Universidade Estadual do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Ensino Fundamental, Ensino-aprendizagem, Ensino Médio e Formação de Professores.

E-mail: gilvanisepontes@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/2910183324330182

Mércia de Oliveira Pontes

Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará - UECE (2000), especialista em Ensino de Matemática - UECE (2002), Mestre em Educação na linha de Ensino de Ciências e Matemática - UECE (2007) e Doutora em Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN (2010), na linha de Educação Matemática. Experiência como professora formadora dos programas federais Gestar e Pró-letramento. Professora da Educação Básica por 19 anos. Atualmente, é professora Adjunta do Centro de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, com atuação nos Estágios Supervisionados dos Cursos de Matemática presencial e à distância - SEDIS. Atividades desenvolvidas na área de Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Matemática, Laboratório de Matemática, Utilização de jogos no ensino de Matemática, História e Filosofia da Matemática.

E-mail: merciaopontes@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/2837543031766434

Regina Maria Simões Puccinelli Tancredi

Licenciada em Matemática pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Araraquara, atual Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - *campus* de Araraquara. Mestrado e Doutorado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos. É professora voluntária na Universidade Federal de São Carlos e professora PPI na Universidade Presbiteriana Mackenzie. Nesses contextos tem atuado com formação de professores em cursos de Licenciatura (Matemática, Pedagogia e Letras) e como docente e orientadora nos Programas de Pós-Graduação em Educação da UFSCar e Educação, Arte e História da Cultura da UPM. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de: a) Formação e atuação de professores e outros agentes educacionais considerando diferentes níveis e modalidades de ensino bem como contextos não escolares; b) Processos de ensino e aprendizagem, com ênfase em avaliação, ensino-aprendizagem de matemática, educação a distância e políticas educacionais.

E-mail: retancredi@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/7581179241493847

Rodrigo Lacerda Carvalho

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estadual do Ceará, com bolsa da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e integrante do grupo de pesquisa Matemática e Ensino (MAES). Especialização em Educação Matemática. Graduado em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará/Faculdade de Educação Ciências e Letras do Sertão Central. UECE/FECLESC (2009). Suas áreas de estudo são: Ensino e Aprendizagem da

Matemática; Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática; Ensino de Funções; Formação de Professores; Teoria da Atividade.

E-mail: rodrigolacerdacarvalho@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/2352144605333782

Shirley Mesquita Sampaio

Graduada em Pedagogia (2008) pela Universidade Estadual do Ceará - UECE. Atualmente, é professora efetiva da Prefeitura Municipal de Fortaleza e cursa especialização em Ensino de Matemática na UECE.

E-mail: shirleymesquitas@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/2748293684828498

Silvana Holanda da Silva

Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Especialista em Novas Tecnologias da Educação e Gestão Educacional. Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (1994). Atualmente, é professora efetiva da Prefeitura Municipal de Fortaleza atuando na área de Informática Educativa. É colaboradora do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES) da Universidade Estadual do Ceará e colaboradora do Grupo de Formação Um Computador Por Aluno da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Informática Educativa, Formação do Professor, Educação a Distância.

E-mail: silvana_holanda@yahoo.com.br

http://lattes.cnpq.br/1670488177131138

Willame da Silva Sales

Discente do curso de Licenciatura em Matemática desde 2009, já foi bolsista de iniciação científica IC/UECE em 2010 e

IC/FUNCAP em 2011 e 2012. Também atuou como instrutor de informática na SOS Educação Profissional.

E-mail: willamedasilvasales@gmail.com

http://lattes.cnpq.br/4668138132798871

Esta obra é uma coletânea de artigos, resultado de diversas ações empreendidas em torno de questões de Educação Matemática. Reunimos, para essa publicação, 14 artigos produzidos por 23 pesquisadores em diversas etapas de formação (graduação e pós-graduação), vinculados a diferentes Instituições de Ensino Superior. As temáticas desenvolvidas pelo conjunto de autores foram agrupadas neste livro em duas seções: Formação docente para o ensino de Matemática e Experiências pedagógicas e aprendizagem matemática. Este livro, que contempla estudos realizados nos diferentes níveis da Educação, é fruto das ações empreendidas nos últimos cinco anos pelo Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino (MAES), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Esperamos que as articulações entre os membros do Grupo e as contribuições de colegas de diferentes instituições possam contribuir para a formação de estudantes de Licenciatura em Pedagogia e Matemática.

Universidade Estadual do Ceará

CAPES

Programa de Pós-Graduação em Educação
PPGE UECE
Universidade Estadual do Ceará

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNCAP