Revista

Educação Matemática em Foco

V3 - Nº 1 Jan – Jun /2014

REVISTA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM FOCO

V3 - Nº 1 - jan/jun - 2014

A EDUEPB segue o acordo ortográfico da Língua Portuguesa de 1990,
em vigor no Brasil, desde 2009.

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL - UEPB

410

R454 Revista Educação Matemática em Foco - 2014 - Campina Grande: EDUEPB
V3 - Nº 1 - Jan/Jun. - 2014
Semestral
Editora: Kátia Maria de Medeiros
ISSN - 1981.6979
1. Formação de Professores. 2. História da Matemática. 3. História da Educação Matemática.
4. Registros de Representação Semiótica. 5. Currículo. 22.ed. CDD

Editora filiada a ABEU
EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500
Fone/Fax: (83) 3315-3381 - http://eduepb.uepb.edu.br - email: eduepb@uepb.edu.br

SUMÁRIO

120 REFLETINDO O TEMA POLÍTICO-SOCIAL NO CURRÍCULO DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO

CLARISSA DE ASSIS OLGIN

CLAUDIA LISETE OLIVEIRA GROENWALD

EDITORIAL

Neste ano de 2014 temos, neste Primeiro Volume, sete artigos. Dois deles focam na Formação de Professores de Matemática, um refere-se à História da Matemática, outro à História da Educação Matemática os outros abordam os Registros de Representação Semiótica, a Cidadania e o Currículo, a partir de uma perspectiva política, respectivamente.

O primeiro artigo, Matemática Acadêmica e Matemática Escolar: A Visão de Professores Formadores, de Juliana Alves de Souza e Patrícia Sândalo Pereira, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresenta um recorte da dissertação de mestrado, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Tal dissertação teve como objetivo investigar a visão de Matemática de professores formadores, suscitando discussão sobre este aspecto no processo de formação do futuro professor da Educação Básica. As autoras se fundamentaram na Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, e em Moreira e David em relação à Matemática acadêmica e Matemática escolar para caracterizar as distintas visões dos sujeitos de pesquisa. Verifica-se que a visão do professor formador interfere diretamente sobre sua prática, pois define o que ele considera que vem a ser indispensável na formação do futuro professor de Matemática da Educação Básica.

Por sua vez, Aluska Dias Ramos de Macedo, da Universidade Federal de Campina Grande, e Abigail Fregni Lins, da Universidade Estadual da Paraíba, no artigo Um Olhar Voltado à Docência, às Práticas em Sala de Aula e à Formação Inicial de Professores de Matemática, identificam que, a partir da necessidade de aprimorar o ensino da Matemática, percebida no dia a dia em Cursos de Licenciatura e em artigos americanos e brasileiros, discutem o estudo monográfico de conclusão de curso, o qual objetivou analisar e refletir possíveis melhorias na formação de professores de Matemática. As autoras destacam a importância de conhecer novas metodologias e aplicá-las em sala de aula de acordo com o Currículo, o qual deveria ser elaborado por várias pessoas, como educadores e professores, no intuito de explorá-lo na sua completude. Para as autoras, educadores matemáticos, em especial docentes de cursos de formação inicial, licenciaturas, acreditam estarem os problemas nos professores de Matemática, que não se preocupam em renovar seus próprios conhecimentos, a fim de colaborarem de modo eficaz com o aprendizado dos futuros professores de Matemática, seus alunos.

Este terceiro artigo, intitulado Aspectos Histórico/Educacionais de Mudanças em Teorias de Razão e Consequente Surgimento do Conceito Moderno de Número em Música Teórica: Um Ensaio Preliminar, de Oscar João Abdounur, da Universidade de São Paulo, trata das transformações estruturais em teorias de razões musicais no período moderno e consequente surgimento do conceito moderno de número nestes contextos, como exemplo do efeito de princípios epistemológicos no desenvolvimento histórico das ideias matemáticas, assim como o potencial educacional de tais reflexões. Analisando diferentes estruturas em teorias de razão na argumentação de tratados de música teórica do início de período moderno, identificam-se novas ideias com potencial educacional que, por um lado, possuem papel decisivo na aritmetização de teorias de razão e; por outro lado, lidam com problemas estruturais da música teórica.

Wagner Rodrigues Valente, da Universidade Federal de São Paulo, em seu artigo, Da Vaga Intuitiva para a Era dos Tests: As Transformações na Graduação do Ensino de Matemática para os Anos Iniciais Escolares, analisa duas épocas caracterizadas pelas chamadas pedagogias intuitiva e científica. Nesse período, finais do século XIX e primeiras décadas do século XX, centra a atenção para os ensinos de aritmética para a escola primária. Nessa temática, o autor interroga documentos como documentos oficiais, livros didáticos e revistas pedagógicas problematizando a graduação desses ensinos. Utiliza como referencial teórico-metodológico categorias vindas da História Cultural.

No quinto artigo, As Contribuições dos Registros de Representações Semióticas para a Mediação Pedagógica, de autoria de Maria Alves de Azerêdo e Rogéria Gaudencio do Rêgo, da Universidade Federal da Paraíba, as autoras utilizam a Teoria Histórico-Cultural, principalmente a de Vigotski, e as proposições de Duval, sobre a capacidade de representar semioticamente e a aprendizagem de conceitos matemáticos, propõe o argumento que as representações semióticas utilizadas pelos alunos no seu processo de 'fazer matemática' podem se constituir em instrumentos de mediação pedagógica. Para tanto, segundo as autoras, os registros semióticos precisam ser valorizados, tensionados e analisados no coletivo da sala de aula, considerando suas vantagens e limites. Tais proposições referenciam-se nos resultados de investigação com a operação de multiplicação envolvendo professores de Anos Iniciais de escolarização e seus respectivos alunos.

Patrícia de Jesus Neves, da Santa Casa de Misericórdia da Bahia e Rosemeire de Fatima Batistela, da Universidade Estadual de Feira de Santana-BA, em seu artigo intitulado Contribuições da Educação Matemática para a Formação da Cidadania: Uma Análise dos Trabalhos do XIV EBEM, apresentam uma investigação acerca do que se mostra nos trabalhos do XIV Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM) como contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania. O conceito de cidadania é dinâmico e amplo, e sofre variação no tempo e no espaço. As autoras optaram por proceder fenomenologicamente no momento da análise dos dados. Nesse processo, foram selecionados trinta e três trabalhos pelas pesquisadoras que puderam perceber ser possível contribuir com uma formação cidadã dos alunos, que, como cidadãos, segundo as autoras, precisam ter clareza de suas possibilidades para transformar, estando disposto e habilitado a investigar, analisar, criticar e reformular poderá mudar o seu mundo, apesar de os elementos serem aparentemente complexos e/ou estanques.

O sétimo e último artigo, Refletindo o Tema Político-Social no Currículo de Matemática do Ensino Médio, de Clarissa de Assis Olgin e Claudia Lisete Oliveira Groenwald, da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA- RS), apresentam um estudo referente à escolha de critérios para seleção de temas a serem trabalhados no Currículo de Matemática do Ensino Médio, que busquem contribuir para o desenvolvimento de atividades didáticas que aliem os conteúdos matemáticos a temas de interesse. Este trabalho justifica-se pela importância do professor trabalhar com temas que permitam o enriquecimento do currículo, auxiliando os alunos a resolverem problemas da vida cotidiana, tornando-se cidadãos ativos, participativos e conscientes de seu papel na sociedade. Os resultados apontam que um tema de interesse pode ser o Político-Social, possibilitando o desenvolvimento de atividades didáticas com conteúdos matemáticos.

Por fim, desejamos a todos uma excelente e produtiva leitura!

Kátia Maria de Medeiros

Editora

MATEMÁTICA ACADÊMICA E MATEMÁTICA ESCOLAR: A VISÃO DE PROFESSORES FORMADORES

Juliana Alves de Souza

Patrícia Sandalo Pereira

MATEMÁTICA ACADÊMICA E MATEMÁTICA ESCOLAR: A VISÃO DE PROFESSORES FORMADORES

Juliana Alves de Souza

jullyana_allves@hotmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Patrícia Sandalo Pereira

patriciasandalop@uol.com.br

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

RESUMO

Este artigo tem por finalidade apresentar um recorte da dissertação de mestrado, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Tem como objetivo investigar a visão de Matemática de professores formadores, suscitando discussão sobre este aspecto no processo de formação do futuro professor da Educação Básica, uma vez que a visão dos professores pode exercer influência sobre as concepções de seus alunos. Assim, baseamo-nos na Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, e em Moreira e David (2003, 2007) em relação à Matemática acadêmica e Matemática escolar para caracterizar as distintas visões dos sujeitos de pesquisa. Foi realizada uma análise qualitativa à luz das técnicas metodológicas da Análise de Conteúdo. Verifica-se que a visão do professor formador interfere diretamente sobre sua prática, pois define o que ele considera que vem a ser indispensável na formação do futuro professor de Matemática da Educação Básica.

Palavras-chave: Educação Matemática. Matemática acadêmica. Matemática escolar. Professor formador. Formação de Professores.

ABSTRACT

The purpose of this article was to present a section of a dissertation, developed in the Graduate Program in Mathematics Education at the Federal University of Mato Grosso do Sul - UFMS. The goal was investigate the vision of teacher formers about the mathematics, prompting a discussion of this aspect in the formation process of future college teachers, since the vision of teachers can influence the perceptions of their students. Furthermore, the understanding of what has to be the mathematics can lead to different readings of the professional practice of college teaching. So we rely on the Theory of Didactic Transposition by Yves Chevallard, and Moreira and David (2003, 2007) about the academic and college mathematics to characterize the distinct visions of research subjects. We realized a qualitative analysis in the light of the methodological techniques of content analysis. Seems to us that the view of the teacher formers interferes directly upon their practice, because it defines what he considers to be essential in the formation of future teachers of college Mathematics.

Keywords: Mathematics Education. Academic mathematics. College Mathematics. Teacher former. Teacher Training.

INTRODUÇÃO

Este artigo tem por finalidade apresentar um recorte da dissertação de mestrado intitulada Equações e Expressões Algébricas para o Ensino Fundamental: um olhar sobre alguns cursos de Licenciatura em Matemática, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

Como aportes teóricos nesta pesquisa foram utilizados os seguintes autores: D'Ambrósio (1993), Ferreira (2009) e, Moreira e David (2003).

D'Ambrosio (1993) aponta, entre as características que considera indispensáveis ao profissional do século XXI, a importância de se ter a visão do que vem a ser a Matemática.

O estudo de Ferreira (2009) vem corroborar com tal aspecto, à medida que expõe indícios sobre a influência que os professores podem exercer sobre as concepções de seus alunos, ou seja, ele pontua que, possivelmente, há ressonância das concepções dos professores nas concepções, particularmente de Álgebra, dos alunos.

Moreira e David (2003) classificam a Matemática em duas: a acadêmica e a escolar. Eles indicam que os diferentes entendimentos acerca de Matemática acadêmica e Matemática escolar podem induzir a diferentes leituras do exercício profissional da docência na Educação Básica e, assim, influenciar na conformação de projetos de formação dos professores de Matemática nos cursos de formação.

Diante dos referenciais acima, o objetivo deste artigo é apresentar a visão de Matemática de professores formadores, suscitando discussão sobre este aspecto no processo de formação do futuro professor da Educação Básica, uma vez que a visão dos professores pode exercer influência sobre as concepções de seus alunos.

Aspectos Metodológicos

A pesquisa iniciou-se com a análise dos projetos pedagógicos de vinte e dois cursos de Licenciatura em Matemática do Brasil.

A fim de conhecer a visão de Matemática de professores formadores, investigamos quatro formadores atuantes, no ano de 2011, em cursos de Licenciatura em Matemática de três Instituições de Ensino Superior (IES)

Com base nos programas de ensino das disciplinas presentes nestes, a amostra ficou composta por três cursos e quatro disciplinas, conforme descrito no Quadro 01 a seguir.

Quadro 01 – Descrição dos professores por disciplina e IES

IES	Prof.	Formação	Disciplina
IES 1	P1	Graduação em Matemática. Especialização em Psicopedagogia. Mestrado e Doutorado em Educação Matemática.	Prática de Ensino Fundamental II
	P4	Graduação em Licenciatura Matemática e bacharelado em Matemática. Mestrado e Doutorado em Matemática.	Álgebra Elementar
IES 2	P3	Graduação em Licenciatura em Matemática. Mestrado e Doutorado em Educação Matemática.	Prática de Ensino de Matemática III
IES 3	P2	Graduação em Licenciatura em Matemática. Mestrado e Doutorado em Matemática.	Matemática para o Ensino Fundamental

Fonte: Elaborado pela autora

Com o desenvolvimento da pesquisa, constatou-se a necessidade de obter dados junto aos professores sobre como as disciplinas selecionadas eram desenvolvidas em sala de aula, uma vez que os programas de ensino apresentaram-se bem pontuais e resumidos. Como a pesquisa foi desenvolvida no ano de 2012, optou-se por entrevistar os professores que ministraram tais disciplinas no ano anterior, 2011. No entanto, devido à distância das instituições, decidimos enviar o questionário por e-mail aos formadores. Tais dados foram analisados à luz da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2009) e Franco (2008).

A AC busca captar o que está oculto por traz de um texto por meio de sua decodificação. Segundo Bardin (2009), a AC é um

> conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/

> recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2009, p. 44).

Pêcheux (apud FRANCO, 2008, p. 11) salienta que a AC "procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça", isto é, ela busca decifrar a mensagem, compreender seu significado, as entrelinhas presentes nesta.

MATEMÁTICA ACADÊMICA E MATEMÁTICA ESCOLAR SOB OLHARES DISTINTOS

Para caracterizar as distintas visões dos professores pesquisados, baseamo-nos nas visões de Matemática acadêmica e escolar dos autores Chevallard e, Moreira e David, que se contrapõem em suas visões. Utilizamos a palavra visão como sinônimo de entendimento, percepção dos professores pesquisados sobre.

O francês Yves Chevallard é autor da teoria da Transposição Didática. A principal característica desta teoria é estudar as transformações (ou adaptações) que os objetos de estudo matemáticos passam desde que são produzidos até chegar a serem ensinados ou mesmo aprendidos, e como ocorrem estas transformações. Em outras palavras, esta teoria analisa o fenômeno da passagem do saber científico (ou saber sábio) ao saber ensinado "que ocorre através de uma rede de influências, envolvendo diferentes segmentos do sistema educacional" (PAIS, 2010, p. 15). Esta rede de influências oriundas do saber científico e de outras fontes, na trajetória percorrida pelo saber escolar, Chevallard chama de noosfera, a qual determina conteúdos, influencia a estruturação dos valores, dos objetivos e dos métodos que conduzem a prática de ensino (PAIS, 2010). Da noosfera, "fazem parte os cientistas, professores, especialistas, políticos, autores de livros e outros agentes da educação" (PAIS, 2010, p. 16).

Uma definição formal da noção de transposição dada pelo autor é a seguinte:

> Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino é chamado de transposição didática (CHEVALLARD apud PAIS, 2010, p. 15, itálico no original).

Pais (2010, p. 11) ainda afirma que

> essa noção, que passa por um processo recente de evolução, pode ser concebida como um caso especial da transposição dos saberes, sendo esta entendida no sentido mais amplo da evolução dos saberes produzidos pela humanidade.

Mas, além deste contexto mais amplo do saber, Pais (2010) indica que faz sentido tratar também da transposição de conhecimento restrito ao plano pessoal de quem estuda Matemática, pois é aí que se localiza parte da complexidade da problemática da aprendizagem. Dessa forma, é conveniente que se diferencie saber de conhecimento. O autor explica que, no meio acadêmico, o saber "é quase sempre, caracterizado por ser relativamente descontextualizado, despersonalizado e mais associado ao contexto científico histórico e cultural" (p. 12) ao passo que o conhecimento "diz respeito ao contexto mais individual e subjetivo, revelando aspectos com os quais o sujeito tem uma experiência mais direta e pessoal" (p. 13).

No contexto da transposição é necessário que seja cultivada uma permanente vigilância intelectual, para que se torne possível identificar possíveis distorções, chamadas por Chevallard de criações didáticas. Estas criações podem ser entendidas como recursos criados para supostas necessidades de ensino para outras aprendizagens, isto é, técnicas facilitadoras, geralmente, positivas. Mas existem casos em que elas degeneram-se, ou seja, surgem com uma finalidade didática, mas quando seu uso acontece de forma estritamente automatizada e desvinculada de aplicação, emergem problemas, como os produtos notáveis que, quando ensinados isoladamente, podem figurar como apenas objetos de ensino em si mesmos. As diferenças entre o saber científico e o saber ensinado são evidenciadas pelo conjunto das criações didáticas (PAIS, 2010). Estes conceitos caracterizam a ideia inicial de transposição didática. Para elucidar, citamos um exemplo dado por Pais (2010, p. 18):

> Um exemplo de transposição descrito por Chevallard (1982) é o conceito de distância. Desde a influência de Euclides na sistematização do conhecimento geométrico, a noção de distância entre dois pontos é estudada de uma forma meio espontânea. Entretanto, em 1906, essa noção foi amplamente generalizada pelo matemático Fréchet [...]. Como consequência deste trabalho, a partir de 1971, após passar por transformações, essa noção foi inserida no currículo escolar francês. Antes dessa data, essa noção era estudada pelos matemáticos apenas como uma ferramenta para resoluções de problemas. Após sua inclusão nos programas, ela passou a ser um objeto de estudo em si mesmo e o seu tratamento didático continua a ser modificado, prosseguindo assim o trabalho da transposição didática (itálico no original).

Pais (2010) explica que se o conjunto das transformações sofridas pelo saber for visto sob um contexto mais amplo, sem especificar um conceito, então, a transposição didática pode ser decomposta em três tipos de saberes: o científico, o saber a ensinar e o saber ensinado. O objeto do saber científico está mais ligado à vida acadêmica e não ao ensino fundamental e médio. Este saber, normalmente, desenvolvido nas universidades, "não pode ser ensinado na forma em que se encontra redigido nos textos técnicos [...]. Para viabilizar a passagem do saber científico para o saber escolar, torna-se necessário um trabalho didático efetivo, para proceder a uma reformulação visando a prática educativa" (p. 23). Já, o saber a ensinar refere-se ao saber associado a uma forma didática destinada para apresentar o saber ao aluno, está comumente em livros didáticos, programas e outros materiais de apoio ao professor. Finalmente, o saber ensinado é aquele registrado no plano de aula do professor. Este não necessariamente coincide com aquele, isto é, o saber ensinado pode não ser compatível com a intenção prevista nos objetivos programados no nível do saber a ensinar (PAIS, 2010).

Chevallard (apud PAIS, 2010, p. 38) explicita que a origem deste modelo teórico é o saber sábio (dos especialistas) ou saber científico, conforme apresentado a seguir.

> Desde o início, a teoria da transposição didática situa o saber matemático no centro das atenções e procura se inserir na elaboração de um projeto de análise epistemológica do regime proposto do saber

De forma contrastante, Moreira e David (2003, 2005, 2007) concebem a Matemática escolar nem como uma versão "didatizada" da matemática científica, como, segundo eles, ocorre na visão de Chevallard, nem como uma construção autônoma da escola (como na visão de André Chervel). Eles argumentam na perspectiva de mostrar que "o processo de constituição da matemática escolar ultrapassa tanto a ideia de transposição didática, regulada pela matemática científica e pelas ciências da educação, quanto a de uma construção totalmente endógena [interna/própria] à escola" MOREIRA; DAVID, 2003, p. 57). Os autores apresentam uma concepção de Matemática acadêmica e escolar tomando como referência a prática profissional efetiva do professor da Educação Básica.

Os autores argumentam que a formação docente acaba se estruturando em torno da Matemática científica, caso a Matemática escolar seja pensada, numa perspectiva técnica, como uma versão "didatizada" da Matemática acadêmica. Por isso, Moreira e David (2003) propõem que a Matemática escolar seja pensada como "uma construção histórica que reflete múltiplos condicionamentos, externos e internos à instituição escolar, e que se expressa, em última instância, na própria sala de aula" (p. 78). Para eles, com esta formulação à Matemática escolar a referência da prática profissional dos professores assume um papel fundamental no processo de formação. Assim, para eles,

> Matemática Científica e Matemática Acadêmica são sinônimos que se referem à Matemática como um corpo científico de conhecimentos profissionais. E Matemática Escolar referir-se-á ao conjunto dos saberes "validados", associados especificamente ao desenvolvimento do processo de educação escolar básica em Matemática. (MOREIRA; DAVID, 2007, p. 20, negrito, itálico e aspas no original).

Estes pesquisadores pontuam que, dessa forma, se distanciam de maneira razoável de uma concepção de Matemática escolar que a compreende apenas com uma disciplina "ensinada" na escola, para vê-la e entendê-la como um conjunto de saberes associados ao exercício docente. Moreira (2003) explica que não é pelo fato de a Matemática científica ser vista como uma construção teórico-científica, que a Matemática escolar também não tem seus fundamentos teóricos e elementos científicos.

Os autores elencam vários aspectos que distinguem a Matemática escolar da científica, dentre eles, encontram-se a maneira como o matemático e o professor de Matemática da escola lidam com os conceitos matemáticos, o papel das definições e demonstrações, e o papel dos erros. Quanto aos conceitos matemáticos, citamos o exemplo dos números reais:

> O que são os números reais? São cortes de Dedekiind? São classes de equivalência de sequências de Cauchy? São classes de equivalência de intervalos encaixantes? A distinção entre essas formas de conceber os números reais não é relevante para o matemático profissional. O mesmo objeto pode ser, pelo menos, três "coisas" completamente diferentes, e não há o menor problema. (MOREIRA; DAVID, 2007, p.78).

> Se os elementos desse conjunto são galinhas ou computadores, não faz a menor diferença. É a estrutura que o caracteriza como o conjunto dos números reais. Agora pensemos na forma como o professor do ensino básico precisa conhecer esse mesmo objeto. Em primeiro lugar é fundamental concebê-lo como "número", o que faz toda a diferença, porque números são coisas que já estão concebidas como tal: 1, 2, 3, 2/5, etc., são números, enquanto galinhas ou computadores não são números. Em segundo lugar são números que estendem os já conhecidos racionais, isto é, são números tais que os racionais são uma parte deles. E, finalmente, são objetos criados com alguma finalidade, ou seja, devem responder, de certa forma, a alguma necessidade humana (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 65).

> É claro que essas considerações não pretendem induzir a ideia de que, para o matemático, os reais não respondem a nenhuma finalidade ou que os matemáticos pensam os reais como galinhas ou computadores. O que se quer enfatizar é que, para o matemático, lidando com a teoria na fronteira do conhecimento, não importa pensar os reais como um professor precisa pensá-los, lidando com seus alunos no processo de escolarização básica. A ideia que precisa ficar clara é a de que o conjunto dos números reais é um objeto para a matemática escolar e "outro objeto" para a matemática científica (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 66).

Eles explicam que, na escola, corte de Dedekind, classe de equivalência de sequências ou de intervalos encaixantes não são números. A estrutura de corpo ordenado completo é estabelecida a posteriori. Isso só faz sentido ao aluno e ao professor da escola básica na medida em que são números e não "qualquer coisa" que possua a estrutura de corpo ordenado completo. Eles procuram evidenciar que a Matemática científica, com sua estética, assim como suas necessidades práticas e seus valores específicos, baseia-se, essencialmente, numa percepção "'transversal' do matematicamente correto", tomando, como principal aporte, o corpo de conhecimentos abstratos que a constitui como ciência. Já o trabalho da Educação Matemática na escola básica condiciona-nos a uma visão "longitudinal", na qual se pensa a apreensão de um conceito (como o de número real, por exemplo) como um processo que se desenvolve ao longo de vários anos de escolarização (MOREIRA; DAVID, 2003).

Quanto à noção de erro nestes dois campos do conhecimento matemático, Moreira e David (2007) pontuam que, para a Matemática científica, "o erro é um fenômeno lógico que expressa uma contradição com algum fato já estabelecido como 'verdadeiro'" (p. 32, aspas no original). Já, para Matemática escolar, é interessante olhar o erro como um "fenômeno psicológico que envolve aspectos diretamente relacionados ao desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem" (p. 32). Neste campo, o erro pode ser encarado como um indicador didático-pedagógico e não apenas como um desconhecimento de conceitos relacionados ao objeto em estudo: "na Matemática Escolar, o erro desempenha um papel importante: fornece elementos para o planejamento e a execução das atividades pedagógicas em sala de aula" (p. 34), enquanto que, para a Matemática científica, "a função do erro, embora também muito importante, é essencialmente negativa: indica a inadequação ou a falsidade de resultados, formas de argumentação etc." (p. 34).

Por fim, segundo os autores, no plano das prescrições curriculares, são manifestos os vínculos mais estreitos entre a Matemática escolar e a científica. Moreira e David (2003) observam que estas prescrições resultam de disputas que ocorrem no plano social, envolvendo interesses políticos, econômicos e socioculturais. Neste cenário, atuam grupos acadêmicos e outros profissionais que detêm e produzem saberes associados ao processo de escolarização básica. Assim, nessa dimensão prescrita da Matemática, onde ela está "sob forte influência da comunidade acadêmica cuja legitimidade social, para essa tarefa, ainda se mostra incomparavelmente mais sólida do que aquela conquistada pela comunidade dos professores da escola" (p. 67), que se manifestam mais claramente as relações estreitas com a Matemática científica. Mas, os autores advertem que,

> a matemática escolar não fica totalmente definida pelos resultados dessa disputa que se desenvolve, fundamentalmente, fora dos muros da escola. Há ainda que se considerar, de modo essencial, o que a prática escolar vai produzir a partir das prescrições vencedoras e as formas com que essas prescrições vão moldar as reações a elas no interior da escola, como elas vão ser acomodadas, parcial ou integralmente, a curto, médio ou longo prazo, dentro do processo histórico de produção da disciplina escolar (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 68).

Por isso, para os autores,

> a matemática escolar constitui-se com base em disputas que se desenvolvem no plano das prescrições curriculares, mas resulta, em última instância, do processo pelo qual a prática escolar, valendo-se de sua lógica e de seus condicionantes, opera sobre as prescrições (MOREIRA; DAVID, 2005, p. 52).

Como temos a Álgebra como objeto de estudo, os entendimentos de Chevallard e Moreira e David sobre a Matemática escolar e a acadêmica serão estendidos, sem perda de generalidade, à Álgebra como subárea da Matemática, ou seja, a Álgebra escolar e a Álgebra acadêmica concebidas como subáreas da Matemática escolar e da Matemática acadêmica, respectivamente.

VISÃO DE MATEMÁTICA DOS PROFESSORES FORMADORES

Para a análise das visões de Matemática dos professores pesquisados, consideramos três possíveis visões. A primeira delas, Matemática Escolar como Transposição Didática da Matemática Acadêmica, caracteriza-se pela teoria de Chevallard, a segunda, Matemática Escolar como uma Construção sob Múltiplos Condicionantes, concebida pelos autores Moreira e David, a qual se opõe a visão anterior. Já, a terceira, Unicidade da Matemática Acadêmica foi elaborada a partir do contato com as respostas ao questionário aplicado aos professores, nela, observamos uma única visão de Matemática, ou seja, ou a Matemática é acadêmica ou não é Matemática.

a) Matemática Escolar como Transposição Didática da Matemática Acadêmica

A Transposição Didática analisa o fenômeno da passagem do saber científico (ou saber sábio) ao saber ensinado, e como ocorre esta transformação adaptativa que torna o objeto matemático um objeto de ensino. Assim, na visão de transposição, o saber ensinado é fruto das transformações sofridas pelo saber científico, dessa forma este ocupa lugar central nesta teoria.

Analisando as falas dos professores pesquisados, identificamos nas entrelinhas que dois deles podem possuir a visão de transposição sobre a Matemática escolar. Um deles é P4. Ele afirma que

> P4: os conteúdos em questão [equação e expressões algébricas] são abordados de modo a reforçar muitas das teorias referentes a estes temas apesar de que por diversas vezes a

> apresentação do conteúdo é feita de uma maneira mais aprofundada que aquela vista no Ensino Médio e Fundamental. Desta forma, as atividades passam em grande parte das vezes pela explicação de toda a teoria relativa a tais conteúdos (grifo nosso).

Por meio das palavras mais aprofundadas, em destaque na fala, e levando em consideração o contexto na qual elas estão inseridas, isto é, estão sendo usadas para comparação entre a abordagem dada ao conteúdo em questão na universidade com aquela vista na Educação Básica, deduzimos que P4 trata estes conteúdos de forma mais teórica, mais densa, tendo por parâmetro o tratamento dado no Ensino Fundamental e Médio. Isso faz lembrar o processo de "didatização" da Transposição. Esta fala de P4 parece indicar também um caminho de volta, ou seja, de um objeto que já foi designado como de ensino e que já foi estudado pelos licenciandos na escola, e que, agora, volta a sofrer transformações para ser tratado na universidade. Mas, esta nova transformação visa a adaptá-lo como saber científico, isto é observado quando o professor diz que apresenta o conteúdo de forma mais aprofundada, o que pode ser entendido como sinônimo de mais teórica.

Podemos também perceber, de forma sutil, na fala do professor, que os alunos são convidados a esquecerem da escola, o que viram na escola, já que na universidade, os conteúdos serão vistos de forma mais aprofundada.

Para atender a distintas demandas, os diferentes níveis e modalidades de ensino, conforme estabelece o Parecer CNE/CP 9 de 2001, realmente é necessário que o professor formador amplie os conhecimentos matemáticos relativos ao ensino para além daquilo que o futuro professor irá ensinar, porém, uma ampliação visando à Matemática escolar, já que a Matemática acadêmica, tradicionalmente, possui papel de destaque nos cursos de formação de professores de Matemática em relação à primeira.

Segundo Pais (2010, p. 23), o saber científico "não pode ser ensinado na forma em que se encontra redigido nos textos técnicos [...]. É necessário, portanto, recorrer à elaboração de uma forma didática". Ao citar, no recorte da primeira fala exposta neste texto, que as atividades passam em grande parte das vezes pela explicação de toda a teoria relativa a tais conteúdos, inferimos que o objetivo é propiciar e viabilizar ao futuro professor uma visão completa, isto é, não apenas prática, mas também teórica do objeto, para que possa realizar, em sua prática, uma passagem segura, no sentido de que poderá adquirir segurança e confiança ao ministrar determinado conteúdo.

Assim como no caso de P4, P3 também demonstra cuidado com a futura prática dos licenciandos, o que pode caracterizar-se como uma propriedade de transposição, ou seja, ele preocupa-se em como o futuro professor filtrará e adaptará o conteúdo a seus futuros alunos. Este quadro é reforçado nas respostas deste professor ao questionário, isto é, onze vezes P3 cita a palavra ensino, sendo que quatro delas acompanhadas da palavra álgebra, isto é, ensino de álgebra. Além destas 11 ocorrências, em mais quatro ocasiões cita a palavra ensinar, totalizando quinze vezes a pronunciação do termo relacionado ao ensino. Este quadro pode constituir um indicativo de que P3 preocupa-se com a possível transposição do conteúdo que o futuro professor deverá fazer em sua prática profissional. O fragmento a seguir ilustra esta hipótese:

> P3: [...] as aulas são preparadas para que os futuros professores compreendam aspectos relativos ao processo de ensino e aprendizagem nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. É claro que, ao tratar do ensino, acabo também tratando de questões conceituais da Matemática.

Nesta fala, observamos a possibilidade do desenvolvimento de uma formação que visa à preparação do licenciando ao processo de ensino na Educação Básica, tanto matemática quanto didática. A seguir, a partir da leitura que realizamos sobre a manifestação deste professor, é possível notar uma continuidade à fala anterior:

> P3: [...] não ensino equações, nem expressões algébricas [...] O que procuro enfatizar é como ensinar esses assuntos. Aí há uma grande diferença: uma coisa é saber o conteúdo, outra é saber o conteúdo para o ensino. Por exemplo, eu posso saber resolver muito bem qualquer tipo de equação algébrica e manipular expressões algébricas de maneira eficaz, porém, posso não ter ideia de como ensinar esses assuntos para alguém (grifo nosso).

Inferimos, desse modo, que, a partir do destaque dado por P3 para o saber o conteúdo para o ensino, ele acaba por realizar um tratamento didático com licenciandos a fim de filtrar o conteúdo de maneira que atenda as necessidades de um futuro professor da Educação Básica, realizando, assim, um processo de transposição com os licenciandos.

Pais (2010) indica que “para viabilizar a passagem do saber científico para o saber escolar, torna-se necessário um trabalho didático efetivo, para proceder a uma reformulação visando a prática educativa” (p. 23), ou seja, para ocorrer a passagem do científico ao escolar, faz-se necessário a realização de adaptações e filtragens, isto é, o objeto de saber precisa sofrer transformações para que possa fazer parte do contexto escolar. P3 e P4, como professores formadores, externalizam elementos em suas falas que nos levam a visualizar este aspecto em suas práticas docente.

Em ambos os casos, não foi possível perceber se os professores P3 e P4 possuem a visão de que os objetos de ensino da Matemática escolar derivam de transformações sofridas por objetos matemáticos da Matemática científica, como é entendido na Teoria da

Transposição Didática de Chevallard. Inferimos, apenas, segundo algumas preocupações didáticas evidenciadas em suas falas, que foram relatadas acima, que possivelmente eles preocupam-se em como os professores em formação irão ministrar os conteúdos abordados na licenciatura, em sua futura prática profissional, ou seja, eles realizam um tratamento didático com os objetos a ensinar que visa à prática docente destes professores, o que remete ao processo de transposição didática.

b) Matemática Escolar como uma Construção sob Múltiplos Condicionantes

Esta subcategoria caracteriza-se pela visão de Matemática de Moreira e David (2003, 2005, 2007). Estes autores tomam como referência à Matemática escolar a prática profissional do professor do ensino básico. Segundo eles, este entendimento vai além da ideia da Matemática escolar como "derivada" da (ou dada pela) Matemática acadêmica, mas também não é uma construção estritamente interna à escola. Para os autores, a Matemática escolar é uma construção histórica que reflete um conjunto de condicionamentos externos e internos à escola, e que se expressa, em último caso, na sala de aula. Algo que inclui tanto os saberes produzidos e mobilizados pelos professores de Matemática em sua prática docente, quanto resultados de pesquisas, no campo da Matemática, que tratam do ensino e aprendizagem escolar. Já, a Matemática Científica, na visão dos mesmos autores, refere-se à Matemática como um corpo científico de conhecimentos profissionais. Apenas no plano das prescrições curriculares é que são manifestos os vínculos mais estreitos entre ambas.

Ao analisar as respostas dos professores ao questionário, percebemos alguns indícios de que um dos professores pesquisados pode possuir esta visão sobre a Matemática:

> P3: no mesmo semestre que os alunos cursam "Prática de Ensino III", eles também têm "Cálculo II", "Álgebra Linear" e "Álgebra I". Ora, é claro que todas essas disciplinas mencionadas abordam Álgebra no mesmo semestre. A questão é: todas contribuem para a formação do futuro professor de Matemática? Quais os conhecimentos matemáticos para o ensino são abordados?
>
> Dependendo da abordagem dessas disciplinas e das concepções dos professores que a ministram, pode ser que a Álgebra tratada na disciplina "Álgebra I" não tenha relação alguma com a Álgebra tratada na disciplina de "Prática de Ensino". Isso faz com que os alunos se confundam mais ainda. Parece que são "coisas" completamente diferentes e, infelizmente, podem ser: uma pode estar mais relacionada à Matemática escolar e outra à Matemática acadêmica (grifo nosso).

Por meio da fala de P3, em destaque, inferimos que a Matemática escolar e a Matemática acadêmica, para ele, podem ser áreas distintas. Ele inicia relatando uma situação presente no curso em relação ao ensino da Álgebra e ao mencionar "infelizmente podem ser", expõe uma afirmação particular no que concerne à situação descrita, ou seja, uma visão de que as disciplinas de Cálculo, Álgebra Linear e Álgebra I, dependendo de alguns fatores, trabalham uma álgebra totalmente diferente da álgebra trabalhada, por exemplo, em sua disciplina, Prática de Ensino, pois, segundo o mesmo, uma estaria ligada a Matemática acadêmica e outra a Matemática escolar. Logo, entendemos que há a possibilidade de que, para P3, estes campos formam áreas distintas de conhecimento, sem relações diretas.

Como é possível observar, categorizamos P3 tanto na visão de Matemática Escolar como transposição didática da Matemática Acadêmica quanto na visão de Matemática Escolar como uma construção sob múltiplos condicionantes, pois encontramos falas que remetem a ambos os entendimentos. No entanto, apenas é possível indicar que esta visão de P3 vem ao encontro do entendimento dos autores Moreira e David, mas não que seja a mesma, haja vista que P3 apenas manifestou que os campos matemáticos em questão podem ser "coisas" diferentes, mas, na visão de Moreira e David, há muitos outros fatores complexos envolvidos no contexto, constituição e tratamento de cada uma, algo que transcende apenas a ideia de campos diferentes. Pode, inclusive, haver a possibilidade de P3 ver a Matemática escolar tanto como uma transposição didática quanto como uma construção histórica que reflete múltiplos condicionantes externos e internos a escola.

c) Unicidade da Matemática Acadêmica

Esta visão emergiu da leitura realizada sobre o questionário, ou seja, ao analisá-lo, observamos que, possivelmente, um dos professores a possui. Uma possibilidade é a consequência de toda formação posterior à licenciatura de P2 ter sido voltada à Matemática pura, pois este professor evidencia privilegiar apenas a Matemática acadêmica em seu exercício docente. O mesmo afirma que

> P2: O assunto abordado em um nível escolar é muito elementar.

Nesta resposta, o professor explica a ausência de elementos didáticos na disciplina. Podemos observar que ele considera o contexto escolar como algo muito elementar, simplista. No trecho a seguir, seu entendimento sobre este aspecto fica mais evidente:

> P2: A Álgebra em um contexto mais elementar é apenas uma das formas de expressão da matemática para auxiliar na solução de problemas. O que é mais interessante é uma forma

> de expressão tão abstrata ser tão aplicável em problemas cotidianos [...] (grifo nosso).

Aqui é possível inferir, pelo uso do advérbio apenas, que à Álgebra escolar, como subárea da Matemática escolar, é reservado um lugar acessório, ou seja, ela é somente uma das formas de expressão da matemática que auxilia na resolução de problemas. Ela não chega a ser entendida como um campo complexo da Matemática escolar, assim como a Matemática Escolar não chega a ser vista como uma verdadeira Matemática, com toda sua complexidade e especificidades. Em outro trecho, também ao se referir sobre a didática dos conteúdos, o professor diz que,

> P2: A disciplina é acadêmica e não profissionalizante.

Ou seja, pode-se concluir que a formação oferecida na disciplina que ministra visa à formação matemática acadêmica e não a prática do professor (profissionalizante) ou à Matemática escolar. Este aspecto também pode ser percebido na fala seguinte, quando o professor explicita o modo como introduz o ensino de polinômios:

> P2: Eu faço questão de introduzir polinômios sem uso de nenhuma letra. Como subconjunto formado por sequências finitas de sequências formais infinitas de números. Só depois de construir toda a estrutura algébrica por meio de tais sequências é que estabeleço a nova forma de representação de um polinômio por meio de uma letra.

Moreira e David (2007), ao tecer críticas ao modelo usual ou atual da formação de professores de Matemática, indicam que neste, geralmente, separa-se, de um lado, o conhecimento disciplinar científico (no caso a matemática) e, de outro, os conhecimentos pedagógicos, curriculares, experienciais etc. Segundo os mesmos, dentre as consequências dessa separação, temos que o saber disciplinar, visto como parte da Matemática acadêmica, ainda que de forma implícita, assume a condição de essencial e de razão de ser do trabalho docente. Os demais componentes conformam um conjunto de conhecimentos de caráter basicamente acessório ao processo de transmissão do saber disciplinar. Decomposta dessa forma, a Matemática escolar costuma reduzir-se à parte elementar e simples da Matemática acadêmica. Esta ideia vem ao encontro do que classificamos ser a visão de P2, isto é, a Matemática acadêmica vista como superior e essencial e a Matemática escolar como simples e elementar, que não chega a ser entendida como um campo complexo de saber, como Matemática, mas apenas acessória (que auxilia) à Matemática acadêmica.

Diante disso, é possível entender os “fortes” apontamentos realizados pelo mesmo em relação à Matemática escolar, a prática de ensino do futuro professor e a didática dos conteúdos. Expresso, pois, em outros termos, apesar da disciplina que o mesmo ministra estar intitulada como Matemática para o Ensino Fundamental, seu posicionamento em relação ao ensino e a didática dos conteúdos pode decorrer de sua visão de Matemática e do que vem a ser a atividade matemática. Em outras palavras, se, para o mesmo, a Matemática acadêmica é a “verdadeira” Matemática, então, a sua prática está coerente com o seu entendimento a respeito de Matemática. Porém, não está coerente com o que se espera de um professor de um curso de Licenciatura em Matemática, o qual de acordo com o parecer do Conselho Nacional de Educação, Conselho Pleno 9 de 2001, tem como principal finalidade formar professores para a Educação Básica. Em determinado momento P2 indica:

> Embora seja Licenciado em Matemática, toda minha formação acadêmica posterior foi voltada para matemática pura e pesquisa.

Segundo Marques (1977, p. 122), “[...] há uma forte tendência do professor para ensinar como foi ensinado [...] Ele carrega essas vivências para a sala de aula e elas podem influenciar, senão decidir, o seu desempenho [...]”, ou seja, uma hipótese é, pelo fato de P2 ter vivenciado apenas a Matemática acadêmica, de acordo com as palavras de Marques, uma forte tendência deste professor carregar esta vivência para sua prática. Desta forma, notamos que a visão de Matemática do professor pode influenciar diretamente sobre sua prática docente.

Já, P1 apesar de não deixar transparecer seu entendimento sobre a Matemática escolar e acadêmica, é possível perceber, por meio das estratégias de ensino explicitadas em suas respostas, a utilização de artigos, dos Parâmetros Curriculares Nacionais e de outros documentos oficiais, além da realização de análise de livro didático, que a disciplina que ministra reserva um cuidado especial à Álgebra escolar. Ou seja, percebemos que a Matemática escolar é contemplada na disciplina (Prática de Ensino Fundamental II) que o mesmo ministra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da visão de matemática dos professores auxiliou, principalmente, a compreender a prática de P2, com base em suas falas. Este formador frisa que não se aprofunda questões didáticas na disciplina, pois, o assunto abordado em um nível escolar é muito elementar, e que não é do objetivo da disciplina discutir como os assuntos são colocados em sala de aula, pois, a disciplina é acadêmica e não profissionalizante. Por meio do discurso do mesmo, inferimos que sua prática está coerente com que ele entende que vem a ser atividade matemática, bem como a própria Matemática (apenas não está coerente com que se espera de um formador de professores para o ensino básico). Neste caso, a Matemática acadêmica é vista como a "verdadeira" matemática, a razão de ser do trabalho docente, ela é singular e primordial. Já, a Álgebra em um contexto mais elementar é apenas uma das formas de expressão da matemática para auxiliar na solução de problemas, ou seja, a Álgebra escolar, entendida como subárea da Matemática escolar, por mais que o contexto escolar seja considerado, é tida como uma ferramenta acessória da Matemática acadêmica que auxilia na resolução de problemas, sem suas especificidades próprias, apenas como algo secundário, menor.

Com base nos dados analisados, observamos, conforme pontua Moreira e David (2033), que a leitura sobre o que vem a ser indispensável na formação do futuro professor e ao seu exercício profissional, fica a cargo do trabalho e do entendimento do professor formador sobre o que vem a ser Matemática, ou seja, os óculos com que o formador vê a Matemática são os mesmos óculos com que ele pratica a Matemática.

Portanto, verifica-se que a visão do professor formador interfere diretamente sobre sua prática, pois define o que ele considera que vem a ser indispensável na formação do futuro professor de Matemática da Educação Básica.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Traduzido por Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. . 5. ed. (Edição revista e atualizada), Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. Parecer CNE/CP 9/2001, de 8 de maio de 2001. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 jan. 2002a. Seção 1, p. 31.

CHEVALLARD, Y.; BOSH, M.; GASCÓN, J. Estudar Matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem. Traduzido por Daisy Vaz de Moraes. Porto Alegre – RS: Artmed Editora, 2001.

D'AMBROSIO, B. S. Formação de professores de Matemática para o século XXI: o grande desafio. Proposições. São Paulo:UNICAMP, v. 4. n. 1 [10]. 1993, p. 35 - 41.

FERREIRA, M. L. Álgebra: como as crenças dos professores influenciam na aprendizagem dos alunos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

FRANCO, M. L. P. B. Análise de conteúdo. 3. ed., v. 6., Brasília – DF: Liber Livro Editora, 2008. (série pesquisa).

MOREIRA, P. C. Matemática escolar e matemática científica: uma palavra em comum e diferenças substantivas. In: III Encontro Mineiro de Educação Matemática (CD-ROM). Belo Horizonte: SBEM-MG, 2003.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores. In: Zetetiké. São Paulo: FE – Unicamp, v. 11., n. 19, 2003, p. 57 – 80.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. O conhecimento matemático do professor: formação e prática docente na escola básica. In: Revista Brasileira de Educação, n. 28, 2005, p. 50 – 61.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar. - 1 reimp. Belo Horizonte – MG: Autêntica, 2007. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

PAIS, L. C. Transposição didática. In: Machado, Silvia Dias Alcântara (org.). Educação Matemática: uma (nova) introdução. 3 ed. 1 reimp. São Paulo: EDUC, 2010. (Série Trilhas)

SOUZA, J. A. de. Equações e expressões algébricas para o ensino fundamental: um olhar sobre alguns cursos de licenciatura em Matemática. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

UM OLHAR VOLTADO À DOCÊNCIA, ÀS PRÁTICAS EM SALA DE AULA E À FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Aluska Dias Ramos de Macedo

Abigail Fregni Lins

UM OLHAR VOLTADO À DOCÊNCIA, ÀS PRÁTICAS EM SALA DE AULA E À FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Aluska Dias Ramos de Macedo
aluskamacedo@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande

Abigail Fregni Lins
bibilins@gmail.com
Universidade Estadual da Paraíba

Resumo:

A partir da necessidade de aprimorar o ensino da Matemática, percebida no dia a dia em Cursos de Licenciatura e em artigos americanos e brasileiros, discutimos neste artigo nosso estudo monográfico de conclusão de curso, o qual objetivou analisar e refletir possíveis melhorias na formação de professores de Matemática. Destacamos a importância de conhecer novas metodologias e aplicá-las em sala de aula de acordo com o Currículo, o qual deveria ser elaborado por várias pessoas, como educadores e professores, no intuito de explorá-lo na sua completude. Nos EUA, e em outros países, o Currículo é o guia seguido pelos professores, mesmo assim deixando lacunas. No Brasil, é reconhecido pela forma que os professores usam suas próprias metodologias. Seria interessante aos professores de Matemática despertar certa curiosidade em seus alunos, utilizando problemas matemáticos, por exemplo, investigações, que levariam seus alunos a se interessarem sobre os conteúdos matemáticos, necessários a serem ensinados e trabalhados. É de nosso ponto de vista que educadores matemáticos, em especial docentes de cursos de formação inicial, licenciaturas, acreditando estarem os problemas nos professores de Matemática, não se preocupam em renovar seus próprios conhecimentos, a fim de colaborarem de modo eficaz com o aprendizado dos futuros professores de Matemática, seus alunos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Currículo; Formação de Professores; Práticas em Sala de Aula.

Abstract:

From the necessity of improving the Mathematics teaching, perceiving at day by day in Teacher Education Courses and in American and Brazilian articles, we discuss in this paper our course concluding monographic study that aimed to analyze and to reflect possible improvement in the Mathematics teacher education. We highlighted the importance of knowing new methodologies and apply them in classrooms according to the Curriculum, which should be elaborated by many people, as educators and teachers, in a way of exploring it completely. In the USA, and in other countries, the Curriculum is the guide followed by the teachers, even then leaving gaps. In Brazil, it is recognized by the way the teachers use their own methodologies. It would be interesting to Mathematics teachers call certain curiosity on their students, by using mathematics problems, for instance, investigations that would take their students to be interested on mathematical contents, needed to be thought and worked. It is our view point that mathematical educators, in special lectures of teacher education courses, believing be the problems on Mathematics teachers, do not be worry on renew their own knowledge, in a way of collaborating in an efficient way to the future Mathematics teachers learning, their students.

Keywords: Mathematics Education; Curriculum; Teacher Education; Classroom practices.

Introdução

Ao longo dos anos, no curso de Licenciatura Plena em Matemática, notaram-se limites e possibilidades durante o mesmo, que influenciaram no aprendizado de todos os alunos. A metodologia adotada pelos docentes nem sempre despertou uma vontade de buscar novos conhecimentos. Era como uma compra, ou seja, passava-se o produto, no caso o conteúdo exigido, e os alunos pagavam por ele. Por isso, discutir a necessidade de uma formação mais ampla, tanto para os educadores matemáticos, enquanto docentes, quanto para os professores em formação, a fim de que enriqueçam seus conhecimentos em suas futuras práticas em sala de aula, é muito importante.

Em uma reflexão a este respeito, minha orientadora sugeriu para que eu lesse alguns artigos nacionais e internacionais que abordavam questões pertinentes ao discutido. Sendo assim, discutimos neste artigo resultado de nosso trabalho final de curso (MACEDO, 2009), analisamos sugestões que podem ser acatadas com relação à educação e formação de professores de Matemática, produto de um estudo bibliográfico e pesquisa exploratória sobre quatro artigos.

Tais artigos trazem ideias para aprimorar o ensino, não só nas escolas, mas principalmente nas universidades, que são produtoras de um conhecimento envolvendo todos os níveis de aprendizado. O Currículo de diferentes países, como Estados Unidos da América, Brasil e França, entre outros, é visto como essencial em alguns, e como um simples papel em outros. Aprender a liderar a sala de aula e interagir com os alunos em determinadas situações é um ótimo começo para que haja um desempenho significativo dos mesmos com os professores.

Refletindo o Currículo no Brasil e em outros países

De acordo com o dicionário Aurélio (2008), Currículo é um aportuguesamento da expressão latina curriculum vitae que significa “curso; parte de um curso literário; as matérias de um curso”. A partir deste esclarecimento sobre Currículo, mostramos que a questão ensinar depende do modo em que é interpretado, segundo Ball (2003).

Há alguns anos, a educação matemática tem sido uma preocupação para muitos, já que esforços passados consistem de esforços mais do que de efeitos (BALL, 2003). Certos métodos de melhoramento para desenvolver o Currículo, a fim de que os estudantes possam aprender, são formas de auxiliar o ensino.

Entretanto, o Currículo não ensina sozinho, depende da interpretação profissional. O saber matemático dos professores é essencial para o uso de materiais didáticos, e assim avaliar o progresso dos alunos. A qualidade do ensino matemático está totalmente ligada ao conhecimento dos professores na disciplina, e muitos deles pecam em aprofundar-se no entendimento e na habilidade matemática. O problema está na formação dos futuros professores, pois o ensino está decadente e, consequentemente, os alunos destes terão um conhecimento mínimo e superficial. Uma das soluções é estudar mais a Matemática, e o principal é aprimorar o aprendizado dos alunos. Para isso o professor tem que investir no seu conhecimento e habilidade para melhor lecionar.

Como aponta Ball (2003), poucos cursos de Matemática oferecem um aprendizado de modo que produza algum conhecimento. Mesmo aprendendo algo mais sobre a Matemática, muitas vezes não é o que o futuro professor irá utilizar no seu trabalho. O ideal não seria ter uma maior informação sobre os conteúdos, mas sim aprender a como trabalhá-los com os alunos. Para isso, o profissional precisa estar interessado na sua missão e investir no conhecimento matemático educacional.

Com algumas diferenças de conhecimento, nível de especialização e a relação para com a Matemática, o professor e o aluno têm algo em comum, como ressalta Ponte (2001), de que a maneira como eles resolvem os problemas é de natureza similar. Na Educação Matemática, Ernest (1991 apud PONTE, 2001) tinha uma visão parecida, de que os aprendizes são criadores. Pólya (1962-65/1981 apud PONTE, 2001) também afirmava que os professores são responsáveis por criar maneiras para com que os alunos desenvolvam suas criatividades.

Entretanto, tudo depende dos Currículos exigidos pelos países, ou seja, muitas vezes o professor se preocupa em apenas cumprir o que eles pedem, assim deixando de realizar outras atividades importantes para o crescimento intelectual dos alunos. Por exemplo, o Currículo da França requer uma sala de Matemática como um lugar de descobertas, exploração de problemas, reflexão e debate, na intenção do aluno se acostumar com atividades científicas. Já o Currículo inglês quer do aluno um entendimento para investigar as afirmações, estabelecer padrões às resoluções e explicar o motivo dos resultados. O Currículo dos EUA não se estende a todos os Estados, pois existem certas diferenças, mas de modo geral, o estudo da Matemática é um exercício de exploração, suposição e testes.

No geral, na sala de aula, a primeira situação a ser criada é colocar questões selecionadas que levem os alunos a investigar. Essa é uma forma de observação que deveria existir em todo Currículo de Matemática conduzindo aos objetivos, tópicos e esquemas. Ainda que o Currículo exija do professor esse tipo de tarefa, tem ele o direito de interpretar e adaptar ao seu ambiente de trabalho, selecionando questões e estabelecendo seus objetivos. Por isso, as investigações devem ser balanceadas de acordo com esses fatores. Entretanto, em certos momentos, os professores se preocupam em elevar o conhecimento do aluno, expondo questões mais difíceis, que em nada lhe ajuda, já que ele toma as questões como exemplos e não como investigações a serem estudadas.

Como enfatizam Matheus e Nacarato (2009), no Brasil o docente está vivendo cada dia mais intensamente a sensação de instabilidade na constituição de sua identidade, pois o mundo vem desestruturando-a com seus avanços. Analisando historicamente, o professor nunca conseguiu sua autonomia, pois sua constituição sempre esteve sujeita a diferentes conflitos, tanto quando estava sob controle da Igreja, quanto sob do Estado. Assim, ele busca, desde o século XVI até hoje, constituir sua identidade profissional. Dessa forma, não existe um projeto de continuidade das políticas públicas, o que levou, e ainda leva, o professor a executar suas socializações primárias, principalmente a cada mudança de governo, pois a instituição escolar sofre interferências, de acordo aos interesses de quem está no poder. Essa descontinuidade das políticas públicas se torna mais visível nas reformas curriculares.

Os idealizadores de uma reforma educacional acreditam que ela deva ocorrer junto ao desenvolvimento de um novo Currículo. A primeira questão para elaboração deste está relacionada com o tipo de pessoa que se quer formar, pois os conteúdos a serem dados dependem desse fator. Após esta elaboração, é preciso divulgá-lo a fim de ajudar a implementação do mesmo nas escolas. Infelizmente, na prática nem tudo que se é exigido pelo Currículo é executado, pois muitos professores não acreditam que essas reformas venham a melhorar o ensino.

Alguns problemas ocorrem pelo modo em que o Currículo é interpretado. A não aceitação dele impede a sua realização, já que os professores não acreditam que pessoas indiferentes a seus ambientes escolares possam elaborar algo para dizer o que deve ser feito com seus alunos. Assim, torna-se difícil implementá-lo nas escolas, pois não há uma relação entre os que elaboram e os professores. Logo, o conhecimento é construído entre professores e alunos. São muitos os fatores que influenciam no desenvolvimento da divulgação e implementação do nosso Currículo. Percebe-se, então, uma produção de identidades, tanto de quem o vivencia como aluno, quanto o professor que o interpreta e o executa, ou o reconstrói em sua prática.

O professor se apropria dos currículos que a escola adota desde a sua fase primária e depois vai adaptando sua fase secundária. Quando se trata do professor de Matemática, não se percebe uma diferença muito grande, pois a metodologia usada é similar. Desse modo, o professor vai construindo sua identidade profissional, e se não questionada e refletida durante sua formação inicial, ela está constituída. Só no ambiente de trabalho que sua identidade sofrerá processos de reestruturação. Matheus e Nacarato (2009, p. 116) afirmam que “o currículo praticado traduz aquilo que o professor acredita ser importante, por já contar com uma identidade construída”.

Infelizmente, as próprias universidades brasileiras não trabalham o Currículo de forma a destacar sua importância. Sendo assim, quando os professores chegam às escolas, onde não há divulgação e preparação para se basearem no Currículo, eles procuram ensinar apenas os conteúdos exigidos, de acordo com suas metodologias. É preciso que os professores dos outros países percebam a exaltação que os professores brasileiros dão às suas metodologias e a estes que percebam a dos professores estrangeiros em relação ao Currículo, para que ocorra um melhoramento no ensino.

Existe uma semelhança entre professores do Brasil e professores dos outros países. Todos eles estão acomodados, ou seja, limitando-se à busca de novos conhecimentos, executando somente o que é pedido, seja pelo Currículo ou pela Escola. O Currículo não surgiu para ficar guardado como um documento inútil, assim como os PCN, e sim mostrar qual o papel do professor em meio a tantas opções de ensino existentes fora do mesmo.

Aprendendo a ensinar Matemática

O conhecimento é algo que vamos adquirindo ao longo de nossas vidas, com a família, a escola e o trabalho. O conhecimento matemático faz parte dele. Como enfatiza Ball (2003), ser professor de Matemática requer um conhecimento não só matemático, mas sim sobre como lidar com as pessoas, em especial os alunos. É necessário ter criatividade para utilizar tanto materiais diferentes quanto uma linguagem acessível à compreensão deles, em relação ao que está sendo dito.

Que tipos de problemas o professor se depara frequentemente? Um exemplo simples, descrito por Ball (2003), é o de multiplicar 0,3 por 0,7 e responder exatamente 0,21. A autora mostra que saber resolver não é suficiente para explicar e justificar para os alunos. Ou seja, ser capaz de calcular não significa responder bem. Mesmo entendendo o processo com termos formais, não é o bastante para ensinar de maneira que os alunos daquela série compreendam. Segundo Ball (2003), saber Matemática para lecionar exige mais do que uma mera prática em expor o conteúdo.

Outro exemplo citado pela autora é a multiplicação de 35 por 25. Os professores sabem resolver de acordo com o padrão, mas quando chega um aluno com um erro do tipo:

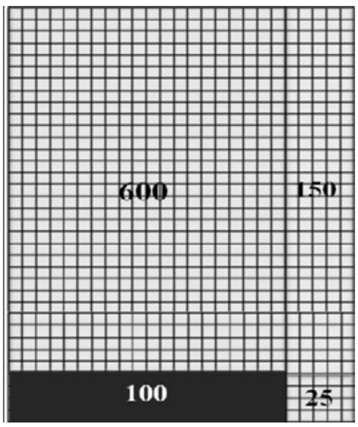
$$
\begin{array}{r}
35 \\
\underline{\times\ 25} \\
175 \\
\underline{+\ 70} \\
245
\end{array}
$$

Rapidamente, o professor deve identificar o erro do aluno, explicar o motivo pelo qual errou e como solucionar dizendo que 700 se baseiam em 35x20. Ou uma situação de que três alunos respondem de formas diferentes e encontraram o mesmo resultado:

A)	B)	C)
35	35	35
x 25	x 25	x 25
125	175	25
+ 75	+ 700	+150
875	875	100
		600
		875

O professor sempre se deparará com erros e acertos, métodos e soluções diferentes dos alunos, precisa estar preparado para dizer o que aconteceu em cada resposta e qual é a melhor forma para resolver. É necessário também usar representações que traduzam a explicação. Analisando o pensamento humano, vê-se que a imagem de algo chama mais atenção do que as palavras que a explicam, pois assim parece real. Logo, percebe-se a importância da representação. A questão acima poderia ser projetada em um papel quadriculado (Figura 1), sendo cada quadradinho uma unidade:

Figura 1: Representação da operação de multiplicação.



Fonte: Ball, 2003, p. 4

Ensinar requer justificar, explicar, analisar erros, generalizar e definir; ter ideias e domínio total do conteúdo para explicá-lo de várias formas. Primeiramente, lecionar Matemática exige respeito pela sua integridade. Segundo, o conhecimento desta unido à criatividade resulta em ideias inteligentes que devem ser expostas aos alunos de maneira construtiva, não apenas mostrando suas concretizações. Por último, o professor tem que proporcionar conexões entre a Matemática e o mundo matemático, no qual os alunos vivem.

Desta forma, o professor de Matemática pode desempenhar alguns objetivos durante o seu trabalho (BALL, 2003, p. 6):

- “Utilizar definições matemáticas apropriadas e compreensíveis;
- Representar ideias cuidadosamente, mapeando-as entre o modelo físico e gráfico, a notação e o processo;
- Ser capaz de responder às curiosidades e perguntas matemáticas dos alunos;
- Estar apto a elaborar bons problemas de Matemática que são produtivos ao aprendizado dos alunos; e,
- Avaliar o aprendizado deles e prosseguir com os próximos passos se possível.”

Após entender o que envolve o ensino, eis a questão: “Qual conhecimento matemático é necessário para ensinar Matemática?” Uma resposta inicial e lógica é que saber Matemática para ensinar requer saber os conteúdos detalhadamente, os quais são fundamentais para o Currículo escolar e além dele. Analisando-os dessa forma, percebe-se um grande laço entre eles, ou seja, os conteúdos matemáticos têm sempre uma ligação com outro assunto, que vem após e envolve o que veio no início. Ensinar Matemática requer ser capaz de representar ideias e conexões cuidadosamente através de diferentes representações como símbolo, gráfico e geometria. Representação é a parte essencial do ensino. O professor deve ser uma pessoa envolvente e que seja capaz de demonstrar interesse pelo assunto, para que os alunos despertem curiosidade de expandir o seu conhecimento em algo que parece ser fascinante para o professor.

Os professores não podem esperar melhorar o ensino da Matemática se eles não agarram oportunidades de aprender. Falta um interesse da parte dos educadores de trabalhar mais o lado do ensino nas universidades dos EUA, para que os futuros professores se formem com uma base matemática tanto instrucional quanto educacional. Em seu artigo, Ponte (2001, p. 53) enfatiza que os “alunos aprendem Matemática fazendo investigações”. Existem duas formas de retratar a Matemática, como uma disciplina lógica e dedutiva e, outra, como uma ciência natural que precisa ser estudada, através de observação, análise e experimentação. O desenvolvimento de um novo conhecimento se encontra na parte indutiva e, a organização e decisão do que está certo ou não, na dedutiva. Tanto o professor quanto o aluno deve ter curiosidade, criar questões sobre os assuntos e procurar suas soluções.

Os problemas necessitam de uma nova estrutura que não seja apenas pura matemática como ‘resolva a questão’ ou ‘calcule’, e sim contextualizando com o dia a dia para que o aluno faça uma ligação da mesma com sua realidade. Uma investigação matemática começa quando uma questão, ou as justificativas dela, não estão claras ou exatas, sendo este o primeiro passo. Investigar requer mais do que a resolução do problema, envolve testar as afirmações, prová-las e generalizá-las.

Indicar estratégias, generalizar resultados, estabelecer relações entre os conceitos da Matemática, são oportunidades que podem vir a auxiliar o uso da criatividade durante uma investigação. Esta é uma atividade essencial para o trabalho dos alunos e para o desenvolvimento profissional dos professores. Investigações sobre o ensino fazem uma ponte entre teoria e prática, trazendo o que se aprende na Educação Matemática sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática e o que se aprende na Educação do ensino sobre o desenvolvimento profissional. O foco central desse processo é o de aprendizagem dos alunos e dos professores. Entretanto, uma atividade que envolve revisão de conceitos, aplicação em questionários e um fechamento não é investigação, pois o importante é que inicie formulando questões interessantes que designem em encontrar um tipo de compromisso da parte dos alunos e como podem chegar aos resultados e suas justificativas.

Acreditamos que em toda profissão existe o algo mais que deva ser feito e este é o diferencial. Muitas pessoas se acomodam e acham suficiente o saber que adquiriram para executar suas missões. O professor de Matemática, ou de qualquer outra área, tem que ser explorador do conhecimento e cada vez mais se renovar com novas metodologias de ensino, para acompanhar o raciocínio dos alunos em relação ao mundo, principalmente quando se trata da Matemática, por ser classificada como difícil. Eis uma questão que a sociedade impõe sobre ela, a dificuldade. Isto ocorre por falta de elo da Matemática com o mundo, o qual deveria começar a ser trabalhado na formação inicial dos professores, que através deste poderia facilitar a compreensão dos alunos em relação a esta área.

Refletindo conhecimento profissional e práticas em sala de aula

Sabe-se que pesquisa surgiu como uma forma de aprofundar ou descobrir algo e é um grande pilar do ensino, mas a mesma não é a totalidade deste. Logo, percebe-se que o ensino se completa com a prática. Entretanto, a maioria dos professores se satisfaz com suas bases de conhecimento tornando o ensino repetitivo, onde a atenção voltada aos alunos não é renovada, como afirmam Hiebert, Gallimore e Stigler (2002). Alguns cursos são oferecidos para ensinar novos métodos, a fim de que as práticas dos professores sejam aprimoradas, porém ainda existem barreiras entre o conhecimento tradicional e o entendimento do mesmo aplicado na sala de aula. Seria necessário que houvesse uma colaboração entre os professores e pesquisadores, para que juntos chegassem a uma conclusão com relação ao conhecimento profissional.

Um caso de alfabetização

As crianças trabalham com centenas de histórias, cada uma do seu jeito, como leitores competentes. Cada leitor fornece um desafio único de interpretação e infinitas maneiras de leitores aprendizes que podem relacionar o que é novo no texto com o que eles já sabem. Fornecendo muitas oportunidades, o que se conhece com o novo, para desenvolver novas ideias e entendimentos, o que é o principal, e trabalha com a compreensão das leituras durante as aulas. Para conduzir essas aulas, o professor deve estar muito bem preparado para todas as combinações e mudanças das crianças e textos. O caso em questão é uma tentativa de Grace Omura em usar um conto familiar e popular Billy Goats Gruff em uma aula de leitura compreensível. Esta história é de um conto popular cauteloso envolvendo três cabras irmãs que são desafiadas sucessivamente por uma criatura imaginária ruim. Quando a mais nova e menor cabra tenta atravessar uma ponte para chegar à grama do outro lado do riacho, ele evita ser comida pela criatura que é induzido a aguardar o próximo, a cabra do meio. O truque funciona para a segunda cabra também. Quando a terceira e maior cabra atravessa a ponte e é desafiada, a criatura descobre o seu apetite voraz, que é um erro fatal.

A jovem professora Grace, trabalhou com sua monitora, Stephanie Dalton, para elaborar aulas mais desafiantes e úteis para seus alunos por utilizar interações sensíveis que leve o aluno a pensar sobre o texto, assim diminuindo as questões respostas da professora. As duas reviram os vídeos das aulas de Grace. Após assistirem parte de uma aula, ela pausou e notou o quanto estava infeliz com aquele vídeo. Ela acreditava que o problema era a história ser muito superficial. Logo, as crianças comentaram que não compreenderam o que leram. Um desses comentários veio de uma criança que Grace mostrou à sua orientadora no vídeo, a qual sugeriu que a ganância da criatura poderia ser castigada. Ela achou que o comentário foi uma reação interessante da história, mas durante a aula ela não sabia como se embasar por ela. Foi então que Stephanie percebeu o quanto Grace estava apenas se voltando aos comentários dos alunos, os quais eram interpretações comuns do conto, focando as consequências da ganância. A orientadora mostrou que existem outras interpretações da história, ou seja, talvez a criança que Grace apontou tenha pensado sobre o contexto do comportamento da criatura. Esse comportamento podia ser por conta da fome ou porque ela estava protegendo o seu território que havia sido invadido, ou outras coisas que pertencem aos costumes dos animais que reagem de diferentes modos. A criatura é tão forte e dura em sua posição, mas no final ficou sem nada.

Stephanie induziu Grace a fazer um paralelo entre esses animais e as experiências das crianças. Principalmente com as crianças que têm irmãos mais velhos os quais usam estratégias como as da criatura, e as crianças conseguem ultrapassar. Grace colocou o vídeo para continuar e elas assistiram uma grande parte, a qual os alunos discutiam o que era a criatura realmente, respondendo questões ricas de ideias, mas Grace se viu várias vezes sem saber como aproveitar grandes oportunidades através das respostas das crianças. Após isso, ela parou o vídeo, pois notou que estava indo em uma direção não esperada que as crianças lhe fizessem seguir. E ela ficou encantada, já que não era tão experiente para partir de um ponto e chegar ao fechamento da aula no momento certo. A professora acreditou que cresceu muito ao assistir os vídeos com Stephanie, porque ela a ajudou nos mínimos detalhes que haviam passado despercebidos e cada vez que ela lia a história compreendia mais. Durante alguns meses, elas assistiram aos vídeos de outras aulas que as alertaram para mais observações e possibilidades de replicações com diferentes histórias. Grace foi descobrindo o valor dos detalhes, o conhecimento particular das histórias, assim como o saber sobre as experiências dos alunos. Com esse saber e a experiência adquirida, ela conseguiu atingir seu objetivo, que era o de ajudar as crianças a construírem um melhor entendimento sobre o que liam, assim aumentando seus conhecimentos.

Um caso de Matemática

A senhora D é uma professora veterana de primeira série trabalhando em uma escola com diversidade racial e econômica na parte superior de Midwest. Ela sempre foi uma ótima professora, mas nunca estudou o ensino de um modo detalhado e sistemático. Em um verão, ela se matriculou em uma oficina oferecida pelos Cognitively Guided Instruction (CGI). A oficina era voltada aos métodos para resolver problemas de adição e subtração com crianças. Então, a senhora D perguntou: “O que posso aprender sobre adição e subtração? É muito fácil de ensinar. Eu só tenho que fazer atividades com contas para as crianças e depois mostrá-las como adicionar e subtrair em problemas simples, como 1+2= _ e 3-1= _. Após isto, é quase sempre uma questão de prática”. Ela estava admirada em saber que a adição e subtração eram complexas, especialmente se você olhá-las através dos olhos das crianças. Ela descobriu que muitas crianças aprendem esses assuntos por contagem de forma cada vez mais sofisticadas. A professora aprendeu que existe uma variedade de problemas de adição e subtração e os métodos que as crianças utilizam dependem do tipo de problema que estão resolvendo.

A professora D aprendeu muito bem todas as informações, mas o que diferenciava ela dos outros professores que estavam na oficina era que ela estava muito curiosa em saber como seus alunos resolviam os problemas de adição e subtração de diferentes formas e que relações matemáticas ela poderia ajudar na construção de seus alunos sobre as estratégias que eles usavam. Pelos anos seguintes, a professora estudou intensamente seus alunos, colocou problemas como os expostos na oficina e observou como os alunos estavam resolvendo. Ela ficou bastante interessada nos detalhes das estratégias que eles utilizavam, como, por exemplo, o problema que ela propôs resultava na soma de 4+7 e alguns alunos foram expondo seus modos de resolução, um começou a contar a partir do número 5, outro do número 8, outro contou de cabeça, outro com os dedos, outro sabia que 4+6=10 e notou que a resposta era 11. Após escutar as diversas formas de resolução, ela começou a aprender muito sobre como eles resolviam seus problemas. Ela aprendeu que muitos dos alunos moviam em uma progressão de métodos para solucionar o mesmo tipo de problema, para as questões de adição a progressão se parecia muito com a sequência dos métodos apresentados acima. Ela percebeu que os métodos deles continham importantes propriedades dos números e operações. Por exemplo, a criança que contou de cabeça a partir do número 5 e a que sabia que 4+6=10. Elas se depararam precocemente com a comutatividade, propriedade que a professora não havia pensado antes. Em outros exemplos foram identificados a decomposição e a recomposição dos números.

Hiebert, Gallimore e Stigler (2002, p. 6) perguntam "O que esses casos têm em comum? E o que mais precisaria para constituir uma base de conhecimento profissional para o ensino?" O conhecimento do praticante, apresentado nos dois casos, tem tanto pontos fortes como fracos. Como Olson e Bruner (1996 apud HIEBERT; GALLIMORE; STIGLER, 2002) notaram, é comum focar nas limitações do conhecimento do praticante, mas há uma riqueza de consciência da riqueza desse conhecimento. Os autores começaram identificando três recursos que fazem o conhecimento do praticante útil e valioso para os professores. O conhecimento do praticante é útil para prática precisamente porque desenvolve respostas para problemas específicos da prática. Grace estava motivada por um problema: suas aulas de compreensão, onde observou que não envolveu seus alunos o suficiente em uma análise profunda da história de Billy Goats Gruff. O conhecimento que ela desenvolveu para avançar com este problema se torna útil por outros professores se eles tentarem trabalhar a mesma história da mesma maneira. O conhecimento de Grace pode ser aplicado diretamente, embora para um número restrito de situações. Além de abordar os problemas da prática, o conhecimento ligado à prática está fundamentado no contexto em que os professores trabalham. Os processos de produção de conhecimento deste tipo são colaborativos e envolvem as seguintes atividades:

- elaborar um problema e desenvolver uma linguagem comum para descrevê-lo;

- analisar a prática na sala de aula tendo o problema como referência;
- alternativas de previsão ou hipóteses de soluções para o problema;
- testar as alternativas na sala e refletir seus efeitos; e,
- registrar o que se aprendeu, de maneira que seja compartilhado com outros praticantes.

Após este trabalho, os professores criaram um conhecimento ligado à prática de duas formas: primeiro, a criação está motivada pelos problemas existentes na prática; segundo, cada nova parte de conhecimento obtido está conectado aos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem, atualmente, nas salas de aula.

O conhecimento do praticante é concreto, detalhado e específico. Embora o conhecimento de Grace pode se aplicar à compreensão mais geral de ensino, ele está diretamente relatado e instanciado pela história apresentada. É importante notar que isto difere do conhecimento tipicamente produzido pelos pesquisadores, conhecimento este mais abstrato, para aplicar para uma maior variedade de problemas potenciais. Alguns podem ver a concretude e especificidade como uma característica negativa do conhecimento do praticante. Se outros professores usassem Billy Goats Gruff, o tipo de informação que eles poderiam adquirir com Grace é exatamente o que eles precisariam para improvisar seus ensinos com relação à história.

Outra característica do conhecimento que está ligado à prática é que ele está integrado e organizado em torno de problemas de prática. Considerando que os pesquisadores quase sempre estão interessados em fazer distinções entre os tipos de conhecimentos, os praticantes se interessam em fazer conexões. Pesquisadores têm identificado muitos tipos de conhecimento do professor. Existe também o conhecimento dos alunos, o que eles sabem e como aprenderam. No conhecimento do praticante, todos esses tipos identificados são entrelaçados e organizados, não de acordo com o tipo, mas com o problema que o conhecimento trata. Os autores comentam que a descrição sobre o conhecimento do praticante está destinada a destacar unicamente as características positivas. Como eles notaram, há algumas deficiências que impedem o conhecimento do praticante se tornar um conhecimento de base para a profissão do ensino.

Para que o conhecimento do professor seja base do conhecimento profissional é necessário que haja diálogo entre professores, ou que suas práticas venham a ser publicadas através da tecnologia como forma de vídeos, artigos, experiências, entre outros. O ideal seria que, além de estar de acordo com a prática do professor, o conhecimento deste tenha uma ligação com o Currículo, preservando um só pensamento. Enquanto isto não ocorre, o conhecimento continua mortal, sendo ele apenas eterno na mente dos que aprenderam.

Considerações finais

As palavras que norteiam a discussão feita aqui são educador, pesquisador, professor, Matemática, formação, Currículo e prática. Mas, não se pode, simplesmente, deixar só para vocês, leitores, chegarem às suas próprias conclusões, até porque cada um tem um jeito de pensar. Então, após um estudo feito sobre o ensino da Matemática, percebe-se a escassez de conhecimento da parte dos educadores e professores. E quem é o culpado? Se houvesse um julgamento sobre esse tema, com certeza não se iria encontrar resposta alguma, ou talvez a resposta se chamasse eu, unidade. Vocês devem estar se perguntando qual a relação entre tudo que foi discutido em nossa pesquisa com unidade. Diríamos: somente tudo!

Ao fazer uma retrospectiva de todos os problemas apresentados e trazendo a noção de unidade no desenvolvimento das possíveis sugestões, percebe-se que gera um sentido.

Começando pelos autores, pesquisadores, que apesar de alguns não terem contato com o outro, seus pensamentos estão direcionados em uma única linha, analisando o ensino em geral: as metodologias utilizadas e as que poderiam ser; o modo como os alunos entendem; as conexões e divergências existentes entre os vários tipos de conhecimento; e a necessidade de um Currículo elaborado também por pessoas que respiram a sala de aula.

Os educadores, enquanto docentes, se sentem superiores por pensar que seus conhecimentos já estão formados. Mas ensinar é um reflexo de esculpir, onde o educador, como escultor do saber, pode buscar a perfeição, que mesmo sendo encontrada nunca será mantida, pois o ensino, assim como a escultura, se desgasta ao longo do tempo. Assim, a renovação contínua auxilia nos retoques a serem dados. Estes podem vir por meio de grupos de pesquisa entre educadores, sendo estes os formadores de professores, e professores, que lecionam nas escolas, Laboratórios de Matemática, discussões sobre os problemas enfrentados dentro e fora da sala de aula, entre outros. O importante é que haja interação entre educadores e professores para que o conhecimento destes seja base do conhecimento profissional.

A formação inicial de professores de Matemática é um fator preocupante, já que ela é base dos intermediários do ensino, os futuros professores, os quais recebem o saber dos educadores e que serão transmitidos para seus futuros alunos. É extremamente necessário que cada professor possua domínio geral do conteúdo, mas este apenas não traz ao ensino a sua total completude. Outros artifícios podem ser usados, como por exemplo, a linguagem utilizada pelos professores em sala de aula, que se bem elaborada e aplicada pode ter consequência direta no aprendizado dos alunos. Assim, estes podem futuramente transmitir a Matemática formal de maneira informal. Além disso, como citado anteriormente, pode haver um elo entre a Matemática e o Universo, pois os professores deveriam ser aplicadores e exploradores do conhecimento e não simplesmente instrumentos do mesmo.

Os alunos sentem necessidade de algo novo a cada dia, aulas dinâmicas que os levem a ter curiosidade sobre os assuntos e assim investirem na pesquisa como uma forma de saciar a sede de conhecimento. Esse novo significa novas metodologias, seja com o uso de instrumentos, como o computador, que os alunos conhecem e o acham interessante, ou na maneira de ensinar os conteúdos. A pergunta mais repercutida durante as aulas de Matemática é: “Para que serve esse conteúdo?”. Relacionar o mundo com a Matemática está dentro desta nova maneira, afinal o aluno quer aprender coisas concretas e visíveis.

A prática em sala de aula precisa ser organizada. Para isso, o Currículo foi desenvolvido por profissionais a fim de ser desempenhado pelos professores tal qual ele é. Esta não é a nossa realidade, pois ele é pouco trabalhado nas universidades, desconsiderando sua importância. Logo, a divulgação e a exigência do mesmo, nas Escolas, são insuficientes para que os professores se baseiem nele, e acabam por adotar metodologias e escolher assuntos que acreditam ser interessantes.

Nos outros países citados, os professores seguem exatamente o que se encontra no Currículo. O ideal seria que, além de cumprir o que este pede, eles busquem métodos que venham a acrescentar e despertar curiosidade dos alunos sobre os conteúdos. Todavia, como ressaltaram os autores, a acomodação de boa parte dos professores faz com que pratiquem apenas o exigido.

Então, onde se encaixa a unidade?

Ao analisar um quebra-cabeça, percebe-se que este só é visível e concreto quando está montado, sem faltar peça alguma. Da mesma forma o ensino só se torna pleno quando os educadores, professores, pesquisadores e alunos, não apenas de Matemática, procuram viver essa unidade do quebra-cabeça, sendo eles as peças. Portanto, eles, as peças, precisam trocar ideias entre si a fim de construir um conhecimento comum, buscando um ensino na sua completude. Talvez seja esta unidade que esteja faltando no curso que estou concluindo, como em outros que desconheço.

Referências

AURÉLIO, Dicionário. Disponível em: <http://www.dicionariodoaurelio.com/>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2010.

BALL, Deborah. L. What Mathematical Knowledge is Needed for Teaching Mathematics? Mathematics Teaching and Learning to Teach Project. School of Education, University of Michigan, pp. 1-9, 2003.

HIEBERT, James.; GALLIMORE, Ronald.; STIGLER, James. W. A Knowledge Base for the Teaching Profession: What Would It Look Like and How Can We Get One? Educational Researcher, Washington, v. 31, n. 5, pp. 3-15, 2002.

MACEDO, Aluska. D. R. Um olhar voltado à docência, às práticas em sala de aula e à formação inicial dos professores de Matemática. Monografia orientada por Dra. Abigail Fregni Lins (Bibi Lins). Finalização do Curso de Licenciatura Plena em Matemática, TCC, na Universidade Estadual da Paraíba Campus Campina Grande, 97 f., 2009.

MATHEUS, Amanda. O.; NACARATO, Adair. M. As influências das políticas públicas curriculares na constituição da identidade do professor de matemática: análise de um caso. Zetetiké, Campinas, v.17, n.4, pp. 95-122, 2009.

PONTE, João. P. Investigating Mathematics and Learning to Teach Mathematics. In: Lin, F. L.; Cooney, T. J. Making Sense of Mathematics Teacher Education, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 53-72, 2001.

ASPECTOS HISTÓRICO/EDUCACIONAIS DE MUDANÇAS EM TEORIAS DE RAZÃO E CONSEQUENTE SURGIMENTO DO CONCEITO MODERNO DE NÚMERO EM MÚSICA TEÓRICA: UM ENSAIO PRELIMINARCONCEITO MODERNO DE NÚMERO EM MÚSICA TEÓRICA: UM ENSAIO PRELIMINAR

Oscar João Abdounur

ASPECTOS HISTÓRICO/EDUCACIONAIS DE MUDANÇAS EM TEORIAS DE RAZÃO E CONSEQUENTE SURGIMENTO DO CONCEITO MODERNO DE NÚMERO EM MÚSICA TEÓRICA: UM ENSAIO PRELIMINAR

Oscar João Abdounur

abdounur@ime.usp.br

Instituto de Matemática e Estatística

Universidade de São Paulo

RESUMO

Este artigo trata das transformações estruturais em teorias de razões musicais no período moderno e conseqüente surgimento do conceito moderno de número nestes contextos, como exemplo do efeito de princípios epistemológicos no desenvolvimento histórico das ideias matemáticas, assim como o potencial educacional de tais reflexões. Utiliza-se aqui o termo "aritmetização das teorias de razão", para descrever o processo em que, especialmente no final da Idade Média e início do período moderno, o conceito de razão matemática perde seu caráter geométrico, para assumir um caráter estruturalmente semelhante, mas semanticamente distinto. Por exemplo, razão matemática perde o significado de comparação entre duas grandezas de mesma natureza, aproximando-se semanticamente do conceito de número; composição de razões torna-se multiplicação de razões e proporções entre razões matemáticas tornam-se gradativamente equações envolvendo números. Analisando diferentes estruturas em teorias de razão na argumentação de tratados de música teórica do início de período moderno, identificam-se novas ideias com potencial educacional que, por um lado, possuem papel decisivo na aritmetização de teorias de razão e; por outro lado, lidam com problemas estruturais da música teórica.

Palavras-chave: teorias de razão; relação matemática/música na história; mudanças conceituais; número em música teórica; aritmetização em teoria musical.

ABSTRACT

This article deals with structural transformations in theories of musical proportions in the Early modern times and the consequent emergence of the modern concept of number in such contexts, as an example of the effect of epistemological principles in the historical development of mathematical ideas, as well as the educational potencial of such implications. We use the term "arithmetization of theories of ratio" to describe the process in which, particularly in the late Middle Ages and Early modern period, the concept of mathematical ratio lost its geometric aspect, and assumed a structurally similar but semantically distinct one. For example, ratios lose the meaning of comparison between two homogeneous quantities, approaching semantically the concept of number, compounding ratios become multiplication of ratios and proportions between ratios turn gradually into equations involving numbers. By analyzing different structures in the theories of ratios in the argumentation of the treatises on theoretical music from the Early modern period, this article intends to identify new ideas with educational potential that on the one hand, have to do with arithmetization and, on the other hand, deal with structural problems in music theory.

Key-words: theories of ratio; mathematics/music interrelationships in history; conceptual changes; number in theoretical music; arithmetization in theoretical music.

INTRODUÇÃO

No contexto de resistência da tradição platônico-pitagórica a mudanças em teorias de razão e proporção; são considerados sinais de transformações em tais teorias nos tratados de matemática e de música teórica do período moderno. Assim, pode-se analisar, por um lado, o surgimento da ideia moderna de número por meio de empréstimos, no contexto de teorias de razões matemáticas, de atributos semanticamente distintos de estruturas aritméticas análogas, bem como, por outro lado, o papel de problemas estruturais da música teórica na intensificação das transformações mencionadas.

O complexo processo de aritmetização das teorias de razão no âmbito da matemática e da música iniciou-se na Grécia Antiga, desenvolvendo-se ao longo da Idade Média até o Renascimento. Tendo já recebido durante a Idade Média contribuições significativas das culturas latina, bizantina e árabe, este processo culminou no Renascimento com uma forte confluência destas tradições, o que levou a uma aceleração sem precedentes do processo de aritmetização nas teorias de razão neste período.

. Até o Renascimento, não havia no tratamento com razões uma estrutura bem definida. Em alguns casos, tal conceito era tratado aritmeticamente, em outros com características geométrico-musicais e outros ainda ocorriam como combinação destas tendências. A estas diferentes estruturas, que acompanharam os conceitos de razão e proporção desde a Antiguidade, correspondiam teorias, que fundamentaram os tratados de matemática e música até o Renascimento.

No decorrer da história, muitos teóricos contribuíram para o processo de aritmetização de razões e de mudanças estruturais em suas teorias:

No século IV a.C., Aristoxeno de Tarento fez uso de intervalos musicais, e indiretamente razões, como grandezas unidimensionais contínuas, possibilitando com isto a divisão de intervalos.

No século IV d.C. Theon de Alexandria realizou interpolações no livro VI de “Os Elementos” de Euclides, alterando consequentemente o sentido euclidiano original de composição de razões.

No século XI , Psellus sugeriu uma divisão geométrica do Tom. Partindo de contextos teórico-musicais, sua concepção implicava na interpretação de razão como um contínuo.

No século XIII, Campanus de Novara atribuiu um significado aritmético à definição 5 de sua tradução do árabe do livro V de “Os Elementos” de Euclides, ao inserir o novo termo “denominatio”, embora não existente no texto original, propiciando transformações significativas em teorias de razão.

No século XIV, Oresme introduziu o termo razões de razões, „proportio proportionium“ com expoentes fracionários, proporcionando um método, que possibilitava a divisão de uma razão arbitrária em um número qualquer de partes.

No final do século XV e início do século XVI, Erasmus Horicius publicou pela primeira vez em contexto musical um tratado, que lidava com o conceito de razão como uma quantidade contínua.

Cabe aqui ressaltar o caráter singular do tratado De musica de Erasmus Horicius (HORICIUS, 1500) como forte evidência da intensificação do processo de aritmetizacão particularmente a partir deste período, anunciando potencialmente a emergência da idéia de número irracional em contextos teórico-musicais. Embora tenha considerado a tradição de Boécio, Erasmus parece ser o primeiro no Renascimento a aplicar explicitamente geometria euclidiana na resolução de problemas da música teórica. Por outro lado, Erasmus propôs, por exemplo, uma divisão numérica (e não geométrica) proporcional do intervalo de tom inteiro -- 9:8 --, procedimento estruturalmente semelhante aquele utilizado na definição 5 de Eudoxo do livro V de Euclides. Ele devia talvez possuir pelo menos um conceito rudimentar de número como continuum, anunciando um tratamento aritmético de razões em contextos teórico-musicais durante o século XVI, o que aproxima, do ponto de vista estrutural, razão matemática de número. Tal procedimento forneceu ainda a ideia de uma estrutura teórica matemática para um espaço de relação de alturas musicais virtual, um continuum de números racionais, que pode ser visto como um passo importante para os fundamentos da idéia de número. Tais fatos, associados à influência desta obra bem como evidências posteriores de transformações em teorias de razão nos fundamentos da música teórica corroboram a plausibilidade do surgimento e desenvolvimento da ideia moderna de número em contextos teórico-musicais a partir de Erasmus.

No século XVI, as transformações mencionadas e o processo de aritmetização aceleravam-se até que finalmente no século XVII a teoria aritmética se tornasse predominante.

QUESTÕES DA PESQUISA

O presente artigo trata de um ensaio preliminar acerca das transformações nas teorias de razão e consequente surgimento do conceito moderno de número em música teórica no Renascimento, apontando quando for o caso o potencial educacional de tais considerações. Ele é uma tentativa, por meio de uma investigação da dimensão epistemológica de tal desenvolvimento, de encontrar uma explicação para a evolução de tais teorias.

Para isto, considera-se dois grupos de questões, consideradas sob uma perspectiva histórico-educacional e tratadas aqui em caráter preliminar, que se encontram no foco do objeto aqui considerado, os quais concernem à relação das teorias matemáticas de razão com as teorias de razão em música teórica. Como mencionado, apresenta-se aqui um ensaio preliminar acerca de aspectos histórico/educacionais de mudanças em teorias de razão e consequente surgimento do conceito moderno de número em música teórica, que se insere na pesquisa desencadeada por todas as questões que abarcam os dois grandes grupos mencionados.

O primeiro grupo de questões diz respeito ao problema de porque a aritmetização e a intensificação das transformações mencionadas não puderam se estabelecer no decorrer de um longo período de tempo; embora tais idéias remontassem ao século I d.C.. O segundo grupo de questões diz respeito a como se explica a intensificação e aceleração deste processo no Renascimento.

O primeiro grupo caracteriza-se mais especificamente pelas questões apresentadas a seguir. Podem as teorias de obstáculos e rupturas epistemológicas, concebidas por Bachelard e posteriormente modificadas na pesquisa epistemológica, serem aplicadas ao desenvolvimento da teoria musical entre a Idade Média e o início do período moderno, a serviço de uma explicação sobre as dificuldades no processo de aritmetização associadas à resistência da tradição platônico-pitagórica? Em que medida e de que maneira podem-se transportar as ideias de verdade, convencimento, demonstração e prova da matemática para a música teórica da Idade Média e início do período moderno? Até que ponto essas idéias já foram transportadas antes da matemática para a teoria musical? De que maneira e em que medida a legitimidade da tradição platônico-pitagórica predominante na Idade Média tardia resistiu à emergência de uma concepção de razão como quantidade contínua em contextos teórico-musicais e matemáticos; e consequentemente a transformações em teorias de razão e ao surgimento da ideia de número como um contínuo nestes contextos? Como se dá a recepção e/ou impacto das tradições de teorias de razão e proporção medievais nos tratados de música teórica no século XVI e posteriormente? De que maneira a argumentação presente nos contextos envolvendo razão e proporção em tratados teóricos deste período -- ora preservando as estruturas de teorias de razão e proporção em favor de respeitar a tradição platônico-pitagórica, ora abrindo mão pelo menos parcialmente de atributos de tais estruturas em favor de resolver problemas prementes da teoria musical e/ou de contextos dentro dos quais as teorias de razão passam a estar inseridas -- revelam a tensão entre a legimitimidade da tradição platônico-pitagórica e a necessidade de resolução de problemas estruturais incompatíveis com a sustentação de tal tradição? Em que medida e de que maneira pode-se transferir o conceito de Revoluções Científicas de Thomas Kuhn para a teoria da música do início do período moderno no contexto das transformações ocasionadas pelas mudanças nas concepções de razões matemáticas mencionadas? Poderia o processo que abarca a aritmetização e as transformações estruturais nas teorias de razão associado as suas consequências no desenvolvimento da música teórica ser concebido como uma revolução científica, no sentido de Kuhn? Em que medida e de que maneira a tradição platônico-pitagórica predominante na Idade Média tardia impediu o surgimento da interpretação de razão entre tons como uma grandeza contínua? Representam particularmente o pensamento platônico-pitagórico a respeito de razões exclusivamente comensuráveis em contexto musical, e, além disso, a teoria geométrica de incomensurabilidade de Eudoxos transmitida por Euclides, obstáculos epistemológicos para o desenvolvimento do Temperamento?

O segundo grupo caracteriza-se mais especificamente pelas questões apresentadas a seguir. Que papel desempenharam mudanças na prática musical do início do período moderno na aritmetização e nas transformações estruturais em teorias de razão e proporção em música-teórica neste período e posteriormente? Qual papel desempenhou em particular a emergência da Polifonia na aritmetização de teorias de razões musicais e no surgimento da ideia moderna de número em música teórica? Em que medida existe influência contrária das modificações estruturais em teorias de razão e proporção em mudanças na prática musical? Que papel desempenhou a necessidade prática de dividir o tom na interpretação de razão e proporção em música teórica e na matemática em geral? Que razões existem para uma relação de estreitamento entre a teoria e a prática musical no Renascimento? Que papel desempenham, por um lado, inferências analógicas e por outro lado, inferências dedutivas nas diversas teorias de razão na transição do final da Idade Média para o início do Período Moderno como obstáculos ou potencial para a intensificação da aritmetização e para o surgimento da idéia moderna de número em música teórica? Que papel desempenham abordagens heurísticas na resolução de problemas matemáticos e teórico-musicais no Renascimento?

PESQUISAS RELACIONADAS

A partir da segunda metade do século XX, desenvolveram-se diversas pesquisas acerca de teorias de razão e proporção na Idade Média, cujos resultados ampliaram significativamente a compreensão historiográfica acerca da matemática medieval, bem como do reflexo das tradições gregas mencionadas nesta última. Junto a Clagett (CLAGETT, 1953, 1964) com investigações a respeito de matemática, assim como de suas relações com física na Idade Média, em cujo contexto razões e proporções desempenham um papel fundamental; cabe-se ressaltar, sobretudo trabalhos de Grant (GRANT, 1960), Murdoch (MURDOCH,1963,1968), Drake (DRAKE,1973), Molland (MOLLAND, 1978, 1983) e Sylla (SYLLA, 1984). Os trabalhos de Murdoch influenciaram consideravelmente as pesquisas sobre teorias de razão e proporção neste período. Seus estudos fornecem não somente uma visão mais ampla acerca de teorias de razão e proporção, mas consistem, considerando trabalhos anteriores sobre o tema, em uma investigação detalhada de elementos específicos relacionados, por exemplo, à introdução do termo "denominatio" por Campanus, um indicador importante de modificações estruturais em tais teorias. Enquanto Molland tem como centro de sua pesquisa as reflexões de Bradwardine sobre razões, Grant concentrou-se em Oresme e suas idéias de "Proportio proportionium". Já Sylla e Drake discutiram, sob diferentes perspectivas, a confusão de argumentos nas tradições geométrica e aritmética das teorias de razão e proporção, o que evidencia a existência concomitante de estrututras híbridas em tais teorias já neste período pelo menos em matemática, teorias estas que competem e ganham prioridade dependendo do contexto de utilização. Enquanto Sylla investigou como tais tradições eram combinadas de maneira incomum dentro do contexto específico de composição e multiplicação de razões; Drake ocupou-se com os diversos modos de combinação dessas teorias no contexto das definições dos conceitos de razão e proporção utilizadas por teóricos medievais. Complementarmente a estes trabalhos, existem inúmeras traduções de fontes primárias, realizadas por Busard, Evans, Folkerts, Hoyrup, Lorch oder North.

Neste contexto, torna-se relevante analisar de maneira ampla a terminologia de razões e proporções presente em tratados de matemática e de teoria musical do século XVI, assim como de períodos um pouco anteriores e posteriores com o intuito de identificar elementos de origem platônico-pitagórica bem como indicativos de transformações em tais elementos. Isto permite estabelecer um panorama geral das tendências de teorias de razão e proporção, bem como contextualizar o período analisado e considerar obras relevantes na investigação acerca de mudanças estruturais em tais teorias. Tal pesquisa permitiu uma primeira avaliação acerca das transformações estruturais em teorias de razão e proporção, bem como detectar sinais de resistência a tais transformações e da presença da tradição platônico-pitagórica neste processo. No que concerne ao papel da música grega no desenvolvimento da matemática pura, Arpad Szabo (SZABO, 1974) reuniu uma série de argumentos, que sustentam a tese, segundo a qual a teoria pré-eudoxiana de razão e proporção é uma herança da teoria musical pitagórica. Para essa finalidade, ele realizou uma análise minuciosa de termos técnicos gregos, na qual ambas teorias foram consideradas.

Inúmeros autores trabalharam a respeito da influência platônico-pitagórica sobre a teoria musical em épocas posteriores. Por exemplo, Koehler (KOEHLER, 1990) analisou relações platônico-pitagóricas em obras da Ars Nova e Ars Subtilior. Barbour (BARBOUR, 1933) mostrou que o temperamento pitagórico perseverou intensamente, embora novas formas de expressão musical já mostravam nitidamente, quão rígidos e restritos eram os modelos pitagóricos, cujos sistemas tonais eram baseados exclusivamente em grandezas comensuráveis. Barbera (BARBERA, 1980) enfatizou a persistência da matemática antiga pitagórica no pensamento musical. Por um lado, os termos técnicos analisados por Szabo foram transmitidos e tais termos e/ou vestígios aparecem a partir do século XVI como elementos da tradição platônico-pitagórica, constituindo um obstáculo epistemológico para transformações em teorias de razão e proporção na teoria musical, Por outro lado, a transmissão, por exemplo, de termos técnicos, tais como o "denominatio" mencionado anteriormente e outros que induzem a transformações em direção a significados aritméticos para razões e proporções, atuaram como catalizadores para as transformações mencionadas e para a emergência da ideia de número irracional em música teórica neste período.

Tal investigação permitiu analisar a utilização de estruturas de pensamento dedutivo e analógica no processo de plausibilidade e demonstração em música teórica. Além disso, esta análise pode contribuir para uma compreensão mais profunda de até que ponto os conceitos de verdade e prova foram incorporados na música. Sob um ponto de vista mais geral, est análise permite mostrar, até que ponto processos heurísticos e axiomatização desempenharam um papel na tradição musical.

Desde a Antiguidade, há na música téorica tratados, que tentam seguir uma forma axiomática e consequentemente, provam proposições teórico-musical por meio de seqüências de inferências silogísticas no estilo de argumento dedutivo como, por exemplo, o tratado Sectio Canonis, atribuído a Euclides. Com base neste documento, Busch (BUSCH, 1998) examinou o papel da matemática na teoria da música antiga. Boécio utiliza no De Institutione Musica (BOWER & PALISCA, 1989) algumas das ideias já existentes no Sectio Canonis e transmite por meio deste, não somente a fonte, mas pelo menos em parte, a tradição do estilo dedutivo para a música teórica da Idade Média. Neste contexto, cabe-se mencionar o tratado Musica de Erasmus Horicius (PALISCA, 1994) do final do século XV e início do século XVI, que é construído em uma base axiomática geométrica no estilo euclidiano. Outras tentativas de axiomatização em contextos teórico-musicais se encontram em Zarlino (ZARLINO,1571).

Fend mostrou de modo convincente, que o tratado Dimostrationi Harmoniche de Zarlino pode ser interpretado como uma tentativa de axiomatizar a música teórica (FEND,1989). Ao mesmo tempo, existem ainda tratados de música teórica do período que vai da Idade Média ao início do período moderno, que mostram uma forte presença do raciocínio analógico em sua estrutura argumentativa, uma vez que tais formas estão ancoradas aos fundamentos do pensamento pitagórico.

Nos tratados mencionados, cabe-se ressaltar até que ponto tanto formas de raciocínio analógico quanto de raciocínio dedutivo são utilizadas em suas estruturas de argumentação, e até que ponto podem-se detectar em tais formas processos de axiomatização e heurísticos. Isto é necessário, para fins de avaliar qual significado possuem tais argumentos e processos no contexto das diversas teorias de razão existentes e das transformações estruturais mencionadas na música teórica, para fins ainda de avaliar o papel que eles desempenham na solução de problemas teórico-musicais do período considerado.

As pesquisas realizadas até o momento sugerem a hipótese de que as necessidades práticas, tanto na matemática como na música, como por exemplo, a necessidade de dividir o tom faziam necessário, contrariamente à tradição platônico-pitagórica predominante, interpretar o conceito de razão como uma grandeza contínua. Pode-se ainda ser assumido com grande probabilidade, que desta nova interpretação, resultava a necessidade de incorporar mais elementos aritméticos nas teorias de razão e com isto, excluir delas elementos não aritméticos. Com base em pesquisas preliminares, parece plausível neste contexto, que especialmente em textos teórico-musicais, esta tendência era contrária à tradição platônico-pitagórica dominante. Juntamente à constatação desta hipótese, verifica-se que, em certa medida, tal tensão levou a um desenvolvimento irregular das transformações mencionadas e do processo de aritmetização, assim como à emergência da ideia de número irracional em contextos teórico-musicais.

Na revisão das hipóteses consideradas, pode-se ainda analisar tratados que discutem a divisão do tom e/ou o temperamento, para fins de se mostrar, como os conceitos ”razão” e “proporção” eram manipulados nestes contextos e até que ponto o pensamento platônico-pitagórico concernente ao uso exclusivamente de razões comensuráveis em contexto musical impediu o desenvolvimento da ideia de razão como uma grandeza continua, bem como a sistematitzação do temperamento. Em seguida, pode-se também verificar, até que ponto é possível pensar em uma transferência do conceito desenvolvido inicialmente por Bachelard (BACHELARD, 1996) de obstáculo epistemológico para a teoria musical, por exemplo, no que concerne a explicações para as dificuldades envolvidas no processo de aritmetização e na emergência de razão como uma grandeza contínua, dificuldades estas associadas à resistência da tradição platônico-pitagórica.

Ainda no contexto de necessidades práticas, tanto na matemática quanto na música, deve-se ainda considerar que o ceticismo ao dogmatismo aritmético pitagórico em música teórica por volta do final do século XVI promoveu o interesse pelos fundamentos físicos do conceito de altura musical. Vincenzo Galilei (PALISCA, 1961; PALISCA, 2000) levantou a questão sobre a possibilidade de haver diferentes razões matemáticas subjacentes a um mesmo intervalo musical, dependendo da fonte sonora. Em 1638, Galileo Galilei sugeriu uma nova concepção para consonância, segundo a qual consonância era compreendida como coincidência de pulsações das freqüências das notas envolvidas. Essa concepção encontrava-se em contradição com a compreensão precedente aritmético-especulativo sem fundamento físico-empírico, segundo a qual consonâncias eram produzidas por razões entre os 4 primeiros números inteiros, como na tradição pitagórica, ou entre os seis primeiros números, como no Senario sugerido por Zarlino (BAILHACHE, 1992 & WALKER, 1977). Nessa época, houve ainda iniciativas decisivas rumo a explicações para a natureza dos harmônicos (BAILHACHE, 1992 & WALKER, 1977). Todas estas transformações sugerem uma mudança de concepção mais ampla, na teoria musical na época considerada, mudança essa que se caracteriza pela passagem de uma concepção aritmético-especulativa para uma concepção geométrico-físico-empírica, o que se pretende avaliar mais minuciosamente, com base na análise precedente.

Já desde a Antigüidade, havia tentativas de refutar a concepção pitagórica de teoria musical, por exemplo, com o reconhecimento por parte de Aristoxeno da possibilidade de divisão do tom (WINNINGTON-INGRAM, 1932), o que introduzia tacitamente a ideia de incomensurabilidade. Apesar disso e de refutações posteriores, a concepção platônico-pitagórica de teoria musical permaneceu predominante no decorrer da Idade Média até o Renascimento.

Assim, pode-se identificar diferenças que resultem das diversas concepções de razão, assim como da aritmetização de teorias de razão e suas transformações estruturais. Sob uma perspectiva mais geral, investigou-se qual a relação entre a cada vez mais estreita relação da prática com a teoria musical e as transformacões mencionadas nas teorias de razão existentes, das quais teóricos faziam uso para resolver problemas da teoria musical.

Com base na análise anterior, caberia analisar até que ponto os conceitos de Revolução Científica de Thomas Kuhn (KUHN, 1970), assim como de Ruptura e Obstáculo Epistemológicos de Gaston Bachelard (BACHELARD, 1996) são transferíveis para a música teórica, em relação às transformações mencionadas nas concepções de teoria musical no início do período moderno, relacionadas a mudanças estruturais em teorias de razão musical e ao surgimento da ideia de número irracional em música teórica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As partir das reflexões preliminares anteriores, pode-se considerar o surgimento de uma estrutura teórica matemática para um espaço virtual de relações de alturas musicais, um continuum de números racionais, passível de ser considerado como um passo importante para os fundamentos do conceito moderno de número. Neste contexto, é particularmente interessante mencionar o humanista Erasmus considerado anteriormente. No caso deste autor, é plausível pensar que se ele realmente pensou que poderia dividir a razão sesquioitava em termos de uma operação puramente numérica, ele devia ter possuído pelo menos um conceito rudimentar de continuum. Tal pressuposto é corroborado pela passagem que aparece mais tarde no capítulo XVII do De Musica de Erasmus, onde ele parece se referir diretamente a ideia de tal continuum, mencionando Boécio como um prisioneiro da doutrina pitagórica de número inteiro, quantidade discreta, que não abarca todas as razões de números (Erasmus Horicius, [ca. 1500], fo. 67v). Um pouco antes desta passagem, Erasmus afirma que a metade exata de um intervalo de tom inteiro deveria ser obtida pela extração da raiz quadrada do produto dos termos 8 e 9, que seria a raiz quadrada de 72 (Erasmus Horicius, [ca. 1500], fo. 67v). Entretanto, ele não relacionou explicitamente este resultado com o cálculos apresentados por ele. Supreendentemente, Erasmus obteve a razão de um número grande, a partir da qual seria ainda necessário encontrar a média geométrica entre dois termos. Uma vez que ele apresentou o caminho para isto extraindo a raiz quadrada de 9.8, poder-se-ia perguntar por que ele não o fez a partir da razão 9:8, e se ele obteve a razão numérica grande proporcional, como ele poderia utilizar esta representação para a extração mencionada acima e/ou para aproximar-se da média geométrica. Tal método é estruturalmente análogo aquele usado por Eudoxus para estabelecer um critério para comparar razões incluindo aquelas incomensuráveis.

Nesta analogia, é especialmente interessante, e talvez seja o atributo que a torne estruturalmente forte, notar que ambos os processos fizeram uso somente de razões comensuráveis em contextos geométricos e aritméticos. Tal característica possui potencial educacional singular, sendo um exemplo de uso da história para fins epistemológicos na dinâmica de ensino/aprendiagem. Tanto o procedimento de Eudoxo como aquele estabelecido por Erasmus usam somente razões/números comensuráveis/racionais para introduzir razões/números incomensuráveis/irracionais, com abordagens geométrica e aritmética respectivamente e exemplificam caminhos para introduzir números irracionais fazendo uso apenas de inteiros. Tais exemplos históricos análogos também permitem introduzir um sentido mais amplo para a crise dos incomensuráveis, agora apresentando-a em paralelo a sua versão musical, na qual Erasmus criou um critério para lidar com tais grandezas fazendo uso somente de grandezas comensuráveis como o fez Eudoxo.

Teoricamente baseado em muitas proposições geométricas e, diferentemente dos tratados da época, por exemplo, por ser organizado em um estilo euclidiano, De Musica lidou com razão como uma quantidade contínua, anunciando talvez o que emergiria como um tratamento aritmético para razões em contextos teórico-musicais durante o século XVI, aproximando razão do conceito moderno de número.

Sob uma perspectiva educacional, estas duas abordagens históricas para teoria de razão faz da música um contexto favorável para a diferenciação entre razões, frações e números, na medida em que a distinção semântica entre estas duas abordagens se revela de forma clara neste contexto. Em contextos musicais, dois intervalos musicais produzidos por duas razões proporcionais são claramente diferentes embora similares, ao passo que esta diferença desaparece em um contexto aritmético, no qual tais razões são identificadas com números. Por exemplo, as razões 2:3 e 4:6 produzem musicalmente duas quintas com a diferença de uma oitava. Elas são proporcionais, similares, mas não são o mesmo intervalo, são perceptivelmente diferentes, enquanto que a diferença entre tais razões desaparece em um contexto aritmético, uma vez que 2/3 é igual a 4/6 aritmeticamente falando. Curiosamente, Erasmus poderia ter facilmente resolvido a divisão igual do tom fazendo uso da proposição de Os Elementos de Euclides que fornece a média geométrica como a altura de um triângulo retângulo. Entretanto, sem a noção de infinito, ele preferiu usar um método numérico para abordar tal média, embora ele não tenha reconhecido seu procedimento como uma aproximação do valor do número real, anacronicamente falando, correspondente à média geométrica.

A partir das considerações anteriores, Erasmus e de modo geral o contexto histórico no qual ele se insere possibilitou a concepção de uma estrutura teórica matemática para um espaço virtual de relações de alturas musicais, um continuum de números racionais, que pode ser visto como um passo importante para a constituição do que viriam a ser os fundamentos de um sistema de número real. Fortemente vinculada a contextos teórico-musicais, a percepção de tal caminho nos possibilita compreender um sentido mais amplo para fenômenos da história da matemática tais como a crise dos incomensuráveis, que possui potencial considerável para o ensino de conceitos matemáticos relacionados às ideias de número, razão e proporção.

Referências

BACHELARD, GASTON. La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance. Paris: Vrin, 1996.

BAILHACHE, P. Cordes vibrantes et consonances chez Beeckman, Mersenne et Galille. In: Sciences et techniques en perspective (devoted to mathematics and music), vol. 23, 1992, pp.73-91.

BARBERA, C. A. The persistence of Pythagorean mathematics in the ancient musical thought. Chapel Hill, North Caroline University Thesis, 1980.

BARBOUR, J. MURRAY. The persistence of the Pythagorean tuning system. Scripta mathematica, vol. 1, 1933, pp. 286-304.

BOWER, C. M., PALISCA, C. Fundamentals of music. Anicius Manlius Severinus Boethius. New Haven: Yale University Press, 1989.

BUSCH, O. Logos Syntheseos. Die euklidische Sectio Canonis, Aristoxenos und die Rolle der Mathematik in der antiken Musiktheorie. Berlin: Veröffentlichungen des Staatlichen Instituts für Musikforschung Preussischer Kulturbesitz, 1998.

CLAGETT, M. "The medieval Latin translations from the Arabic of the Elements of Euclid with special emphasis on the versions of Adelard of Bath," Isis 44 (1953), pp.16-42.

CLAGETT, M. Archimedes in the Middle Ages, Madison: University of Wisconsin Press, 1964.

COHEN, H. FLORIS. Quantifying Music: The Science of Music at the First Stage of Scientific Revolution. 1580-1650. Dordrecht: Springer, 2004.

COHEN, H. FLORIS. The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

DRAKE, STILLMAN. Renaissance music and experimental science. In: Journal of the history of ideas, v. 31, 1970, pp. 483-500.

DRAKE, S. "Medieval ratio theory vs. compound indices in the origin of Bradwardine's rule," Isis 64 (1973), pp.66-67.

FEND, M. Zarlinos Versuch einer Axiomatisierung der Musiktheorie in den Dimostrationi harmoniche (1571)". Musiktheorie, v. 4, 1989, pp. 113-126.

GRANT, E. "Nicole Oresme and his De proportionibus proportionum," Isis 51 (1960), pp. 293-314.

HART, W. D. The philosophy of mathematics. Oxford: Oxford University Press, 1996.

HESSE, MARY. Models and analogies in science. London ; New York, 1963.

HORICIUS, ERASMUS. Musica. Staatsbibliotek. Berlin mus.ms.theor.1310, ca. 1500.

HORITIUS, ERASMUS. „De Musica“ [ca. 1500], Reg. Lat. 1245, Biblioteca Apostolica Vaticana.

KOEHLER, L. Pythagoreisch-platonische Proportionen in Werken der Ars Nova und Ars Subtilior. Kassel: Bärenreiter-Verlag , v. 1,2, 1990.

KUHN, THOMAS S. The structure of scientific revolutions. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

MCKIRAHAN, R. D. Principles and proofs: Aristotle‘s theory of demonstrative science. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1992.

MOLLAND, A. G. “An examination of Bradwardine‘s geometry,” Archive for History of Exact Sciences 19 (1978), pp. 113-175.

MOLLAND, A.G. “Campanus and Eudoxus, or, trouble with texts and quantifiers,” Physis - Riv. Internaz. Storia Sci. 25 (1983), pp.213-225.

MURDOCH, J.E. “The medieval language of proportions,” in: Crombie, A.C. (ed.), Scientific Change: historical studies in the intellectual, social and technical conditions for scientific discovery and technical invention, from antiquity to the present: Symposium on the History of Science, University of Oxford, 9-15 July 1961, (London: Heinemann, 1963), pp. 237-271.

MURDOCH, J. E. “The medieval Euclid: salient aspects of the translations of the ‘Elements’ by Adelard of Bath and Campanus of Novara,” Revue de Synthese 89 (1968), pp. 67-94.

PALISCA, CLAUDE. Scientific Empericism in musical thought. In: Rhys, Hedley Howell. Seventeenth century science and the Arts, Princeton: Princeton University Press, 1961, pp. 91-137.

PALISCA, CLAUDE. The Musica of Erasmus of Höritz. In: Studies in the History of Italian music and music theory. Oxford: Clarendon Press, 1994, pp. 146-167.

PALISCA, CLAUDE VICTOR. Boethius in the Renaissance. In: Studies in the History of Italian music and music theory. Oxford: Clarendon Press, 1994, pp. 146-167.

PALISCA, CLAUDE. Was Galileo’s father as experimental scientist? In: Gozza, Paolo, Number to sound. The musical way to the Scientific Revolution. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2000, pp. 191-199.

POLYA G. Mathematics and Plausible Reasoning, Princeton: Princeton University Press, 1954.

SASAKI, C. The acceptance of the theory of proportion in the sixteenth and seventeenth centuries. In: Historia scientiarum, vol. 29, 1985, pp. 83-116.

SYLLA, E. "Compounding ratios: Bradwardine, Oresme, and the first edition of Newton's Principia," in: E. Mendelsohn (ed.), Transformation and Traditions in the Sciences: Essays in Honor of I.B. Cohen, (Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1984), pp.11-43.

SZABO, ÁRPÁD. The beginnings of Greek mathematics. Budapest: Akademiai Kiado, 1978.

WALKER, DANIEL P. 17th century scientists's views on intonation and the nature of consonance. In: Archives internationales d'histoire des sciences, vol. 27(101), 1977, pp. 263-273.

WINNINGTON-INGRAM, R.P. Aristoxenus and the intervals of Greek music. In: The Classical quarterly, vol. 26, 1932, pp. 195-208.

ZARLINO, GIOSEFFO, Le istitutioni harmoniche... : oltra le materie appartenenti alla musica, si trovano dichiarati molti luoghi di poeti, d'historici & di filosofi...In Venetia : appresso Francesco Senese, 1562.

ZARLINO, GIOSEFFO. Dimostrationi harmoniche del r. m. Gioseffo Zarlino : Nelle quali realmente si trattano le cose della musica: & si risoluono molti dubij d'importanza. Opera molto necessaria à tutti quelli, che desiderano di far buon profitto in questa nobile scienza. Con la tauola delle materie notabili contenute nell' opera ... Venetia, Francesco de i Franceschi Senese, 157

DA VAGA INTUITIVA PARA A ERA DOS TESTS: AS TRANSFORMAÇÕES NA GRADUAÇÃO DO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA OS ANOS INICIAIS ESCOLARES

Wagner Rodrigues Valente

DA VAGA INTUITIVA PARA A ERA DOS TESTS: AS TRANSFORMAÇÕES NA GRADUAÇÃO DO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA OS ANOS INICIAIS ESCOLARES

Wagner Rodrigues Valente
ghemat.contato@gmail.com
Universidade Federal de São Paulo

RESUMO

O texto analisa duas épocas caracterizadas pelas chamadas pedagogias intuitiva e científica. Nesse período, finais do século XIX e primeiras décadas do século XX, centra a atenção para os ensinos de aritmética para a escola primária. Nessa temática, interroga documentos como documentos oficiais, livros didáticos e revistas pedagógicas problematizando a graduação desses ensinos. Utiliza como referencial teórico-metodológico categorias vindas da História Cultural. Conclui que as primeiras décadas do século XX, época de vigência da pedagogia científica, assistem à transformação da matemática dos primeiros anos escolares em termos da substituição da lógica dos ensinos dos conteúdos matemáticos pela lógica da aprendizagem escolar.

Palavras-chave: história da educação matemática, curso primário de aritmética, testes de aritmética

ABSTRACT

The paper examines two moments in the history of education characterized by intuitive and scientific pedagogies. During this period, the late nineteenth and early decades of the twentieth century, the text examines the teaching arithmetic to elementary school. The study interrogates research sources such as official documents, textbooks and pedagogical journals questioning the graduation of these teachings. Used as a theoretical and methodological framework comings categories of Cultural History. Concludes that the first decades of the twentieth century, a time of validity of scientific pedagogy, watch the transformation of mathematics from early school years in terms of replacing the logic of the teachings of the mathematical content to the teachings that consider the logic of school learning.

Keywords: history of mathematics education, elementary school arithmetic, arithmetic tests

Introdução

Finais do século XIX, em cena um novo modelo de escola para os anos iniciais: o Grupo Escolar. São Paulo com a riqueza acumulada pelo café e tendo a educação como bandeira ideológica dos republicanos, formula um novo projeto de escola para o curso primário. Prédios suntuosos que abrigam escolas normais, para formar professores; e escolas modelo, lugar de práticas dos futuros mestres, irão se espalhar pelo interior do estado. Irão, ainda, servir de referência para os demais estados brasileiros interessados em modernizar o ensino. Essa modernização ampara-se em elementos como: um novo modo de ensinar – o modo simultâneo – que intenta substituir aquele da velha escola onde os alunos são atendidos individualmente pelo professor, na herança do mestre-escola, com a palmatória em punho; e, ainda, substituir o sistema mútuo, de alunos ensinando alunos, que teve vida curta, nas propostas de alargamento da educação em face da carência de professores. Com o novo modo de ensino, um professor fica diante de uma classe inteira, ensinando conteúdos simultaneamente a todos os alunos. Esses alunos, porém, integrarão classes de maneira diferente do que era comum até então, as classes multiseriadas. Surge uma nova organização das classes: elas serão seriadas, buscando superar aquelas onde o professor ensinava para alunos de várias idades e níveis diferentes ao mesmo tempo. O Grupo Escolar, símbolo da pujança paulista, ícone da moderna educação, terá ainda outro elemento importante em sua organização: um novo método de ensino, o método intuitivo. Nas três primeiras décadas do século XX esse modelo de educação para os anos iniciais alastra-se pelo Brasil. Governos dos demais estados transformam-se em fiéis seguidores da proposta paulista. Grupos escolares são inaugurados por todos os cantos do país.

A partir dos anos 1930 um novo panorama apresenta-se, modificando essa original proposta vinda de finais do século XIX. Trata-se da adesão ao que ficou conhecido como pedagogia científica, tendo por referência os testes psicológicos e pedagógicos. Um modo considerado mais científico de tratar as questões educacionais, sobretudo com o auxílio dos resultados obtidos pela psicologia experimental com aferições estatísticas.

Diante desse contexto, este estudo tem por objetivo analisar as transformações ocorridas no modo de graduar os ensinos de matemática para os anos iniciais. Em específico, considera os ensinos de Cálculo/Aritmética em tempos de duas vagas pedagógicas modernizadoras: a pedagogia intuitiva e a pedagogia científica. O trabalho tem por questão norteadora a seguinte interrogação: Como foi transformada a graduação dos ensinos de aritmética para os anos iniciais escolares na passagem dessas pedagogias?

O método intuitivo e o novo ensino de aritmética nos anos iniciais escolares

Na tentativa de analisar a emergência de uma nova vaga pedagógica – a do chamado ensino intuitivo – surge a necessidade de interrogar como a nova proposta caracteriza o ensino a que deseja substituir. E, neste ponto, cabe ponderar que, certamente, não constitui originalidade afirmar que a emergência do novo, de uma nova proposta didático-pedagógica ocorre a partir de uma leitura do passado. Considerando uma dada representação dele, nasce o antigo. No contraponto com a representação do passado, do antigo, afirma-se o novo, num embate, numa luta de representações[1].

A chegada da República busca instaurar um novo modo de tratar a educação no Brasil. De acordo com a historiadora da educação Maria Cecília Cortez de Souza,

> O monumental relatório e o conjunto de pareceres de Rui Barbosa, propondo a reforma do ensino primário, elaborado em 1882, serviu de guia, fonte e diagnóstico para a grande parte dos republicanos que se preocuparam de uma forma ou de outra, com a instrução pública. (SOUZA, 1998, p. 83)

O ponto principal dos escritos de Rui Barbosa toca no método de ensino. Neles fica declarada uma verdadeira guerra aos processos mecânicos de repetição através da memorização. O trabalho exalta a necessidade de combater essa tradição.

> Esse método é o que cumpre erradicar. Ele automatiza, a um tempo, o mestre e o aluno, reduzidos a duas máquinas de repetição material. Por ele o ensino, em vez de ser uma força viva, encarnada no professor, consiste apenas num grosseiro processo de moldar rigorosamente a lição do mestre pelo texto do livro, e industriar nos hábitos de uma reprodução estéril, pela frase inflexível do compêndio e pela palavra servil do preceptor, o espírito do aluno. O menino não é uma alma: é uma tábua, onde se embute. O cérebro não se trata como um composto orgânico, vivente, mas como uma verdadeira massa inertemente plástica, amolgável aos mais absurdos caprichos. A educação não se considera como um fato fisiológico e moral, mas como uma espécie de trabalho de marchetaria. O menino que maior número de páginas gravar textualmente na cabeça, que por mais tempo as retiver na mente,

---

1 Cabe, neste ponto, mencionar os estudos do historiador Roger Chartier sobre história cultural e o papel das representações. De pronto, explicitar o que o autor entende por representação: uma noção que articula três modalidades da relação com o mundo social: em primeiro lugar, o trabalho de classificação e de delimitação que produz as configurações intelectuais múltiplas, através das quais a realidade é contraditoriamente construída pelos diferentes grupos; seguidamente, as práticas que visam fazer reconhecer uma identidade social, exibir uma maneira própria de estar no mundo, significar simbolicamente um estatuto e uma posição; por fim, as formas institucionais e objetivas graças às quais uns "representantes" (instâncias coletivas ou pessoa singulares) marcam de forma visível e perpetuada a existência do grupo, da classe ou da comunidade (CHARTIER, 1990, p. 23). Cabe, ainda, trazer os estudos do autor, em termos do que considera as lutas de representação. Diz o autor: "As percepções do social não são de forma alguma discursos neutros: produzem estratégias e práticas (sociais, escolares, políticas) que tendem a impor uma autoridade à custa de outros, por elas menosprezados, a legitimar um projeto reformador ou a justificar, para os próprios indivíduos, as suas escolhas e condutas. Por isso esta investigação sobre as representações supõe-nas como estando sempre colocadas num campo de concorrências e de competições cujos desafios se enunciam em termos de poder e de dominação. As lutas de representações têm tanta importância como as lutas econômicas para compreender os mecanismos pelos quais um grupo impõe, ou tanta impor, a sua concepção do mundo social, os valores que são os seus, e o seu domínio" (CHARTIER, 1990, p. 17).

> que mais pronta e exatamente as desdobrar a uma pergunta do questionário adotado, esse a mais aplaudida, a mais premiada e a mais esperançosa figura da classe. (BARBOSA, 1946, p. 36-37)

Mas, como compreender essas práticas pedagógicas em seu tempo? Que significados têm para o trabalho dos professores da escola de primeiras letras? Novamente cabe recorrer aos estudiosos da história da educação:

> A memorização mantinha, sem dúvida, relação com uma cultura que era profundamente oralizada, em que a Igreja fizera a escrita ser apresentada sob a perspectiva da oralização, que tanto tinha repercussões na cultura das elites urbanas, quanto na própria percepção popular, onde uma forma de catolicismo rústico deitara raízes profundas. (SOUZA, 1998, p. 86).

Construída essa representação do ensino por Rui Barbosa, ela ganha força, difunde-se e transforma-se, como já se disse antes, em diagnóstico, fonte e guia de ação dos reformadores republicanos da educação.

Os textos de história da educação, no que concerne ao ensino primário, mostram como o modelo construído em São Paulo propaga-se para os demais estados brasileiros. A forma "grupo escolar" tem sucesso. Ela é construída em finais do século XIX através dos reformadores republicanos do ensino paulista. A Escola Normal da Capital constitui, através de suas escolas-modelo, o laboratório para se chegar a essa fórmula de organizar o ensino nas séries iniciais. O novo modelo traz consigo um ideário: o ensino intuitivo. Ele é propagado por livros didáticos, artigos em revistas, programas e leis de ensino dentre outros veículos. Está caracterizado, desse modo, o cenário de uma transição. Há que ser abandonada a forma do aprender de cor. Deve ficar para trás o ensino tradicional.

Em época imediatamente anterior à criação das escolas normais primárias, o ensino de matemática ganha novas bases e novos autores internacionais são considerados como autoridades para definição de métodos e conteúdos da matemática que participará da formação do professor primário em São Paulo. A discussão sobre o ensino de matemática refina-se teoricamente, sobretudo, a partir de novas referências vindas dos Estados Unidos. Antes disso, porém, cabe mencionar uma primeira baliza teórica estadunidense, que está presente desde as reformas da década de 1890. Pode-se encontrá-la nos discursos, na legislação educacional, nas revistas pedagógicas e nos livros didáticos para o ensino de aritmética. Trata-se de Parker[2]. Nome que aparece nesses meios de circulação das orientações pedagógicas para o professor do ensino primário.

As propostas sobre o ensino de matemática, defendidas pelos reformadores da instrução paulista, têm no nome de Parker uma garantia de mudança, de ruptura com o modelo <u>considerado</u> ultrapassado do ensino de matemática pela memorização, pelo verbalismo e pela

2 Francis Wayland Parker (1837-1902), segundo Lawrence Cremin (1961), constitui um dos pioneiros do progressive movement in American education. E, ainda, segundo o mesmo autor, nos dizeres de John Dewey, Parker representa o "father of progressive education" (p. 129). Parker formaliza as suas propostas pedagógicas a partir de elementos vindos de Pestalozzi, Froebel e Herbart (MONTAGUTELLI, 2000, p. 161).

ordenação lógica dos conteúdos a ensinar. Esse respeito e admiração pelo norte-americano, do ponto de vista do ensino de matemática, se evidenciam na indicação reiterada de uso das chamadas Cartas de Parker.

As Cartas de Parker constituem um conjunto de gravuras cujo fim é o de auxiliar o professor a conduzir metodicamente o ensino, sobretudo, das quatro operações fundamentais. Junto de cada gravura, há uma orientação ao professor de como deveria dirigir-se à classe de modo a fazer uso de cada uma delas e avançar no ensino da Aritmética. E elas precisam ser utilizadas com materiais empíricos à mão do professor, para ilustrar os conteúdos aritméticos a serem ensinados aos alunos Trata-se de usar esse material didático articulado com as Lições de Coisas[3].

Tangenciando o anacronismo, talvez seja possível dizer, que esse material didático viabiliza algo parecido a um estudo dirigido. Organizado e técnico, possibilita submeter o ensino a uma sequência programada de perguntas do professor, à espera de respostas dos alunos para avançar na leitura de cada uma das Cartas de Parker. Porém, isso não está posto de modo linear, previsível e repetitivo. As ações pedagógicas, as interações professor e alunos, com as Cartas, devem ter outro caráter. Diferentemente da prática consagrada de decorar tabuada, onde está presente a repetição e a previsão das etapas seguintes com o “dois e um, três”, “dois e dois, quatro”, “dois e três, cinco” ou, ainda, do “dois vezes um, dois”, “dois vezes dois, quatro” etc. numa dinâmica de cantar a tabuada escrita na lousa e repetida pela classe ao sinal do professor, as Cartas trazem outra organização didático-pedagógica. Cada uma delas tem uma forma própria, e objetivos definidos de ensino e aprendizagem (VALENTE, 2008).

O material elaborado por Parker é constituído por quadros e gráficos que são acompanhados de explicações e instruções ao professor. Há, também, “questões” como exemplos de perguntas que o mestre deve fazer aos alunos no uso das Cartas. São, ao todo, divulgadas cerca de 50 cartas. Elas representam a forma de tratar o ensino de Aritmética de modo intuitivo, de acordo com a apropriação feita pelos reformadores paulistas, para o novo modo de pensar a matemática do ensino primário.

3 As lições de coisas, forma pela qual o método de ensino intuitivo foi vulgarizado é, na realidade, a primeira forma de intuição – a intuição sensível. O termo foi popularizado por Mme. Pape-Carpentier e empregado oficialmente durante suas conferências proferidas aos professores presentes na Exposição Universal de Paris, em 1867. Pestalozzi também é apontado como referência em lições de coisas, pelo fato deste ter captado os pontos essenciais da renovação pedagógica que as lições preconizavam “[...] as coisas antes das palavras, a educação pelas coisas e não a educação pelas palavras”. (...) Sua difusão no final do século XIX gerou a produção de um grande número de manuais escolares para o ensino das lições de coisas, dentre eles podemos citar: Primeiras Lições de Coisas de Norman Allison Calkins, publicado originalmente nos Estados Unidos, em 1861 e traduzido por Rui Barbosa, em 1886 (...). Disponível em: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_licoes_das_coisas.htm - GLOSSÁRIO - Acesso em 26 de janeiro de 2012).

Dessa maneira, o ensino intuitivo do cálculo aritmético, da numeração, levará em conta a Lição de Coisas. Assim, cada número, tratado inicialmente de modo oral, será gravado nas mentes infantis, associando-os sempre às coisas. Iniciando pelo número um, o professor estabelecerá com a classe um diálogo:

> Quem me mostrará um livro? Bem. Quem me mostrará agora um botão de paletó? – Que é que Alfredo tem na mão? – Tem um livro. – E Carlos? – Carlos tem um botão na mão. Trace-se no quadro negro um risco: - Que é que eu fiz no quadro negro? – O senhor fez um risco. – Muito bem. Agora eu traço mais um risquinho emendado com este, e chamo-lhe um: 1. Façam vocês o mesmo em suas lousas. Mas, observo, este sinal, que eu fiz, tanto pode chamar-se um, como uma. Querem ver? Quantos sóis vocês veem de dia? – Eu vejo só um sol. – Quantas luas vocês contam de noite? – Uma só. – Ora, aí está. Um sol; uma lua. (BARRETO, 1903, p. 236).

Na luta de representações travadas com a chegada do ideário do ensino intuitivo para a matemática no ensino primário sobressai, em primeiro lugar, o estudo de fôlego de Rui Barbosa. Nas centenas de páginas que escreve como relator, da Comissão de Instrução Pública encarregada de apreciar o Decreto n. 7.247, de 19 de abril de 1879, de autoria do ministro Carlos Leôncio de Carvalho - que reformava o ensino primário e secundário no município da Corte e o ensino superior em todo o Império - coloca a necessidade do Estado assumir total responsabilidade para com a oferta da educação, desde o jardim de infância até o ensino superior. Através de Rui Barbosa é, ao que parece, consolidada a representação do ensino tradicional, o ensino antigo que deve ser ultrapassado, com processos que apelam à memória, que usam, no caso da aritmética, a lógica interna do conteúdo matemático diretamente para o ensino. Para fazer frente a essa imagem do passado escolar, cabe alterar o método de ensino. Não mais se deve deixar o conteúdo, por si só, guiar as ações pedagógicas. Cabe trabalhar com as lições das coisas. O método intuitivo deve generalizar-se pelas escolas.

De fato, na modernização pedagógica trazida pelo método intuitivo, os ensinos de aritmética para os primeiros anos escolares mantém uma graduação, um ritmo que segue aqueles dos conteúdos estruturados e sequenciais da aritmética colocada nos livros didáticos de época. Sem exagerar na análise, as alterações trazidas por essa modernidade pedagógica pouco interferem na graduação do que dever ser ensinado. Trata-se mais de dar resposta ao “como ensinar” e menos de preocupar-se do “o que e quando ensinar”. E essa preocupação de mudança metodológica, de tentativa de abandono de processos de memorização de operações e tabuadas numéricas, tem nas Cartas de Parker um material símbolo de modernidade. Esse material irá referenciar os novos livros didáticos a serem elaborados para uso nos cursos primários. Tais obras mostrarão aos professores como ensinar passo-a-passo os conteúdos matemáticos elementares. E essas propostas estarão em conformidade com a estruturação lógico-matemática dos conteúdos, que já vem de longa data. Cabe, assim, ensinar de outro modo, os mesmos conteúdos, na mesma graduação dos tempos de “ensino tradicional”:

números um a um; operações na sequência soma, subtração, multiplicação e divisão etc. A ordem lógica é a ordem do ensino, mas deve-se associar os elementos matemáticos às coisas.

A era dos Tests e a nova graduação dos ensinos de aritmética

Teste[4] é a palavra-chave que irá definir um tempo de emergência da pedagogia científica, tendo os trabalhos de Alfred Binet[5] como referência de circulação mundial. Binet em estudo junto com seu parceiro Théodore Simon, toca diretamente nas questões escolares, quando pondera:

> Ocupando-nos em traçar a linha da evolução da inteligência na criança, nós fomos naturalmente levados a dar uma olhada nos programas de ensino, e a constatar que alguns desses ensinos são muito precoces, ou seja, mal adaptados à receptividade mental dos jovens. Em outros termos, as relações de evolução intelectual das crianças com o programa de ensino constituem um novo problema, transplantado sobre o primeiro, e cujo interesse prático é grande (BINET; SIMON, 2010 [1905], p. 67).

De fato, para além dos testes mentais, da revolução trazida pela psicologia sobre o sujeito que aprende, os programas de ensino entram na berlinda, passam a ser questionados. Isso será tratado também por outro expoente da pedagogia científica, o não menos conhecido Édouard Claparède[6], que assim se pronuncia, em 1919, em texto intitulado "As novas

4 O historiador da educação Carlos Monarcha observa que se atribui a Francis Galton, primo de Darwin, as práticas inaugurais de exame da inteligência individual. E, ainda, a James Cattel o uso pioneiro da palavra test em finais dos anos 1860. Será em 1895, que Binet e Victor Henri publicam texto onde iniciam as investigações sobre as funções mentais mais elevadas (MONARCHA, 2009, p. 184). E, em 1905, Binet dá conhecimento do que se tornará um ícone para os testes mentais: a escala métrica da inteligência. De todo modo, como sintetizam Hofstetter, Schneuwly; Freymond (2013, p. 112): "os testes são meios forjados no interior de uma prática científica que dá origem a uma nova disciplina denominada psicologia".

5 Alfred Binet nasce em 1857, em Nice, França. Tem em sua formação estudos muito diversos. Por volta de 1880 passa a dedicar-se a estudos psicológicos. Em 1886, publica La psychologie du raisonnemnet. Dirige o laboratório de pesquisa de psicofisiologia da Sorbonne. Desenvolve com Théodore Simon escalas para medir a inteligência, elaborando o conceito de idade mental. Em 1905, apresenta a Escala Métrica de Inteligência. De acordo com Almeida (2010, p. 30), "o período áureo da recepção de Binet no Brasil está compreendido entre 1906 e 1929, portanto, entre a criação do primeiro Laboratório de Psicologia Pedagógica, idealizado por ele mesmo, e a tradução de Lourenço Filho dos Testes para a medida do desenvolvimento da Inteligência nas crianças".

6 Édouard Claparède (1873-1940) psicólogo e pedagogo nascido em Genebra, cria nessa cidade o Instituto J. J. Rousseau (Institut Rosseau – École des sciences de l´éducation), em 1912. Trata-se de um instituto privado, que reúne pesquisadores e professores que participam de escolas experimentais que servem de laboratórios para melhor conhecimento da infância e seu desenvolvimento, de modo a ajustar os processos pedagógicos, com vistas à melhoria das escolas (HOFSTETTER, SCHNEUWLY; FREYMOND, 2013, p. 90). Entre 1910 e 1915 escreve vários artigos e difunde a concepção funcional de educação, em 1911. Em 1930, visita o Brasil durante a publicação da primeira versão em português do livro "A escola e psicologia

concepções educativas e sua verificação pela experiência":

> Os métodos e os programas gravitando em torno da criança, e não a criança que gira ao redor de um programa imposto, sem poder contar com ele, tal é a revolução copernicana na qual o educador é convidado a adentrar (CLAPARÈDE apud HAMELINE, 2010, p. 21).

Há necessidade, então, de mudar os programas; de reorganizar os ensinos e isso não é algo que diga respeito somente aos métodos. Refere-se, também, aos conteúdos escolares. O que ensinar? Em que seriação? E, pergunta fundamental: como graduar os conhecimentos escolares de modo a que eles sejam compatíveis como os novos ensinamentos vindos da psicologia da criança? No caso da matemática essas questões tornam-se ainda mais claramente postas: como substituir a organização lógica dos conteúdos matemáticos, estruturada na matemática escolar vinda de décadas e décadas anteriores, pela "sistematização psicológica" do que deveria ser ensinado? O movimento de elaboração de testes buscará respostas a essas questões.

Em lugar das provas elaboradas por professores de modo subjetivo, pessoal, envolvendo solicitações aos alunos diretamente ligadas às condições das aulas; em substituição às questões que buscam avaliar os alunos segundo a ordem lógica de exposição dos conteúdos pelo mestre; surgem os testes. Termo genérico que exprime consensos sobre avaliações e experiências realizadas em turmas piloto, originando problemas e questões considerados como referência para medirem a eficiência do trabalho do professor.

Em realidade, os testes psicológicos vêm de reelaborações daqueles de caráter avaliativo matemático, promovidos desde meados do século XIX. Seus processos e modo de elaboração parecem ter herdado, dessas práticas de avaliação da aprendizagem da aritmética escolar, o seu método... De todo modo, desde a escala métrica da inteligência, os testes psicológicos ganham repercussão internacional e, dessa maneira, passam a informar e a conformar a organização escolar das matérias de ensino.

Lourenço Filho[7] especifica um pouco mais as consequências à pedagogia, ao ensino das diferentes matérias, trazidas pelos testes, pela penetração do modo científico de tratar as questões de ensino:

---

experimental" na coleção organizada por Lourenço Filho para a Editora Melhoramentos (HAMELINE, 2010).

7 Manoel Bergström Lourenço Filho (1897-1970) tem vastíssima biografia intelectual, ocupando cargos importantes na condução da educação brasileira. Para fins deste texto, ressalto que sua trajetória inclui o diploma da Escola Normal de Pirassununga em 1914; a carreira no magistério como professor primário no Grupo Escolar de Porto Ferreira, SP; a docência na Escola Normal de Piracicaba, na Escola Normal de Fortaleza e na Escola Normal de São Paulo. Em outubro de 1930 é nomeado Diretor Geral da Instrução Pública de São Paulo. Nesse cargo, reorganiza e muda sua denominação para Diretoria Geral do Ensino. Transforma a Escola Normal da Praça da República em Instituto Pedagógico. Em 1932, passa a dirigir o Instituto de Educação do Distrito Federal. É considerado um dos principais representantes do movimento da Escola Nova no Brasil (GANDINI; RISCAL, 1999).

> Dantes se ensinava por matérias, por séries de conhecimentos, entre si relacionados pela lógica do adulto. E tudo isso, separadamente. A psicologia vem demonstrando que tal ensino atenta contras leis gerais da atividade psicológica, contra a evolução genética, contra a ação coordenadora dos interesses naturais da criança. Ao invés de matérias, assim, separadas, propõe a psicologia que se ensine por séries de problemas, que globalizem os conhecimentos que se querem ver produzidos (LOURENÇO FILHO, 1930, p. 46).

No entanto a proposta do ensino globalizado precisa ser equacionada com a necessidade da escola graduada. Lourenço Filho, então, traz a resposta para a equação: o programa mínimo. E esse programa estará diretamente vinculado à estandardização dos conhecimentos a serem aprendidos em cada etapa escolar:

> Esse programa encara, sobretudo, a questão das técnicas fundamentais, leitura, cálculo e escrita, fixando a performance mínima, exigível em cada grau de ensino. (...) Os programas mínimos são de evidente necessidade no ensino graduado: comportam a verificação do ensino por testes, definem a responsabilidade dos docentes, permitem fácil verificação do trabalho (LOURENÇO FILHO, 1930, p. 198).

Com ampla literatura disponível no Brasil, pela coleção organizada por Lourenço Filho e por outros autores[8], a partir de finais dos anos 1920, será possível melhor justificar e promover estudos com vistas à introdução da pedagogia científica no ensino de matemática dos anos iniciais. E esse passo efetivamente será dado. E um dos lugares autorizados para a realização dessas investigações, que incorporam testes, medições, tratamento estatístico esmerado, do ensino e aprendizagem de matemática, é o Instituto de Educação do Distrito Federal, no Rio de Janeiro. E uma das figuras importantes nesse cenário é a professora Alfredina.

Alfredina de Paiva e Souza, carioca, nascida em 1905, conclui a Escola Normal do Distrito Federal em 1923; ingressa no Instituto de Educação do Rio de Janeiro em 1932 (ALMEIDA, 2013, p. 45). Alfredina trabalhou na Seção de Prática de Ensino do Instituto entre os anos de 1932 a 1937 (LOURENÇO FILHO, 1945, p. 42). Consoante com os incentivos e objetivos do Instituto, Alfredina publica os resultados de suas experiências no periódico Arquivos do Instituto de Educação, do Rio de Janeiro, em junho de 1936. O título de sua pesquisa é "O ensino da Matemática no curso primário – adição e subtração". Consideremos o seu texto, como exemplo importante para a leitura do impacto da pedagogia científica no ensino de matemática, na era dos testes.

Alfredina Souza inicia o seu texto fazendo referência a um passado a ser superado, no ensino das quatro operações fundamentais da aritmética:

> Fazia-se, outrora, o ensino das combinações fundamentais das quatro operações, por

---

8 Cite-se além da "Biblioteca de Educação", a série "Atualidades Pedagógicas" da Companhia Editora Nacional; a "Coleção Pedagógica" de F. Briguiet & Cia. e a "Biblioteca de Cultura Científica" da Editora Guanabara, idealizadas, respectivamente por Fernando Azevedo, Paulo Maranhão e Afrânio Peixoto, respectivamente (MONARCHA, 2009, p. 72).

> simples decoração, quase sempre cantada e desprovida de interesse direto. As combinações eram apresentadas segundo a ordem crescente de valores, facilitando a memorização, que precedia a compreensão e era feita antes que as crianças sentissem, em situações reais, a necessidade dos conhecimentos respectivos (SOUZA, 1936, p. 181).

Esse expediente didático-pedagógico precisaria ser alterado. E isso deveria ser feito por testagem, construindo testes. No dizer de Alfredina Souza, no que diz respeito ao conteúdo a ser ensinado, de modo a que possa de fato ser aprendido, é preciso:

> (...) examinar as 100 combinações fundamentais de cada operação, procurando descobrir as falhas mais frequentes em que os alunos incidem, conseguindo assim grupá-las de forma a permitir ao professor uma organização e distribuição mais eficiente do treino. Claro está que as causas múltiplas e complexas dessas falhas dificilmente poderiam ser pesquisadas, e somente a atenção diária e constante de cada professor, em presença da classe, poderia talvez fornecer os elementos suficientes para um diagnóstico seguro. Por outro lado, a organização do treino em um novo sentido, com orientação mais definida, conduzir-nos-ia, em breve, a uma completa modificação na escala de dificuldades, agora encontradas (SOUZA, 1936, p. 181).

Com esses pressupostos, Alfredina Souza passa a descrever a pesquisa realizada, sua experiência pedagógica, e o encontro dos resultados, no melhor e mais acabado estilo dos novos tempos da era dos testes. E, mais, aponta o professor e pesquisador Frank Clapp, dos Estados Unidos, como inspirador do trabalho que ela realiza no Brasil, semelhante àquele feito em terras do norte.

Todos os cuidados do processo experimental são descritos por Alfredina Souza:

> Para que todas as crianças começassem ao mesmo tempo, as fórmulas foram dobradas na parte superior, ficando à vista apenas os elementos de identificação. As crianças de 2ª. série não preencheram os claros relativos à idade, sendo os dados necessários recolhidos nas secretarias das escolas. (...) Para evitar que as crianças deixassem em branco fileiras do trabalho, foi entregue, a cada uma, uma folha de papel em branco que deveria ser colocada abaixo de cada fileira e que serviu, também, para objetivação dos cálculos. Foram adotados todos os cuidados relativos à distribuição do material, exemplificação no quadro-negro, marcação do tempo e coleta das fórmulas, para que houvesse a maior uniformidade possível na aplicação do teste (SOUZA, 1936, p. 184).

A experiência foi realizada com alunos de cinco escolas. Na apuração dos resultados da pesquisa, obteve-se uma classificação das dificuldades em cada série escolar em cinco grupos, a saber: “1º.) dificuldade muito pequena – grupo A; 2º.) dificuldade pequena – grupo B; 3º.) dificuldade média – grupo C; 4º.) dificuldade grande – grupo D; 5º.) dificuldade muito grande – grupo E” (SOUZA, 1936, p. 185).

Seguem, no texto de Alfredina, as combinações de operações de adição para cada um dos grupos acima. O mesmo, em páginas posteriores, será feito para a subtração[9].

9 Um estudo mais aprofundado sobre a presença de Alfredina Souza no Instituto do Rio de Janeiro

Depois de uma série de gráficos de aproveitamento e de referências às dificuldades e graduação delas pelos alunos, na realização de operações de adição e subtração, seguem as conclusões. Dentre as conclusões, descobertas importantes que, por certo, causaram estranheza ao modo como vinha sendo pensado o ensino de aritmética nas escolas. A principal delas, nos parece, diz respeito diretamente aos níveis de dificuldades dos alunos ao efetuarem adições e subtrações: dentro de cada nível as mais diversas combinações de números evidenciando o mesmo nível de dificuldade. Assim, por exemplo, o aluno de 8 anos de idade, na segunda série, teria o mesmo grau de dificuldade para efetuar a operação (1+1) que para obter o resultado de (5+3). Trata-se, para esse caso, do nível A, de dificuldade muito pequena. No entanto, se a esse mesmo aluno fosse solicitado efetuar (3+5) isso representaria um nível de dificuldade maior, recaindo no nível B.

Assim, diferentemente de seguir a ordem numérica crescente para o ensino da operação de adição, vê-se que o mais indicado seria seguir pela ordem de dificuldade que determinadas combinações de parcelas apresentam. O mesmo para a operação de subtração.

A graduação dos ensinos, do ensino de aritmética, não mais deveria ficar refém da lógica interna de organização dos conteúdos elementares matemáticos. Os níveis de ensino, o passo-a-passo das práticas pedagógicas deveriam atentar para os testes pedagógicos. Ao invés de um programa de ensino organizado no sentido dos elementos matemáticos mais simples, caminhando para aqueles mais complexos, que agrupavam e articulavam os mais simples, seria preciso estabelecer outro paradigma para o trabalho pedagógico do professor: a nova graduação dos ensinos seria regida pelos resultados dos testes. Essa nova graduação atentaria para a marcha progressiva do que se mostrou fácil para os alunos – resultante dos testes – para o que resultou em difícil, com menos acertos.

Considerações finais

Como se disse ao início, este estudo atém-se a duas vagas pedagógicas: a do ensino intuitivo e aquela caracterizada pela era dos testes, que conforma a pedagogia científica. Já de há muito tempo os historiadores da educação vêm mostrando o quão fundamental é o papel das pedagogias, superando o dito de que a elas caberia tão somente a prerrogativa de lubrificar os conteúdos de ensino, para serem ensinados a crianças e a adolescentes. Assim sendo, esses estudos revelam que uma dada pedagogia é elemento interno, estruturante dos ensinos escolares. Essa característica, neste estudo, pôde ser bem evidenciada na passagem da pedagogia intuitiva para aquela que ficou conhecida como científica. Se para a primeira, o método constituiu ingrediente fundamental; para a segunda, tem-se uma interferência direta

pode ser lido na dissertação de ALMEIDA (2013).

na própria organização dos saberes, na sua graduação para o ensino. Em particular, como se viu para este estudo, na própria organização da aritmética escolar: seus conteúdos, sua graduação para ensino e o seu processo de avaliação.

À pedagogia intuitiva cabe o mérito de representar a modernidade pedagógica, que ganhou as escolas a partir de finais do século XIX. Ao que tudo indica, ela pouco alterou a seriação escolar, isto é, o modo como os conteúdos de ensino da aritmética deveriam ser ensinados nos primeiros anos do curso primário. Manteve a ordem lógica dos conteúdos. No entanto, novos significados foram construídos para os elementos matemáticos a serem ensinados. A cada número, uma coisa; a cada operação, um significado empírico-concreto. Essa vaga adotou as premissas vindas dos estudos de Pestalozzi. Para a pedagogia intuitiva o ensino para crianças e adolescentes deveria necessariamente passar pelos sentidos.

De outra parte, se a pedagogia intuitiva pouco se importou com a organização dos conteúdos de ensino, com a sua ordem, sequência e seriação, em suma: com a sua graduação, coube aos novos tempos de pedagogia científica alterar essa graduação. E ela não ocorre por discussões internas dos conteúdos a ensinar, por reflexões sobre uma melhor ordenação dos elementos matemáticos. Ela é decorrente da emergência da psicologia experimental. Na construção dos testes, e de sua aferição estatística virá a autoridade para a transformação da graduação das matérias escolares, em específico da aritmética escolar. Aos poucos, vai ganhando terreno, em substituição à lógica do ensino - lógica diretamente associada a conteúdos herdados e organizados de longa data - a ordem psicológica de dispor os conteúdos, a lógica da aprendizagem.

Na passagem da pedagogia intuitiva para a pedagogia científica novas representações serão construídas sobre os processos didáticos-pedagógicos. A nova graduação dos ensinos ensejará a montagem do que se chamou à época de classes homogêneas. Essa classes serão hierarquicamente divididas em classes de alunos fracos, médios e fortes. Essa disposição irá interferir diretamente na própria concepção da avaliação escolar, com a montagem de bancos de questões estandardizadas em grupos de fáceis, médias e difíceis. Esse é um tempo de total matematização da pedagogia, a pedagogia científica, com base na psicologia experimental e na medição estatística.

Essas representações têm força até hoje no cotidiano das escolas. É senso comum dos professores, que classes homogêneas são aquelas que permitem a realização de um melhor trabalho pedagógico. Sobre a hierarquia de alunos e questões é notória a adesão à graduação fácil/fracos, média e difícil/fortes...

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. H. A matemática na formação do professor primário nos Institutos de Educação de São Paulo e Rio de Janeiro (1932-1938). Dissertação (Mestrado em Ciências). São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Educação e Saúde na Infância e na Adolescência da UNIFESP, 2013.

BARBOSA, R. Reforma do Ensino Primário e várias instituições complementares da Instrução Pública. Obras Completas de Rui Barbosa. Vol. X, Tomo II. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde, 1946.

BARRETO, A. O ensino da arithmetica. Revista do Ensino. Ano II, n. 3, p. 234-238, 1903.

BINET, A.; SIMON, T. Le développement de l´intelligence chez les enfants. IN: ALMEIDA, D. D. M. Alfred Binet/René Zazzo. Coleção Educadores MEC. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

CHARTIER, R. A história cultural – entre práticas e representações. Lisboa: Editora Difel; Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S. A., 1990.

______________ La historia o la lectura del tempo. Barcelona: Editorial Gedisa, 2007.

CHERVEL, A. 1990. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. Teoria & Educação, 2, 177-229.

GANDINI, R. P. C.; RISCAL, S. A. Manoel Bergström Lourenço Filho. Dicionário de Educadores no Brasil – da Colônia aos dias atuais. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ/MEC INEP, 1999, p. 365-373.

HAMELINE, D. Édouard Claparède (1873-1940). IN: PETRAGLIA, I.; DIAS, E. T. D. M. Édouard Claparède. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. (Coleção Educadores MEC).

HOFSTETTER, R.; SCHNEWUWLY, B.; FREYMOND, M. "Pénétrer dans la vérité de l´école pour la juger pièces en main´ - L´irrésistible institutionanlisation de l´expertise dans le champ pédagogique (XIXe. – XXe. siècles). BORGEAUD, P.; BRULAND, K.; HOFSTETTER, R.; LACKI, J.; PORRET, M.; RATCLIFF, M.; SCHNEUWLY, B. (dirs.) La fabrique des savoirs – Figures et pratiques d´experts. Suisse: Les Éditions Médecine et Hygiène-Georg, 2013.

LOURENÇO FILHO, M. B. Introdução ao estudo da Escola Nova. São Paulo: Cia. Melhoramentos de São Paulo, 1930.

_____________________________ Prática de Ensino. Arquivos do Instituto de Educação. Rio de Janeiro: Instituto de Educação. Secretaria Geral de Educação e Cultura. Prefeitura do Distrito Federal. Vol. II. Dez. 1945.

MONARCHA, Carlos. Brasil Arcaico, escola nova: ciência, técnica & utopia nos anos 1920- 1930. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.

MONTAGUTELLI, M. Histoire de l´enseignement aux États-Unis. Paris: Belin, 2000.

SOUZA, A. P. O ensino de matemática na escola primária. Arquivos do Instituto de Educação. Rio de Janeiro: Instituto de Educação. V. 7, N. 2. Junho, 1936.

SOUZA, M. C. C. C. Decorar, lembrar e repetir: o significado de práticas escolares na escola brasileira do final do século XIX. IN: SOUSA, C. P. (org.). História da educação: processos, práticas e saberes. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

VALENTE, W. R. O ensino intuitivo da Aritmética e as Cartas de Parker. Anais do V Congresso Brasileiro de História da Educação. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; Aracaju: Universidade Tiradentes, 2008.

AS CONTRIBUIÇÕES DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS PARA A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

Maria Alves de Azerêdo

Rogéria Gaudencio do Rêgo

AS CONTRIBUIÇÕES DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS PARA A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

Maria Alves de Azerêdo
marazeredo@hotmail.com
Departamento de Fundamentos da Educação - CE – UFPB

Rogéria Gaudencio do Rêgo
rogeriaedumat@gmail.com
Departamento de Matemática - CCEN - UFPB

RESUMO

Fundamentado na Teoria Histórico-Cultural, principalmente em Vigotski, e nas proposições de Duval, sobre a capacidade de representar semioticamente e a aprendizagem de conceitos matemáticos, este artigo propõe o argumento que as representações semióticas utilizadas pelos alunos no seu processo de 'fazer matemática' podem se constituir em instrumentos de mediação pedagógica. Para tanto, os registros semióticos precisam ser valorizados, tensionados e analisados no coletivo da sala de aula, considerando suas vantagens e limites. Tais proposições referenciam-se nos resultados de investigação com a operação de multiplicação envolvendo professores de anos iniciais de escolarização e seus respectivos alunos.

Palavras-chave: Representações Semióticas; Mediação Pedagógica; Multiplicação

ABSTRACT

Based on Historical-Cultural Theory, especially Vygotsky, and on Duval's propositions on the ability to represent semiotically and to learn mathematical concepts, this paper proposes the argument that the semiotic representations used by students in their process of 'doing mathematics' can constitute instruments of pedagogical mediation. For that purpose, the semiotic records need to be valued and analyzed in the collective classroom context, considering their advantages and limits. Such propositions refer to the results of a piece of research on the multiplication operation involving teachers of the early years of schooling and their students.

Keywords: Semiotic Representations; Pedagogical Mediation; Multiplication

1. Introdução

A Teoria Histórico-Cultural apresenta-se como fundamentação obrigatória para estudiosos na área de ensino e aprendizagem escolar, uma vez que os estudos de Vigotski argumentam que os condicionantes sócio-históricos que permeiam os contextos vivenciados por crianças, jovens e adultos determinam seu desenvolvimento cognitivo, o que ratifica o valor de espaços sociais, principalmente da escola no alcance desse desenvolvimento. Tal pressuposto tem implicação direta para a compreensão do processo educativo, pois se as relações externas têm primazia sobre as internas, a relação entre ensinar e aprender é ressignificada a partir de uma nova compreensão entre o desenvolvimento e a aprendizagem. A aprendizagem não precisa mais estar a reboque do desenvolvimento, mas adiante dele, promovendo-o, provocando-o.

Em relação ao conceito de mediação, Vigotski parte dos construtos da tradição marxista, que compreendem os instrumentos enquanto mediadores entre o homem e o domínio e a transformação da natureza. Ele estende o conceito de mediação para o uso de signos e/ou sistemas semióticos, na relação sociocultural das pessoas. A mediação, para Vigotski, constitui elemento fundante em sua análise sobre o desenvolvimento humano, proporcionado pela cultura e pelos contextos sociais.

Na área da Educação Matemática, os estudos de Duval sobre as representações semióticas (2003, 2009, 2011), indicam a importância dos registros semióticos nessa área, visto que as causas das dificuldades em aprender Matemática são muito mais abrangentes, envolvendo características sobre o conhecimento e como se pode ter acesso a ele. O autor argumenta que a capacidade de representação semiótica de um conceito é determinante para sua compreensão, afirmando que não se alcança a conceitualização sem a representação.

Desta forma, os aportes de Duval (2003, 2009) serviriam para complementar as proposições mais gerais de Vigotski, no ensino de Matemática, contribuindo com o argumento de que os registros de representações semióticas podem assumir a função de instrumento de mediação pedagógica.

No processo de ensino, os professores utilizam diferentes registros semióticos para ensinar seus alunos, porém, nesse artigo, o foco será dado aos registros semióticos produzidos pelos alunos, ao representarem objetos matemáticos. Esses registros se constituem em instrumentos didáticos que podem ser usados para ensinar. Nessa direção, é exigida dos educadores uma compreensão maior sobre sua interferência e contribuição.

2. A Mediação Pedagógica no Ensino de Matemática

Vigotski (1991) afirma que os diferentes sistemas semióticos exercem uma função de mediação sobre o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, constituindo-se em instrumentos mediadores. Essa afirmação baseia-se nos pressupostos marxistas que compreendem os instrumentos de trabalho como mediadores da relação homem-natureza.

Nessa direção, teríamos dois tipos de instrumentos: os técnicos e os psicológicos. Os primeiros influem sobre o próprio objeto, constituindo-se como elementos intermediários entre a atividade humana e o objeto externo/natureza, determinando mudanças no próprio objeto, enquanto os instrumentos psicológicos estão dirigidos aos próprios processos psíquicos, da psique e do comportamento. Ele afirma: “Os instrumentos psicológicos são criações artificiais – estruturalmente são dispositivos sociais e não orgânicos ou individuais. Estão dirigidos ao domínio dos processos próprios ou alheios, o mesmo que a técnica está ao domínio da natureza” (VIGOTSKI, 1991, p. 65).

São exemplos de instrumentos psicológicos as formas de linguagem oral e escrita, gestual, os sistemas numéricos, os dispositivos de memória, o simbolismo algébrico, as obras de arte, os diagramas, os mapas, os desenhos, enfim, todo gênero de signos convencionais ou não, enquanto criações humanas artificiais. Para Vigotski (1991), “[O] emprego do instrumento psicológico eleva e amplia infinitamente as possibilidades de comportamento, pois põem ao alcance de todo mundo os resultados do trabalho de gênios e estudiosos” (p. 68 e 69).

Sobre o papel dos sistemas semióticos no desenvolvimento, Daniels (2002) faz uma ressalva, que “não são as ferramentas ou os signos, em si e por si mesmos, que são importantes para o desenvolvimento do pensamento, mas o significado codificado neles” (DANIELS, 2002, p. 9). Wertsch complementa:

> Por um lado, as ferramentas culturais não podem desempenhar nenhum papel na ação humana se não forem apropriadas por indivíduos concretos agindo em contextos específicos. Por outro lado, não podemos agir como humanos sem invocar ferramentas culturais (WERTSCH, 1993, apud DANIELS, 2002, p. 25).

Essa interpretação se constitui pertinente para os processos de ensino, uma vez que a apropriação das ferramentas culturais por estudantes precisa ocorrer de maneira orientada, organizada e sistematizada.

Pensando no processo de ensinar e aprender Matemática, acrescenta-se mais um aspecto – o da própria linguagem matemática, pois, além da língua materna, que permeia as relações do processo educativo, tem-se uma linguagem específica, formal, recheada de símbolos, sinais, gráficos que podem assumir significados diferentes, mesmo referindo-se a um mesmo objeto. Duval contribui significativamente na compreensão sobre a articulação entre os objetos matemáticos e suas variadas representações, conforme veremos adiante.

Assim, a mediação pedagógica compreendida considera que a linguagem se constitui em instrumento psicológico que favorece a mediação entre as pessoas, contribuindo para seu desenvolvimento, mas esta é uma proposição ainda ampla. Como compreender a mediação pedagógica no interior das aulas de Matemática? Como esse conceito poderá contribuir com o ensino dessa disciplina?

Buscando responder tais questões, trazemos as reflexões de Oliveira, Almeida e Arnoni (2007) que compreendem a mediação pedagógica a partir dos pressupostos da lógica dialética marxista. Esses autores afirmam que geralmente o conceito de mediação tem sido tomado como o "termo médio de uma relação entre elementos equidistantes ou à ligação entre dois termos distintos, ou ainda a passagem de um termo a outro" (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p. 101).

A compreensão da mediação pedagógica se adequaria com o significado de 'ponte', proporcionando a ideia de professor enquanto mediador da relação entre o ensino e a aprendizagem, associando às noções de equilíbrio, unificação, igualdade, resultado de uma relação. Nessa perspectiva, "se atribui à mediação o dever ou a responsabilidade de eliminar ou minimizar a diferença entre os termos ensino e aprendizagem, conhecimento sistemático e experiência cotidiana e entre o professor e alunos" (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p. 101).

Em outra perspectiva, os autores argumentam em favor da dimensão ontológica da relação entre ensino e aprendizagem, e não puramente epistemológica. A dimensão ontológica estaria fundamentada no Ser e não no conhecimento, tendo a mediação como fundamento do trabalho educativo. Baseados na lógica dialética, os autores defendem que "a mediação é, portanto, uma força negativa que une o imediato ao mediato e, por isso, também os separa e os distingue" (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p.102). Explicando a afirmação, eles ressaltam que

> (...) a mediação permite que pela negação, o imediato seja superado no mediato sem que o primeiro seja anulado ou suprimido pelo segundo, ao contrário, o imediato está presente no mediato e este está presente naquele, então ela é responsável pela reflexão recíproca de um termo no outro. O mediato não supera o imediato, quem o faz é a mediação. Assim, a força inerente à superação não se manifesta nos polos da relação, o imediato e o mediato, ela é uma propriedade da mediação (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p. 103).

Desta forma, a mediação pedagógica se caracterizaria como uma relação, uma interação permeada também por tensões entre os conhecimentos mais sistematizados, do professor (o mediato) e os conhecimentos não sistematizados dos alunos (o imediato). Nesse processo, o professor assume duas funções: além de ser um polo da relação, é ele quem deve pensá-la. Assim, consideramos que a mediação pedagógica deve ser organizada e avaliada pelo profissional responsável pelo ensino – o professor.

É com base nesse conceito de mediação pedagógica que atribuímos às representações semióticas (de professores e alunos) a função de instrumento específico dessa mediação no ensino de Matemática nos anos iniciais, entendendo que os registros variados precisam ser valorizados, analisados, tensionados e ampliados no coletivo da sala de aula.

3. As Representações Semióticas no Ensino de Matemática

Raymond Duval (2003, 2009), psicólogo cognitivo francês, pesquisador do Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) de Estrasburgo, investiga a relação entre a compreensão em Matemática e a capacidade de representação semiótica. Autores como Duval (2009) e D'Amore (2004), ressaltam a particularidade do conhecimento matemático, que se refere a objetos não acessíveis fisicamente, mas a conceitos, ideias e abstrações, que não estão necessariamente ligados à realidade concreta, não sendo possíveis, por isso, reenvios ostensivos.

Duval (2003, 2009) alerta sobre o paradoxo cognitivo gerado no processo de ensino de Matemática, o qual está assim resumido: só é possível acessar os objetos matemáticos por meio de representações semióticas, decorrendo o risco dos estudantes confundirem as representações com os próprios objetos. Como fazer, então, para que tal confusão não ocorra? Uma das respostas encontradas pelo autor é que a variedade de representações semióticas solucionaria o paradoxo, pois, se cada representação remete à parte de cada objeto, quanto mais variados os registros utilizados, mais próximo se estaria da compreensão do objeto.

Para Duval (2011), as representações semióticas possuem uma característica fundamental, diferentemente dos signos: "elas têm uma organização interna que varia de um tipo de representação semiótica para outra. A organização de uma frase simples não é mesmo a de uma equação" (DUVAL, 2011, p. 37 e 38, grifos de autor). É como se os signos correspondessem mais às unidades elementares de sentido como letras, siglas, algarismos, e as representações semióticas abrangessem aspectos mais complexos como frases em linguagem natural, as equações, as figuras geométricas, os esquemas, os gráficos, entre outros.

Nessa direção, o conceito de representação semiótica é mais abrangente que o conceito de signo, que indicaria seu "papel no funcionamento cognitivo a uma simples codificação de informações ou conceitos" (DUVAL, 2011, p. 16).

Recorrendo-se às contribuições de Frege, Duval (2012) ressalta a importância da distinção entre os termos 'referência e sentido'. Tal distinção objetivou separar com clareza a significação (sentido), que depende do registro de descrição escolhida, da referência, que depende dos objetos expressos ou representados. Por exemplo, 2x3, 18/3, 4+2 são representações que têm como referente o mesmo objeto, o número 6, no entanto, o sentido de cada uma é diferente, remetendo a diferentes propriedades numéricas.

O argumento maior deste estudioso é que não existe conceitualização em Matemática sem a efetivação da capacidade de representação, o que incide diretamente sobre o papel das representações semióticas no desenvolvimento matemático no contexto escolar. Segundo o autor, "só é possível conhecer, compreender, aprender Matemática pela utilização das representações semióticas do objeto matemático" (COLOMBO, FLORES e MORETTI, 2008, p. 45). Portanto, os sistemas de expressão e representação exigidos pelas atividades cognitivas em Matemática não são secundários, mas essenciais para o funcionamento cognitivo, determinando a capacidade de compreensão e raciocínio.

Outra contribuição de Duval (2009, 2011) tem sido questionar o uso de apenas um tipo de representação no interior das aulas de Matemática, o que favorece ao equívoco de confundir a representação com o objeto, limitando a apropriação efetiva do conhecimento matemático.

Para o autor, as representações semióticas são externas e conscientes e se apresentam como figuras, esquemas, gráficos, expressões simbólicas ou linguísticas, dentre outras, podendo ser divididas ainda em analógicas ou não-analógicas. As primeiras guardam relações de semelhança com o objeto, por exemplo, as imagens, e as segundas não conservam relação com o objeto a que se referem como, por exemplo, as línguas.

As representações semióticas possuem três funções primordiais: comunicar, tratar e objetivar. A função de comunicação é entendida como meio para informar um raciocínio, uma ideia e/ou um procedimento. A função de tratamento é necessária para a atividade que exige a apreensão do conhecimento, pois se efetiva com a extração de informações recebidas de dentro de outras informações. Ela vai além da comunicação, uma vez que possibilita a transformação de um discurso, tornando evidente e explícito o que antes não fora percebido. A função de objetivação está associada ao processo de significação que o objeto tem para o sujeito, uma vez que "é a possibilidade para o sujeito tomar consciência do que até o momento não era consciente e que ainda não teria podido ter uma consciência clara (...)"

(DUVAL, 2004, p. 88).

Além dessas funções, o autor assinala três atividades que envolvem esse tipo de representações – a formação, o tratamento e conversão. A formação significa expressar ou evocar uma representação mental por meio da seleção, dentre os caracteres escolhidos, do que ‘queremos’ representar. Aqui, é necessário que sejam respeitadas regras próprias do sistema empregado, apresentando conformidade com o sistema semiótico no qual está inserido.

O tratamento compreende “uma transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas” (DUVAL, 2009, p. 39), permitindo uma transformação interna de um registro de representação ou de um sistema semiótico. Tem-se o exemplo do cálculo de uma operação, de uma equação, o qual ocorre dentro de um mesmo sistema semiótico.

A conversão envolve transformar uma representação de um objeto num registro, em um outro envolvendo um sistema semiótico diferente. Para Duval (2009), as

> atividades de conversão são aquelas que mais exigem do aluno, pois envolvem transformação de um registro para outro, sendo necessário perceber a diferença entre o sentido e a referência dos símbolos ou dos signos, ou entre o conteúdo de uma representação e aquilo que ela representa (DUVAL, 2009, p. 59).

Relacionamos a atividade de conversão ao processo de resolver problemas, uma vez que se tem um registro inicial em uma proposição - texto em língua materna - e ao final tem-se uma solução apresentada – um esquema, um algoritmo ou um desenho que conduziu à sua solução. Podemos ter a conversão em outra direção, partindo de um algoritmo ou um gráfico, propõe-se a elaboração de um texto/problema correspondente. Se considerarmos que as operações aritméticas envolvem diferentes significados e diferentes conjuntos numéricos, as variáveis que interferem no processo de resolução de problemas são ampliadas.

É necessário registrar que a conversão entre os registros de representação não apresenta as mesmas dificuldades em todas as direções, o que significa que a conversão da representação não-discursiva, ou seja, de um gráfico ou de um esquema para uma representação em língua natural pode ser mais espontânea que a conversão inversa.

4. As Contribuições das Representações Semióticas de Multiplicação para a Mediação Pedagógica

Esse trabalho teve como referência de pesquisa empírica, os dados produzidos em um grupo de discussão formado por 08 (oito) professores da rede municipal de João Pessoa, Paraíba, que atuam nos anos iniciais do ensino fundamental. Foram realizados 07 (sete) encontros com o grupo de professores, no período de abril a junho de 2012. Dentre os diferentes dados coletados, destacaremos a discussão sobre a variedade de estratégias[1] produzidas pelos alunos ao resolverem problemas e os resultados da aplicação de um problema envolvendo o significado de proporção simples, em turmas de 3º ao 5º ano.

4.1. O que fazer com a variedade de estratégias/registros?

Quando questionadas sobre a existência de variedade de estratégias em suas turmas, ao resolverem problemas matemáticos, principalmente de multiplicação, as professoras afirmaram que sim, exceto duas professoras do 2º ano, que ressaltaram a maior incidência de desenhos, por parte das crianças. Na sequência da discussão, questionadas sobre o que era proposto em sala, a partir dessa diversidade de registros, as professoras responderam de maneira evasiva, destacando-se elementos do processo de ensino, não se referindo especificamente ao trabalho específico com as estratégias das crianças. Vejamos algumas respostas das professoras:

> Realizando diferentes situações problemas em que os alunos com auxílio, resolva-os utilizando objetos, pessoas e fazendo representações através dos desenhos. É preciso estimular, principalmente o uso dos desenhos para que haja melhor compreensão da situação, principalmente em turmas menores (Professora 1 do 2º Ano);
>
> Acolho as diferentes estratégias e mostro que há variados caminhos e que o mais importante é a compreensão que eles têm a respeito das situações e da resolução delas (Professora 1 do 3º Ano);
>
> Eu costumo deixar eles bem a vontade nas atividades, dando liberdade a eles de riscarem a própria tarefa, mas procuro evitar que eles risquem a carteira (Professora 2 do 3º Ano);
>
> Reconduzi-los a uma nova leitura, procurando usar material concreto (Professora 1 do 4º Ano);
>
> Fazendo com que cada reflita sobre os caminhos que ele chegou aquele resultado. (Professora 1 do 5º Ano)

Pelas respostas, evidencia-se que o trabalho pedagógico com as estratégias e registros

1 As professoras não utilizam o termo representações semióticas no seu cotidiano, daí a utilização do termo estratégias.

semióticos ainda é incipiente. A fala da professora 1 do 5º Ano, de que promove a reflexão das crianças “sobre os caminhos que ele chegou aquele resultado”, é a única que apresenta um elemento de exploração e/ou continuidade do trabalho a partir do registro produzido. As professoras do 3º ano enfatizaram o respeito e valorização das estratégias/representações, deixando as crianças à vontade, acolhendo as estratégias e mostrando que há vários caminhos possíveis de resolução. Esse aspecto é fundamental, pois se essa postura de valorização e respeito não ocorrer, as crianças se sentirão pouco a vontade para expor e discutir suas estratégias e registros.

É papel do professor reconhecer, nos diferentes registros de seus alunos, o desenvolvimento conceitual ali explicitado, e que nesses registros estarão interagindo conhecimentos espontâneos e conhecimentos escolares em construção. Além disso, é necessário atentar para a reflexão sobre os registros no sentido de ampliá-los, propondo uma perspectiva mais próxima da linguagem matemática formal.

Esse momento de ‘olhar’ e ‘ver’ os registros de representações dos alunos já ocorre no ambiente escolar, porém, muitas vezes com os objetivos de classificar o certo e o errado, conforme corrobora a professora 1 do 5º Ano: “Porque é mais fácil, eu chegar (...) e colocar: tá errado aqui, tá errado aqui, certo, certo”.

Confirmamos que há na escola o trabalho de observação dos registros e estratégias das crianças muito mais na perspectiva de correção, assinalando-se ‘certo ou errado’, ou da classificação dos níveis dos estudantes, mas essa ação, embora já contenha sinais de reflexão, precisa ser ampliada por meio da apropriação do conceito da operação, no caso, da multiplicação.

Para Duval (2011), a importância de um trabalho efetivo com as representações semióticas no ensino de Matemática é fundamental, porque o acesso ao conhecimento matemático só ocorre por meio dessas representações. Quando promovemos situações de reflexão dos professores sobre as estratégias utilizadas pelas crianças, a partir de registros semióticos, estamos reiterando a tese de Duval.

Comparar registros, assinalando avanços entre eles, percebendo diferentes graus de compreensão, significa apropriar-se de uma ferramenta importante para o processo de ensino – os saberes das crianças. No entanto, essa identificação deve ser parte de um processo contínuo e espiralar, favorecendo, em primeiro lugar, a possibilidade de sua efetivação, o que significa que os alunos precisam ser estimulados a registrarem e a expressarem seus pensamentos e estratégias. Parece redundante insistirmos nessa questão, mas não é tão distante a realidade de alunos que não usam da variedade de estratégias quando a escola propõe de maneira diretiva a resolução de problemas, por meio da estrutura cálculo – resposta, indicando a quase exclusiva maneira de resolver pelo uso de um algoritmo aritmético.

Considerando essa situação de ausência de reflexão e até de um trabalho pedagógico a partir dos diferentes registros, aplicamos um diagnóstico com oito questões, envolvendo a multiplicação, aos alunos das turmas de cada professora que participava do grupo de discussão. O intuito era identificar a variedade de registros semióticos dos alunos e trazer para o grupo, material que potencializasse as discussões.

4.2. Analisando a Variedade de Registros em um Problema de Proporção Simples

A seguir, apresentamos a análise das respostas dos alunos à seguinte situação: D. Joana faz bolos de chocolate para a Lanchonete 'Gostosuras'. Ela utiliza 4 ovos para fazer um bolo de chocolate. Se ela fizer 8 bolos, de quantos ovos precisará?. Esse problema envolve o significado de proporção simples – para cada bolo, quatro ovos. As respostas foram agrupadas em 7 (sete) tipos de registros, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de acertos e erros por tipos de registros – Problema com proporção simples

Tipos de Registros	Turmas									
	3º ano 1		3º ano 2		4º ano		5º ano 1		5º ano 2	
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
Escrita de uma resposta	2	3		6		4		1	1	2
Algoritmo da adição (Nº do problema)		1		2		1				7
Desenho	6	3	4	1	7	2	5	2	7	2
Escrita de números (1234, 1234, 1234...)				1						
Algoritmo da adição (parcelas) e/ou desenho						3	4		2	
Algoritmo da Multiplicação e desenho	1						1		1	
Algoritmo da Multiplicação							7		8	
Total	9	7	4	10	7	10	17	3	19	11
Não fizeram	-		9		-		-		-	

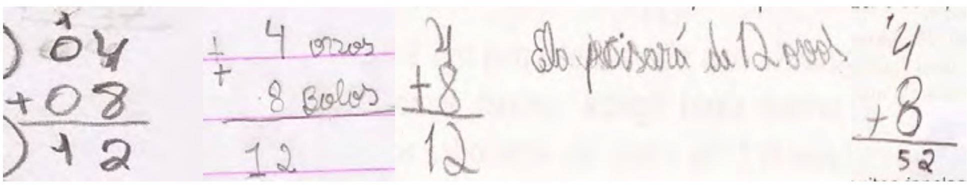
Fonte: Sistematização da autora do Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos

Antes de analisar os dados da Tabela, esclarecemos a razão de inserirmos o registro ‘escrita de uma resposta’, embora não possamos afirmar com segurança sobre a estratégia utilizada para alcançá-la, podendo ter sido o cálculo mental, consulta à tabuada ou trocas de informações com os colegas. Entretanto, a opção de evidenciá-la se justifica por dois motivos: o primeiro, é que esse dado nos informa sobre a necessidade de estimular o ‘fazer matemático’ das crianças por meio da explicitação de procedimentos por escrito, seja utilizando algoritmos formais ou algoritmos com números e/ou desenhos.

A segunda razão se fundamenta em Duval (2011), que assinala que mesmo o cálculo mental implica algum tipo de representação semiótica, visto que, para realizá-lo, há uma exigência de um sistema semiótico que o embase em sua produção, no caso, o sistema de numeração decimal.

Das 19 crianças que apresentaram exclusivamente uma resposta, somente três acertaram. No entanto, identificamos algumas aproximações, como 31, 33, 34, o que nos indica que o procedimento utilizado baseou-se nas informações do problema. Houve alunos que efetuaram uma adição com os valores que apareciam no problema, sendo que, nesse caso, sete dessas crianças são do 5º ano 2 (Figura 1). Isso chamou nossa atenção porque nesse problema não apareceu a palavra-chave ‘mais’.

Figura 1 - Registros do aluno 8, 4º ano; aluno 7, 5º ano 2; aluno 10, 5º ano 2; aluno 13, 3º ano 1 – Problema 4



Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

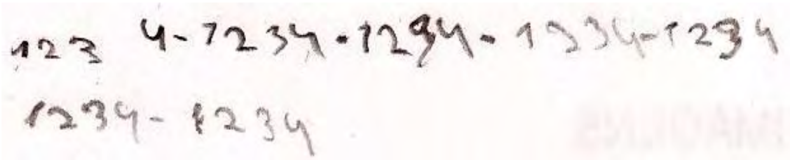
Um número significativo teve sua resposta representada por meio de desenho (39 alunos), com 29 deles respondendo o problema corretamente.

Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

Os registros da Figura 2 correspondem a duas representações diferentes – uma que significa 8x4 e outra, 4x8. Apesar de o problema indicar a representação 8x4, um aluno do 5º ano, compreendendo a comutatividade da operação, resolveu o problema invertendo os termos e respondendo de maneira correta.

Seguindo a perspectiva do desenho, só que usando números para indicar as unidades de ovos, um aluno do 3º ano optou por registrar 8 grupos com números de 1 até 4, como pode ser observado na Figura 3. Mesmo que o procedimento tenha sido válido, ele não conseguiu responder corretamente.

Figura 3 - Registro do aluno 11, 3º ano 2 – Problema 4

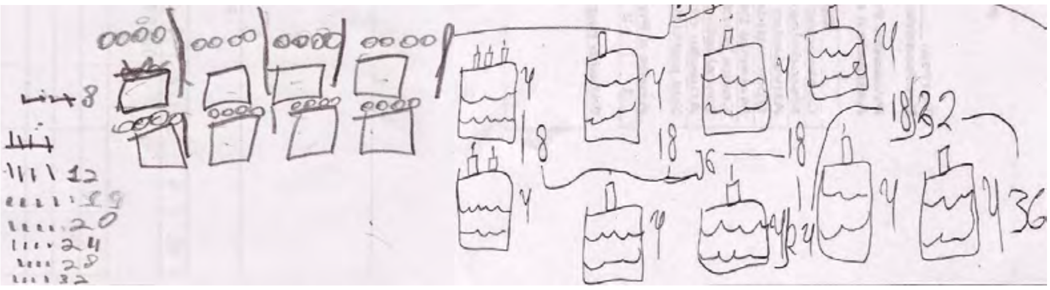


Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

Para Chamorro (2011), “[O]s erros cometidos são mais sistemáticos que aleatórios, sugerindo ter uma relação direta com a não compreensão dos procedimentos algorítmicos” e para investigar suas causas, os professores precisam dedicar tempo a “observar estes erros e desentranhar em que procedimentos se apoiam” (p. 258).

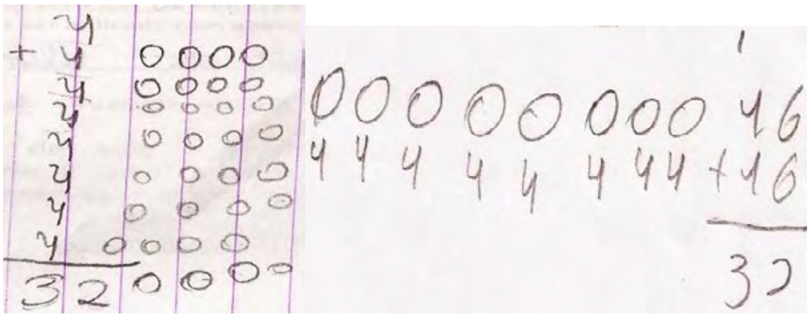
Os algoritmos que poderiam conduzir à solução do problema apareceram em 27 registros semióticos, considerando a adição e multiplicação. Dentre os que utilizaram algoritmo e desenho, temos desde aqueles em que aparecem os bolos associados aos ovos a serem utilizados, os bolos associados às quantidades de ovos ou o registro dos ovos para cada bolo, conforme indicamos nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Registros dos alunos 6 e 10, 4º ano – Problema 4



Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

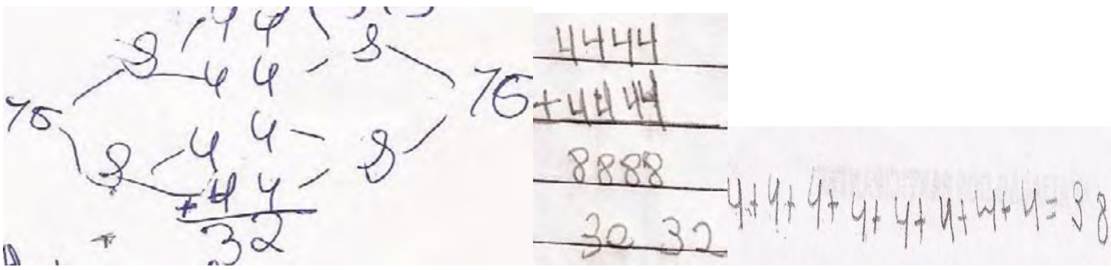
Figura 5 - Registros do aluno 5, 5º ano 2 e do aluno 19, 5º ano 1 – Problema 4



Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

Em outros registros, o desenho dos objetos não é mais necessário, tomando-se por referência números que os representam (Figura 6). Pensando em algoritmos baseados nas regras do sistema de numeração, destacam-se nos registros das crianças, a criatividade e ousadia no ‘fazer matemática’, pois somente uma mente livre de regras, pode criar registros tão diferentes (ver Figura 6, os registros dos alunos 16 da turma do 5º ano 1 e o aluno 3 do 5º ano 2). O aluno 11 do 4º ano, embora tenha compreendido a adição das parcelas referentes à quantidade de ovos, não alcançou o resultado correto.

Figura 6 - Registros do aluno 16, 5º ano 1; aluno 3, 5º ano 2 e aluno 11, 4º ano – Problema 4

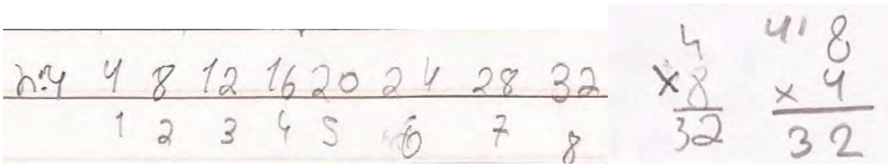


Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

O que é bastante significativo ao observarmos os dados, é que mais de 40% dos alunos responderam o problema com o recurso do desenho, sendo que 74% destes acertaram a questão. Outro aspecto é que essa representação foi usada em todas as turmas. Embora percebamos reflexão e pensamento das crianças na solução da questão, lamentamos ainda por muitos resultados negativos, uma vez que esse problema traz um significado da multiplicação bastante trabalhado pelas professoras, envolvendo valores pequenos.

Somente 18 crianças utilizaram o algoritmo da multiplicação (Figura 7), embora critiquemos que há, por parte da escola, uma supervalorização dos algoritmos formais. Como então, explicar esse fenômeno? Como os algoritmos estão sendo ensinados?

Figura 7 - Registros do aluno 4, 5º ano 2; aluno 10, 5º ano 1 e aluno 5, 5º ano 1 – Problema 4



Fonte: Diagnóstico aplicado aos alunos do 3º ao 5º anos.

4.2.1. A importância da análise junto às professoras

O momento de discussão sobre as estratégias das crianças foi intenso e significativo, repercutindo no grupo sobre o próprio ato de refletir. No entanto, não nos detivemos à análise de maneira detalhada, das respostas de todas as questões do. Esse espaço de reflexão sobre as estratégias dos alunos nem sempre é proporcionado na escola, como é expresso na fala da professora 1 do 4º Ano.

> Eu tava até comentando com a minha supervisora ontem, olhe, esse momento é tão bom! (...) Passa o tempo que eu até nem vejo, é uma coisa tão boa. Outra coisa que eu tô achando maravilhoso é realmente parar e observar porque eu tava pensando assim: meu Deus, quantas vezes eu vejo, eu vou fazer uma correção, (adição, multiplicação, qualquer correção), mas não parei, minha amada, para ficar realmente tentando entender, até por questão de tempo! Menina! Isso aqui, esses dias,... Tem sido tão bom!

A discussão e reflexão acerca das produções dos estudantes no coletivo da sala de aula é enriquecedor e muito produtivo, uma vez que pode provocar tensões, ressignificações e sínteses. Para Sterepravo e Moro (2005, p. 138), geralmente "na escola, as crianças não tem oportunidade de interpretar suas notações. Nem mesmo têm chance de elaborar procedimentos pessoais de solução", sendo mais frequente que os alunos utilizem o procedimento formal ensinado, observando se o fez corretamente ou não no momento de correção coletiva. Em pesquisa anteriormente realizada, as autoras propuseram uma etapa de análise das notações feitas pelos alunos, conduzindo a um processo de autoavaliação e tomada de consciência das ações tomadas, uma vez que as crianças foram levadas a interpretar seus procedimentos, explicando-os e/ou avaliando-os.

Duval (2011) discute a tomada de consciência das operações relativas à simetria, indicando que o recurso da linguagem, seja oral ou escrita, foi pouco utilizado. Para ele, a produção de um registro oral pode cumprir duas funções: a comunicação dialógica e a de objetivação. Sobre a objetivação, "ela produz para aquele que se exprime e por meio de sua expressão uma tomada de consciência" (p. 136), ajudando o aluno a dar-se conta de que sabe e do que não sabe.

Sobre esse aspecto, Vigotski também se referiu ao processo de formação de conceitos, afirmando que os conceitos científicos ou escolares favorecem nas crianças a tomada de consciência dos mesmos, possibilitando utilizá-los de maneira arbitrária e em situações não somente específicas e circunstanciais.

> Os conceitos científicos, mediados por outros conceitos, com um sistema hierárquico interior de relações, são o campo em que a tomada de consciência dos conceitos, sua generalização e apreensão parecem surgir. Assim, a tomada de consciência para pelos portões dos conceitos científicos (VIGOTSKI, 2009, p 290).

Porém, esse processo não ocorre de maneira automática, mediante o puro verbalismo, mas envolvendo uma série de "funções, como a atenção arbitrária, a memória lógica, a abstração, a comparação, a discriminação, por isso é inconsistente a ideia que os conceitos são apreendidos de forma pronta" (p. 247).

PARA CONCLUIR...

Dois desafios são postos ao trabalho docente com/a partir das representações semióticas dos alunos: o favorecimento e estímulo de sua produção, o que exige compreender que os estudantes levantam hipóteses, criam estratégias de pensamento matemático; e o que fazer após a sua produção, analisar suas vantagens e desvantagens, relacionando com o algoritmo formal da operação ou mesmo com outros algoritmos presentes na história do conceito matemático, aqui considerando-se a multiplicação.

Nessa perspectiva, a partir da tese vigotskiana de que o meio sociocultural fomenta aprendizagem e desenvolvimento, precisamos pensar a sala de aula como esse meio sociocultural, de interação entre professores e alunos com níveis diferenciados de conhecimento, entre si e com o conteúdo. Nesse contexto, cabe ao professor promover a socialização das estratégias utilizadas e estimular as reflexões dos alunos, inclusive para provocar tensões e promover a compreensão acerca da validade, das vantagens/desvantagens dos procedimentos apresentados, organizando sequências didáticas para esse fim.

REFERÊNCIAS

CHAMORRO, Mª del Carmem. Podemos Explicar el Fracaso de los Estudiantes en el Aprendizaje de la Multiplicación? In: ISODA, M. e OLFOS, R. (Coord.) Enseñanza de la Multiplicación: Desde el Estudio de Clases Japonés a las Propuestas Iberoamericanas. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011.

COLOMBO, J. Ap. A.; FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. Registros de representação semiótica nas pesquisas brasileiras em Educação Matemática: pontuando Tendências. In: ZETETIKÉ – Cempem – FE – Unicamp – v. 16 – n. 29 – jan./jun. – 2008.

DANIELS, Harry (Org.) Uma Introdução a Vygotsky. Trad. Marcos Bagno. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

D'AMORE, B. (2004). Conceptualizacion, registros e representaciones semióticas y noética: intecciones constructivistas en la aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolucion. Uno. Barcelona, Espanha, 35, 90 – 106.

DUVAL, Raymond. Registros de Representações Semióticas e funcionamento Cognitivo da compreensão em Matemática. In MACHADO, S. D. A. (Org.) Aprendizagem em Matemática – registros de representação semiótica. 7ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2003. (p.11 – 33)

___________. Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais. Trad. Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009. (Fascículo I)

___________. Semiosis y Pensamiento Humano – Registros Semióticos y Aprendizajes Intelectuales. Trad. Myriam Veja Restrepo. Universidad del Vale. Santiago de Cali, Colombia, 2004.

___________. Eight Problems for a Semiotic Approach in Mathematics Education. In: RADFORD, L., SCHUBRING, G., and SEEGER, F. (Eds.) Semiotics in Mathematics Education o Epispemology, History, Classromm, and Culture. Sense Publishers, Rotterdam/Taipei. 2008. p.39 – 61.

____________. Ver e Ensinar a Matemática de outra Forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representação semiótica. Org. Tânia M. M. Campos; trad. Marlene Alves Dias. 1. ed. São Paulo: PROEM, 2011.

____________. Diferenças semânticas e coerência matemática: introdução aos problemas de congruência. Trad. Méricles T. Moretti. Revemat: R. Eletr. De Edu. Matem. eISSN 1981-1322. Florianópolis, v. 07, n. 1, p.97-117, 2012.

OLIVEIRA, E. M. de; ALMEIDA, J. L. V. de; ARNONI, M. E. B. Mediação Dialética na Educação Escolar: teoria e prática. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

STAREPRAVO, A. R. e MORO, M. L. F. As crianças e suas notações na solução de problemas de multiplicação. In: MORO, M. L. F. e SOARES, M. T. C. (Orgs.) Desenhos, Palavras e Números: as marcas da matemática na escola. Curitiba: Editora da UFPR, 2005.

VYGOTSKI, L. S. Obras Escogidas I. Ministério de Educacion y Ciência. Ciudad Universitaria, Madrid: Visor Distribuciones. 1991.

_______________. A Construção do Pensamento e da Linguagem. Trad. Paulo Bezerra. 2ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

Contribuições da Educação Matemática para a Formação da Cidadania: uma Análise dos Trabalhos do XIV EBEM

Patrícia de Jesus Neves

Rosemeire de Fatima Batistela

Contribuições da Educação Matemática para a Formação da Cidadania: uma Análise dos Trabalhos do XIV EBEM

Patrícia de Jesus Neves[1]
patricianeves@ymail.com
Santa Casa de Misericórdia da Bahia

Rosemeire de Fatima Batistela[2]
rosebatistela@hotmail.com
Universidade Estadual de Feira de Santana-BA

RESUMO

O presente artigo apresenta a investigação acerca do que se mostra nos trabalhos do XIV Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM) como contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania. O conceito de cidadania é dinâmico e amplo, e sofre variação no tempo e no espaço. Com vistas ao objetivo principal, optamos por proceder fenomenologicamente no momento da análise dos dados. Nesse processo, foram selecionados trinta e três trabalhos e pudemos perceber que é possível contribuir com uma formação cidadã, uma vez que, concomitantemente, há a possibilidade de proporcionar aos educandos o desenvolvimento de algumas competências concernentes ao exercício da cidadania.

Palavras-chave: Educação Matemática; Cidadania; Fenomenologia; EBEM.

ABSTRACT

This paper presents research on what is shown in the papers of the XIV Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM) as contributions of Mathematics Education for citizen formation. The concept of citizen is dynamic and broad, and suffers variation in time and space. Overlooking the main goal, we decided to proceed phenomenologically at the time of data analysis. In the process, thirty-three works were selected and we realize that it is possible to contribute a citizen education, since, concomitantly, there is the possibility of providing students develop some skills concerning the exercise of citizen.

Keywords: Mathematics Education; Citizen; Phenomenology; EBEM.

1 Possui graduação em Pedagogia pela Universidade do Estado da Bahia (2013). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem.

2 Professora da área de Educação Matemática do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana/BA. Doutoranda em Educação Matemática pela UNESP campus de Rio Claro/SP.

APRESENTAÇÃO

Estudos atuais relacionados à Educação Matemática, como os publicados no XIV Encontro Baiano de Educação Matemática, revelam que essa disciplina nem sempre tem sido trabalhada de modo articulado às outras áreas do conhecimento bem como aos temas transversais, conforme prerrogativa dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997). Comenta-se que, no que se refere ao ensino de matemática, prevalece o paradigma do exercício, no qual a matemática tradicional se enquadra e o educando não é convidado a participar efetivamente (SKOVSMOSE, 2008). Confere-se ainda a crítica a respeito da ocorrência em aulas de matemática de discurso desvinculado do cotidiano do aluno, não o estimulando a explorar e conhecer a matemática como um bem criativo, real e prático e mantendo, dessa forma, o foco na transmissão do conteúdo e a referência à matemática como disciplina escolar opressora e excludente. Acerca do propósito da Educação Matemática temos que um dos objetivos da mesma é conscientizar os educandos para a importância dos saberes matemáticos enquanto instrumentos e formas que possibilitam compreender e dominar a realidade (FIALHO, 2005).

A ideia de cidadania resulta de um processo dialético em incessante percurso na nossa sociedade. Surgiu na Grécia clássica, mas adquiriu uma nova conotação a partir das revoluções burguesas fomentadas pela insatisfação com o regime feudal e foi sendo reformulado até chegar ao conceito atual, o qual se configurou de acordo com a atuação dos diferentes grupos sociais e com as exigências do capitalismo atual, a qual é marcada por “um novo modo de lidar com as coisas e com os homens, mantendo o mesmo objetivo da acumulação, situado no uso da tecnologia, no saber técnico” (COVRE, 1991, p. 45).

Não são quaisquer saberes e abordagens que se fazem significativos à formação para a cidadania. Deve-se ter clareza dos objetivos pretendidos com os educandos, tendo em vista o desenvolvimento de competências valores e atitudes inerentes ao exercício da cidadania.

Para investigar o que se mostra como contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania nos trabalhos do XIV Encontro Baiano de Educação Matemática, foi realizada uma investigação fenomenológica, a qual sempre trabalha com o qualitativo, com o fenômeno posto em suspensão, como percebido e expresso pela linguagem e tem como principal meta ir-às-coisas-mesmas. Nesse processo investigativo é necessário um rigor que se efetiva por meio de etapas a serem realizadas num processo consciente, aquele que se volta atentivamente para o fenômeno (BICUDO, 2000). Desse modo, após a descrição dos trabalhos selecionados, foi efetuada a análise ideográfica, etapa da pesquisa em que foram destacadas as unidades de significado que se constituíram significantes na busca pelo fenômeno a partir da pergunta: “o que se mostra nos trabalhos do XIV Encontro Baiano de Educação Matemática como contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania"? Os trabalhos foram selecionados por apresentarem as palavras cidadania e/ou cidadão em seus conteúdos e foram descritos.

As repetidas leituras das descrições e o movimento de análise realizado nos possibilitaram perceber que por meio do trabalho devidamente planejado em educação matemática é possível contribuir com uma formação cidadã, uma vez que, concomitantemente, há a possibilidade de proporcionar aos educandos o desenvolvimento de algumas competências concernentes ao exercício da cidadania.

Essa pesquisa não representa um receituário para a solução dos persistentes problemas relacionados à maneira de ensinar a matemática nos diversos níveis e modalidades de ensino, mas apresenta algumas possíveis alternativas a uma formação que se constitua em intermediação para a construção de saberes matemáticos significativos, sendo também favorável ao desenvolvimento de competências, valores e atitudes contemplados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997).

Essa pesquisa propõe uma reflexão sobre cidadania e Educação Matemática, contribuindo assim com a práxis de professoras e professores comprometidos com uma educação significativa.

DA CIDADANIA E DA EDUCAÇÃO

Antes de nos atermos à questão das contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania, faz-se necessário refletir sobre cidadania e educação.

Ao longo da história da humanidade, o conceito de cidadania foi modificando-se, abarcando um conjunto de valores sociais que determinam deveres e direitos do cidadão (PINSKI e PINSKI, 2003, apud RICHIT, 2011). Desse modo, optamos por comentar alguns acontecimentos relativos à trajetória da cidadania.

Atribui-se a origem da cidadania à origem da cidade, ou melhor, da polis na Grécia clássica. Essa regida por homens livres, cuja participação política era contínua e numa democracia direta, na qual o conjunto de suas vidas em coletividade era debatido em função de direitos e deveres. Na polis grega os homens livres participavam de todas as decisões, as quais eram tomadas por meio da persuasão e sem o uso da violência. Essa prática aqui assinalada corresponde ao próprio espírito da democracia (COVRE, 1991).

Com base nas informações expostas por Covre (1991), pode-se afirmar que durante o feudalismo somente os senhores feudais podiam dispor de direitos e tomar decisões. Esse quadro foi gradualmente modificado a partir das revoluções burguesas. Essas contribuíram para a elaboração das Cartas Constitucionais e, consequentemente, para a definição de direitos para todos com base na lei e no princípio de igualdade. Com o processo de ascensão burguesa foi se configurando o jeito urbano de viver a partir do processo de construção das cidades. Nesse momento então, o conceito de cidadania já pressupõe reconhecer a existência de direitos iguais para todos desde o nascimento, pondo em evidência a Constituição como um importante instrumento democrático, o qual se assenta em três poderes: Executivo, Legislativo e Judiciário os quais são responsáveis, respectivamente, por administrar o bem público, legislar em prol do coletivo e gerenciar o cumprimento das leis.

No contexto do capitalismo já consolidado, cuja marca é a dominação e exploração burguesas sobre a classe trabalhadora, faz-se pertinente a reflexão acerca da relação entre Marx e a cidadania. A corrente de pensamento marxista contribuiu bastante para a construção do conceito de cidadania, ao criticar o uso dos direitos pela burguesia para dominar e explorar a classe trabalhadora. Marx avança na questão da cidadania ao indicar as contradições que devem ser superadas e ao explicar como os trabalhadores são obrigados a se submeter às condições de dominação do capital. Nesse sistema, teoricamente, o trabalhador vende sua força de trabalho em troca de bens que supram as suas necessidades básicas, mas observa-se que o atendimento às suas necessidades de alimentação, educação, saúde e habitação não ocorre de maneira condigna (COVRE, 1991).

O embate entre burguesia e classe operária passa a orientar as práticas sociais econômicas e políticas, haja vista que a cada intervenção dos operários, a classe detentora do poder e do capital se reorganiza a fim de manter a dominação e a exploração (COVRE, 1991).

Ao discutir sobre a trajetória da cidadania no Brasil, a autora explicita que os ingleses, em nome dos direitos humanos, contribuíram para que o país se livrasse da condição de colônia e lutasse contra a escravidão. Assim o Brasil passou de colônia de Portugal para economia agrária exportadora de matérias primas essenciais para o processo industrial inglês e aqui se configurou um novo cenário de desigualdade social. A elite desfrutava sua cidadania com regalo, uma vez que, além de poder consumir as manufaturas importadas da Inglaterra, tinha acesso à larga produção cultural enquanto o povo vivia em “condição semi-escravista”, contando com poucos direitos a seu favor e extraindo do campo praticamente tudo que fosse necessário para suprir suas necessidades básicas (COVRE, 1991).

Os imigrantes italianos foram trazidos ao Brasil para trabalhar na economia agrário-exportadora, entretanto, devido a sua experiência de luta contra o capital e inspirados pelo movimento anarquista, impulsionaram a luta operária no Brasil – podendo ser assim chamada porque no período entre as Guerras Mundiais o país contava com uma indústria incipiente – a qual se destacou nas décadas de 1910 e 1920. Nota-se aí uma importante luta brasileira travada numa atmosfera capitalista e que se fez sentir pelo comprometimento com a realização de direitos e pela consequente contribuição para a construção da cidadania (COVRE, 1991).

Essa foi apenas uma entre muitas manifestações populares ao longo da história do Brasil que favoreceram o processo de construção da cidadania do país que após um período anticidadania, pode ser redemocratizado, revendo assim seu princípio de cidadania.

A partir do exposto podemos verificar que a cidadania surgiu num contexto de democracia direta que permitia, a um grupo seleto, plena participação nas deliberações de cunho político. Uma vez dependendo das cidades para existir, a sociedade feudal parece ter representado um hiato à existência da cidadania, mas tal sociedade, de configuração rural, foi gradualmente extinta por meio da intervenção de uma burguesia revolucionária que contribuiu significativamente para a instauração do Estado de Direito, definido pela ideia de que o direito deve ser facultado pela lei. Contudo, a classe burguesa, tendo alcançado o seu propósito inicial de rompimento com os desmandos do feudalismo e emergido economicamente a partir da acumulação de capital, se constituiu classe dominante, comprometida em acumular mais capital por meio da exploração da força de trabalho e em abafar uma possível revolução, promovida pela classe subalternizada, a trabalhadora. A cidadania no Brasil, no bojo da implantação e inovações do capitalismo, percorreu uma trajetória relativamente diferente do cerne do capitalismo original, mas também avançamos por conta de importantes ações desenvolvidas por pessoas comuns, em resposta à exploração do capital, entre outros desmandos.

Na perspectiva de conceituar cidadania, algumas definições foram analisadas. Segundo o dicionário filosófico, refere-se ao que é próprio do cidadão, especialmente ao conjunto dos direitos de que o mesmo desfruta e dos deveres que lhe cabem. Conforme essa definição o primeiro dever é obedecer à lei e o primeiro direito é participar de sua elaboração ou das relações de força que tendem a esta. O dicionário jurídico Acquaviva (2007) a define como vínculo político que liga o indivíduo ao Estado e que lhe atribui direitos e deveres de natureza política. Conforme o dicionário de Filosofia do Direito Barreto (2006), cidadania é o estado de pertencimento à comunidade, a qual assegura ao homem “a sua constelação de direitos e seu quadro de deveres” (COMTE-SPONVILLE, 2003, p.100).

Para Maria Manzini Covre (1991), a cidadania permeia o próprio direito à vida em toda a sua amplitude e é composta por direitos civis (diretamente relacionados à individualidade por meio de direitos como liberdade e dispor do próprio corpo), políticos (relacionados principalmente à deliberação do homem sobre sua própria vida e à convivência com outros homens em organismos de representação direta como sindicatos e outras associações de representação coletiva) e sociais (que dizem respeito ao atendimento das necessidades humanas básicas por parte do Estado). Ela defende que esses três conjuntos de direitos devem ser respeitados de maneira interligada para que assim possa existir a cidadania de maneira plena. Para ela a cidadania é traçada basicamente a partir da compreensão de que os direitos de uns precisam ser condizentes com os direitos dos outros.

Pode-se conceber também que a cidadania:

> Enfaixa uma série de direitos, deveres e atitudes relativos ao cidadão, aquele indivíduo que estabeleceu um contrato com seus iguais para a utilização de serviços em troca de pagamento (taxas e impostos) e de sua participação, ativa ou passiva, na administração comum. Por essa definição (mesmo apressada e meramente funcional), se vê que cidadania pressupõe, sim, o pagamento de impostos, mas também a fiscalização de sua aplicação; o direito a condições básicas de existência (comida, roupa, moradia, educação e atendimento de saúde) acompanhado da obrigação de zelar pelo bem comum (PINSKY, 2008, p. 18-19).

Percebe-se, além de mais uma concepção de cidadania, uma contribuição para se refletir sobre as relações sociais em prol do bem comum. Observa-se que o autor trata do contrato social firmado entre semelhantes os quais dispõem dos mesmos direitos entre si, mas precisam perceber o limite dos próprios direitos a fim de não interferirem ou até limitarem os direitos do outro. Outro aspecto interessante da interpretação do tema expressa por Pinsky (2008) corresponde à fiscalização da aplicação dos impostos, algo fundamental na nossa sociedade, mas que requer, entre outros fatores, transparência por parte dos gestores do bem público e conhecimento por parte dos cidadãos.

Segundo Pinsky (2008), cidadania – em âmbito operacional – pode ser entendida como qualquer atitude cotidiana que implique na manifestação de uma consciência que envolva pertinência e responsabilidade coletiva. Vale salientar então que tanto a exigência dos direitos quanto o respeito aos contratos sociais, bem como a fiscalização da destinação dos impostos e tributos dizem respeito à cidadania.

A partir das definições supracitadas, infere-se que a cidadania é uma categoria ampla que requer a garantia de direitos, concomitantemente ao cumprimento de deveres num cenário de ampla participação política proporcionada pela abertura democrática. Entretanto, conforme percebido nas considerações feitas pelos autores, o exercício da cidadania em nível pleno requer dos sujeitos a tomada de consciência dos seus direitos e deveres bem como do seu papel de agentes transformadores da sociedade vigente.

Observa-se que muitas lutas travadas por sujeitos na história da humanidade, nos mais diversos espaços e contextos sociais, revelam um interesse do homem em emancipação social, em se sentir efetivamente dono de si mesmo e capaz de agir em prol dos seus próprios interesses, contudo é importante frisar que a tão almejada emancipação social requer a emancipação mental, capaz de possibilitar ao homem o reconhecimento dos procedimentos de dominação adotados por outros homens que buscam se manter no poder (APAP et. al, 2002).

Para que ocorra a emancipação mental do sujeito é necessário que o mesmo seja educado sobre a existência dos seus direitos para que possa perceber a amplidão do que há para construir em termos de uma sociedade sempre melhor (COVRE, 1991). Ver a cidadania como uma conquista passível de ser melhorada em nome de uma sociedade melhor, justifica a busca pela contribuição da educação nesse processo.

"Não há cidadania sem acesso ao saber, nem construção de saber sem exercício da cidadania" (APAP et.al, 2002, p.102). Essa ideia se apresenta como um fio condutor à reflexão sobre em que medida as condições de acesso ao saber e a maneira de concebê-lo podem ser importantes para a formação da cidadania. Contudo, a fim de compreender a relação entre cidadania e educação, precisamos inicialmente elucidar a concepção de cidadania a ser contemplada no processo educativo.

Yves Béal concebe a cidadania como "capacidade construída para intervir na cidade", mas a educação nesse processo, segundo ele, não pode ser entendida como pré-requisito, uma vez que "a cidadania só é conquistada mediante seu exercício" e "para se tornar cidadão é preciso agir como cidadão". A educação escolar não consiste em elemento preparatório para a formação da cidadania, o processo de ensino aprendizagem deve possibilitar a vivência da cidadania, de modo que os educandos possam constituir-se cidadãos desenvolvendo ações cidadãs (APAP et. al, 2002, p.130).

No processo de educar para o exercício pleno da cidadania, deve-se reconhecer algumas "práticas educativas que geram condutas e comportamentos mentais intrinsecamente alienadores" como: apresentar e transmitir o saber como uma sucessão de evidências sancionadas por outros, além de rotular, selecionar e excluir os educandos. Tais práticas podem transmitir a mensagem de que somente as autoridades detêm o saber, o qual deve ser recebido de maneira passiva (APAP et. al, 2002, p. 131).

Afinal, de que maneira os educandos devem ser tratados no processo formativo? "Para poder tomar consciência de nossa unidade humana por intermédio do saber, as crianças e os adolescentes devem ser tratados em todos os momentos como seres humanos integrais, ou seja, como pesquisadores, como criadores de sua história e como pessoas capazes de criticar, de agir e de interagir com o sentido dos saberes" (APAP et.al, 2002, p.24).

Munidos da apreensão do significado da cidadania no processo de ensino-aprendizagem bem como conscientes da forma como os educandos devem ser tratados, devemos perceber o papel desempenhado pelo saber. Quando os indivíduos constroem seus saberes adequadamente, são capazes de compartilhar ideias e descrever o mundo tal como ele se apresenta, mas quando não entendem o saber como “uma conquista histórica para superar situações de opressão ou alienação”, não constroem tal capacidade (APAP et.al, 2002, p. 133).

Em função disso, é importante nos debruçarmos sobre a construção do sentido dos saberes pelos educandos, uma vez que eles precisam percebê-los enquanto construção social para que venham a se interessar por eles, não como meros instrumentos para passar de uma classe à outra, mas sim como facilitadores para a compreensão do seu papel em seu entorno social. Dentro desse contexto, convém que sejam criadas as situações de aprendizagem que favoreçam a construção desses significados (APAP et.al, 2002).

Existe um sentido intrínseco e um sentido extrínseco aos saberes. O primeiro se refere à estrutura das disciplinas, aos códigos pertinentes a cada saber e às significações comuns aos mesmos. Na construção desse sentido, trata-se do “todo socialmente construído e culturalmente compartilhado”. Já o sentido extrínseco corresponde à relação que se pode estabelecer entre os saberes historicamente construídos e o cotidiano, envolvendo as práticas destinadas à informação, distração, pagamentos de contas e diversas outras situações que requerem dos sujeitos o estabelecimento de associações construtivas. Acredita-se que o sentido mais difícil de ser construído pelos educandos é o sentido intrínseco, haja vista algumas estruturas rigorosas que podemos encontrar no estudo de língua e da matemática, por exemplo, além da complexidade em estabelecer associações entre algumas estruturas internas e as práticas. Contudo é importante que os sujeitos se apropriem do saber integral, composto por esses dois sentidos (APAP et. al, 2002).

É inerente à educação escolar, o trabalho com vistas a propiciar a construção de sentidos relativos ao dia a dia dos educandos, contudo esse processo não deve relegar o sentido referente à lógica interna dos conteúdos escolares a segundo plano, ou então, em vez de incluir, pode-se ocasionar a exclusão pelo saber (APAP et. al, 2002).

Pode-se inferir que é importante, em se tratando de educação enquanto formação da cidadania, uma busca constante pela construção do sentido dos saberes em sua totalidade, passíveis de serem utilizados em sua dimensão prática, mas sem subjugar a necessidade de se dominar o sistema coerente de sinais que os constitui. Sujeitos que concebem os saberes sob uma construção suficiente à formação cidadã não se conformam apenas em saber dar respostas prontas para perguntas fechadas, ao contrário, buscam sempre a construção e reconstrução dos saberes de modo que possam perceber melhor o significado das coisas e suas relações, bem como conseguir se apropriar dos mecanismos de alienação e manipulação com os quais possam se deparar no decorrer de suas vidas.

Os educadores precisam agir em prol da apropriação do saber, contudo, é pertinente frisar que o saber somente é capaz de promover a emancipação se permitir aos sujeitos questionar a realidade e os saberes, a fim de se adaptarem à cadência de novas situações típicas de uma sociedade globalizada. Atualmente, pensar a formação cidadã requer o pensar sobre a formação do "cidadão no mundo", pensando, para isso, como acontece a construção da identidade desse sujeito. O saber pode ser entendido como poder sobre o mundo, como condição de uma verdadeira cidadania no mundo. Os saberes construídos devem proporcionar condições de transformar a realidade (APAP et.al, 2002).

Nos documentos oficiais, a relação cidadania e educação é também contemplada. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais, os educandos precisam ser capazes de: "Compreender a cidadania como participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito" (BRASIL, 1997, p.06).

Nos PCN também são apresentados objetivos que evidenciam competências a serem desenvolvidas pelos educandos num processo educativo. Nesse sentido, a educação escolar tem como objetivo: formar pessoas capazes de assumir posicionamento crítico, responsável e construtivo frente às diferentes situações, mostrando-se aptas a utilizar o diálogo como instrumento de mediação de conflitos, entre outros. Mais um importante objetivo conforme os PCN é estimular a capacidade de questionar a realidade, formulando problemas e sendo aptos a resolvê-los utilizando pensamento lógico, criatividade, intuição, capacidade de análise crítica, bem como selecionando os procedimentos necessários e pertinentes à solução das situações problema.

Diante do exposto, infere-se que é importante pensar no papel da educação voltada para o exercício da cidadania entendida como capacidade de atuar no mundo de maneira consciente (APAP et.al, 2002). Sendo a matemática, considerada pelos PCN, um componente curricular importante para habilitar os estudantes a agirem como cidadãos frente à complexidade social, consideramos pertinente investigar as possíveis contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania a partir do que é exposto nos anais do XIV EBEM, à luz da fenomenologia.

A INVESTIGAÇÃO: UM VIÉS FENOMENOLÓGICO

A fenomenologia é marcada por um pensar a realidade de modo rigoroso e é caracterizada a partir do modo pelo qual se age para ir-à-coisa-mesma. Pode mostrar-se também significando "discurso do que se mostra como é". O termo fenomenologia é composto por fenômeno mais logos – podendo significar estudo dos fenômenos. Nesse sentido, o investigado, o que se mostra, é dito fenômeno, o qual é entendido também como aquilo que se manifesta a uma consciência. Consciência, por sua vez, corresponde à intencionalidade do pesquisador. Numa pesquisa fenomenológica a consciência do pesquisador se manifesta pelo ato de estar voltado para algo – o fenômeno – de maneira atenta.

O pesquisador fenomenólogo deve buscar pela essência do fenômeno, a qual é mostrada pela realização de uma pesquisa rigorosa – que busca as raízes, os fundamentos primeiros do que é visto (compreendido) e o cuidado com cada passo dado na direção da verdade, entendida como "mostração" da essência. O rigor ao qual esse pesquisador deve atender se impõe a cada momento que o fenômeno é interrogado e nesse processo há dois momentos básicos. Esses dois momentos são denominados epoché e redução. No primeiro momento o fenômeno é posto em suspensão, ou seja, é destacado dos demais fenômenos que podem ser percebidos pelo pesquisador e o segundo momento corresponde à descrição do que é visto e à seleção das partes consideradas essenciais ao fenômeno. A partir dessa concepção, a pesquisa fenomenológica se dá por meio de algumas etapas a fim de que seja percebida a "mostração" do fenômeno (BICUDO, 2000).

A descrição é uma etapa relevante à investigação fenomenológica, considerando que nesse método investigativo trabalha-se com o qualitativo, aquilo que faz sentido para o sujeito. O sujeito da pesquisa (o qual pode ser mais de um) é escolhido pelo investigador ou pode ser o próprio investigador que, neste caso, descreve o modo pelo qual o outro percebe o fenômeno. Seguindo a máxima fenomenológica que é "ir-à-coisa-mesma", o sujeito deve descrever o percebido, porém sem interpretações a priori, deve limitar-se a descrever o visto (BICUDO, 2000).

Bicudo (2000) afirma que todo o texto da descrição é importante "uma vez que fornece indicadores do solo perceptual onde ocorre a experiência perceptiva" (BICUDO, 2000, p. 80), justificando o motivo pelo qual nas pesquisas fenomenológicas trabalha-se com as descrições em sua totalidade.

Após as descrições, prosseguimos com as análises requeridas pelo método em questão, uma vez que uma investigação fenomenológica "trabalha com dados fornecidos pela descrição e vai além, analisando-os e interpretando-os de acordo com critérios de rigor" (BICUDO, 2000, p. 75).

Os dados foram constituídos a partir da descrição de textos dos anais do XIV Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM), que ocorreu em julho de 2011, na cidade de Amargosa, o qual apresentou como objetivo principal fomentar um espaço de estudo, pesquisa, reflexões e socialização do conhecimento construído em Educação Matemática por meio das experiências e pesquisas dos professores, dos alunos e da comunidade científica, em especial, no que se refere ao tema "A matemática e a formação para a cidadania". O encontro teve como um dos objetivos específicos refletir sobre a Matemática e a formação para a cidadania como eixo que pode contribuir para a ressignificação do ensino de matemática. O evento, que ocorre a cada dois anos, destina-se a estudantes de graduação em Matemática (licenciatura e bacharelado), de Pedagogia entre outros cursos superiores e de Pós-graduação. Entre o público alvo, há também docentes da Educação Básica, do Ensino Superior e de Pós-graduação. Nos anais do encontro constam 163 publicações classificadas em: comunicações científicas, conferências, minicursos, mesas redondas, painel, palestras, pôsteres e relatos de experiência.

Seguindo as prerrogativas da investigação fenomenológica, inicialmente foram selecionadas 33 publicações constantes nos anais do XIV EBEM. A seleção dos textos ocorreu conforme apresentação das palavras cidadania e/ou cidadão, ou seja, foram tomados para a pesquisa os textos nos quais uma ou as duas palavras apareciam.

Dentre as quarenta e três Comunicações Científicas constantes nos anais do XIV EBEM, dez foram selecionadas: Reflexões sobre o conhecimento matemático e o exercício da cidadania de Mauro José dos Santos Flóra; Formação e experiência como ato de currículo: itinerâncias da prática na educação matemática de Flavia Oliveira Barreto; Dança Esportiva em Cadeira de Rodas: contribuições de uma prática social na promoção de uma Educação Matemática cidadã de Anete Otilia Cardoso de Santana Cruz; Abordagem CTS e ensino de matemática: um olhar sobre a formação inicial dos futuros docentes de Débora Janaina Ribeiro e Silva; Experiência lúdica na geometria do ensino fundamental: artefatos didáticos e narrativas na mediação e elaboração de uma aprendizagem cidadã de Valmir Henrique de Araújo, Graziele Santos Ferreira e Eliane de Jesus Santos; O desempenho de estudantes de três escolas de Senhor do Bonfim-Bahia no campo aditivo de Alayde Ferreira dos Santos e Lahire Sena Accioly Neto; A influência da escola e do professor de matemática na formação cidadã de seus alunos de Romerito Nascimento de Almeida, Karly Barbosa Alvarenga e Rafael Neves Almeida; Formação de professores de matemática no Instituto Nossa Senhora Da Piedade: as contribuições de Martha Dantas de Larissa Pinca Sarro Gomes e Jurema Lindote Botelho Peixoto; Modelagem Matemática na Educação de Jovens e Adultos de Rosana Fernandes Souza Andrade e Leandro do Nascimento Diniz; Educação financeira e educação matemática no contexto da inclusão social de Ruth M. Hofmann.

No XIV EBEM ocorreram duas conferências, sendo uma de abertura e outra de encerramento. Os dois textos correspondentes foram selecionados. São eles: A matemática e a formação para a cidadania de Nilson José Machado e Educação matemática e cidadania: algumas indicações à efetivação desta relação de Nilson Antonio Ferreira Roseira.

Na programação do evento foram realizados trinta e oito minicursos. Desses, cinco textos foram selecionados: Educação em valores e para a cidadania no processo de ensino-aprendizagem da matemática por Nilson Antonio Ferreira Roseira; Matemática financeira no ensino médio: uma formação para a cidadania por Maria Rachel Pinheiro Pessoa Pinto de Queiroz; Problema meu? Problema nosso! Refletindo sobre Educação Matemática e sociedade por José Luiz Cavalcante; A materialização da matemática para alunos cegos através do soroban por Lísian Caroline Lima Alves, Luiza de Jesus dos Passos e Tatiane Pereira da Silva; Educação científica para a diversidade étnico-cultural: construção de conhecimento e de identidade nas séries iniciais do Ensino Fundamental por Valmir Henrique de Araújo, Tatiana Rocha do Amaral, Eliane de Jesus Santos e Graziele Santos Ferreira.

Nos anais do evento encontram-se disponíveis os textos de apresentação de três palestras. Selecionamos um: Políticas Públicas e a formação do cidadão em Educação Matemática foi a palestra apresentada de Adriana Richit.

Foram publicados vinte e cinco textos classificados como pôsteres, dentre os quais foram selecionados sete: Os livros didáticos de matemática mais utilizados pelas escolas estaduais de Cuiabá-MT e o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio de Eliane aparecida Martins de Almeida e Michelle Cristine Pinto Tyszka Martinez; A matemática na rua e na escola: uma análise das diferentes formas de construção do conhecimento matemático no município de Arapiraca – AL de Simone Silva da Fonseca e Mayra Taís Albuquerque Santos em parceria com Talvanes Eugênio Maceno, José da Silva e Luciano Accioly Lemos Moreira; A extensão no PIBID: ações que favorecem a formação do professor de matemática de Gilcimar Pereira dos Santos, Nadson de Jesus Lima, Thaise Santos de Souza, Josemir da Paixão de Souza e Eliane Santana de Souza sob orientação de Maria de Lourdes Haywanon Santos Araújo; O ensino de matemática através de esportes de Gilcimar Pereira dos Santos, Nadson de Jesus Lima, Josemir da Paixão de Souza e Eliane Santana de Souza orientados por Maria de Lourdes Haywanon Santos Araújo; Matemática: uma relação entre o conhecimento escolar e a formação do cidadão de Ariskleber Moraes Santos, Uiliam Alves Almeida, Luiz Paulo Lopes Camurugy, Naiane Novaes Nogueira e Velta V. N. dos Santos; Formação de professores: uma contribuição para a cidadania de Thiago Borges Santos, Marivaldo Ferreira da Silva Junior, Rogério Vitório de Jesus e Rodrigo Lagos Fiúza orientados por Maria de Lourdes Haywanon Santos Araujo; A formação dos professores de matemática e os desafios para a educação de surdos na escola municipal professora Cleonice Lopes de Américo Júnior Nunes da Silva, Layla Raquel Barbosa Lino e Maiara da Silva Xavier.

Foram publicados quarenta e cinco textos classificados como relatos de experiência. Destes foram selecionados seis conforme o interesse dessa pesquisa: A matemática dos impostos: uma lição de cidadania de Neomar Lacerda da Silva e Wagner Ribeiro Aguiar; O estágio supervisionado como instrumento de formação profissional: momento de mudanças de Jefferson Dias Silva e Américo Junior Nunes da Silva; Modelagem matemática e os temas transversais: orientação sexual – relação de gênero de Débora de Souza Ferreira; Gincana de matemática - gincamática: uma proposta didática de ensino-aprendizagem e sua contribuição para a formação crítico-social dos educandos de Irlete Cássia Magalhães Fontes, Itamara de Sousa Andrade, Maria do Socorro Batista de Jesus Cruz, Railda Brito de Aquino e Rita Cinéia Meneses Silva; PIBID – matemática: a formação docente no viés do cotidiano escolar de James Cloy Leite Cordeiro, Rita Cinéia Meneses Silva e Sandra Pereira de Souza; Modelagem matemática nos anos iniciais: um estudo sobre a construção de cisternas no semi-árido por Ana Rita Cerqueira Melo Santiago e Ana Virginia de Almeida Luna.

Nos anais do evento encontram-se seis textos correspondentes a mesas redondas apresentadas. Entre esses, dois foram selecionados em virtude de apresentarem o termo "cidadania". Os dois selecionados foram identificados como Mesa redonda 01 e Mesa redonda 06. O primeiro apresenta resumos de três textos: Atividades de Modelagem Matemática e a formação para a cidadania de Leandro do Nascimento Diniz; Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas: a formação para a cidadania de Maria Pereira de Oliveira; Modelagem e Etnomatemática: confluências para a Educação de Maria Salett Biembengut. O segundo é A estatística no ensino fundamental e a formação para a cidadania – algumas reflexões de Cileda Queiroz Silva Coutinho.

Os textos selecionados foram descritos um a um, visto que seguindo a máxima fenomenológica que é "ir-à-coisa-mesma", o sujeito deve descrever o percebido, porém sem interpretações a priori, deve limitar-se a descrever o visto. Destaca-se ainda que todo o texto da descrição é importante para o pesquisador "uma vez que fornece indicadores do solo perceptual onde ocorre a experiência perceptiva" (BICUDO, 2000, p.80).

Uma vez realizada a descrição, tem-se os dados constituídos, e a partir dos quais prosseguimos com a análise ideográfica a qual consiste na busca por "tornar visíveis os dados significativos presentes na descrição, conforme a pergunta orientadora". Para efetuar tal movimento, recomendam-se várias leituras da descrição a fim de se recortar as passagens relevantes à pesquisa. Os dados coletados são entendidos como unidades de significado (US), essas "são discriminações prontas no texto, percebidas e julgadas como significativas pelo pesquisador, tendo em vista o objetivo da pesquisa" (BATISTELA, 2005, p. 79).

No processo de constituição das unidades de significado, descartamos as descrições correspondentes às mesas redondas do evento, uma vez que os textos correspondentes são resumos das ideias apresentadas e das atividades desenvolvidas, não constituindo material suficiente para a busca do fenômeno.

Isso ocorre porque o pesquisador fenomenólogo está capacitado a reduzir a descrição segundo o que vê como essencial, característico, básico. Nesse sentido, as unidades de significado devem ser agrupadas em categorias, as quais correspondem a "generalidades compreendidas e interpretadas no âmbito do estudado". Essas categorias podem ser entendidas como categorias abertas, uma vez que são definidas a partir da compreensão e interpretação do fenômeno estudado conforme o direcionamento do pesquisador. As mesmas podem ser classificadas também como convergências (BICUDO, 2000).

Os dados considerados significativos a essa investigação foram constituídos a partir da seguinte pergunta: o que se mostra nos trabalhos extraídos dos anais do XIV EBEM como contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania?

As unidades de significado, identificadas no decorrer de várias leituras e de idas e vindas em torno do que se mostrava significativo, apontaram para aspectos mais amplos de compreensão do fenômeno. Por meio delas, foi possível interpretar a convergência para ideias que as perpassavam, constituindo as chamadas categorias abertas. Tais categorias explicitam significados mais amplos que permitem uma compreensão do fenômeno em foco.

A fim de auxiliar na explicitação das unidades e categorias advindas do processo de análise, elaboramos os quadros agrupando as US a partir desse movimento de análise no qual interpretamos também as categorias.

A nossa pergunta (O que se mostra nos trabalhos do XIV EBEM como contribuições da educação matemática para a formação da cidadania?) se mostrou como uma questão ampla. Desse modo, no movimento inicial de análise, consoante à nossa compreensão e interpretação, três categorias se mostraram.

A categoria o que é ser cidadão que contém as expressões a respeito do que os autores afirmam compreender por cidadão e por aspectos da cidadania refletidos nos atos dos indivíduos. A categoria Educação Matemática para a cidadania que aglomera as unidades que expressam possibilidades de contribuir com a formação da cidadania em ambiente escolar por meio de práticas de educação matemática e de postura de educadores. E, a última a ser percebida, Competências que podem ser desenvolvidas por meio da Educação Matemática, correspondente às passagens julgadas significativas e que tratam de possíveis modos de trabalho, estratégias ou situações de ensino que sinalizaram o desenvolvimento de competências nos educandos.

Após as descrições procedemos com a estruturação das unidades de significado, compondo seis quadros. Foi na composição desses quadros que as categorias supracitadas se mostraram à nossa consciência. Essas etapas iniciais constituíram um material denso por se tratarem de mostrações particulares, de acordo com o percebido em cada texto. Mas elas que serviram de aporte ao movimento de redução no qual interpretamos as convergências maiores, ou seja, as ideias comuns às publicações no que se refere às categorias apresentadas.

Realizamos o processo de redução com a composição de três quadros. Cada quadro correspondendo à pergunta vislumbrada por uma categoria.

Na redução da categoria O que é ser cidadão, observou-se que de acordo com cada classificação textual, pudemos obter informações diferentes, ainda que complementares. Assim, conforme as comunicações científicas, ser cidadão é: gozar, compreender e reconhecer os seus direitos civis, políticos e sociais; ser capaz de avaliar se determinadas situações cotidianas são convenientes, vantajosas ou justas; ser capaz de desenvolver atitudes, responsabilidades, compromisso, crítica e satisfação; ter aptidão para analisar as diferentes opções; agir conforme seus objetivos; saber economizar e ter condições de tomar parte da dinâmica de intercâmbio inerente à economia; compreender e utilizar matemática na sociedade onde vive.

De acordo com os textos das conferências é: saber lidar com a diferença e com a igualdade a partir da concepção de que somos iguais enquanto cidadãos, porém diferentes enquanto indivíduos. Em consonância com os textos classificados como minicursos é: compreender e intervir positivamente no mundo onde se vive; ter acesso à formação humana propiciada pelos sistemas oficiais de ensino. Conforme percebido no texto da palestra é ter consciência de que é sujeito de direitos e deveres. De acordos com as respostas evidenciadas nos pôsteres é: ter acesso à educação escolar; contribuir para a construção de uma sociedade mais igualitária. Analisando as unidades de significado dos relatos de experiência, percebe-se que é: saber calcular, medir, raciocinar, argumentar, tratar informações estatisticamente; ter acesso aos conhecimentos e instrumentos matemáticos, presentes em qualquer codificação da realidade.

Na redução da categoria Educação Matemática para a cidadania verificamos várias sugestões de atividades a serem propostas, bem como posturas e atitudes para contribuir com a formação dos cidadãos educandos. Desse modo, de acordo com as comunicações científicas, é importante: discutir conhecimentos matemáticos desafiadores; abordar problemas desafiadores e significativos; tomar como ponto de partida o conhecimento construído no dia a dia, adotando a abordagem etnomatemática; propor atividades associadas a problemas atuais e atividades práticas; planejar ações para melhorar ou corrigir dificuldades no ensino aprendizagem do Campo Aditivo; trabalhar questões como orçamento, economia, gestão de crédito e negociação; usar narrativas; propor atividades com o enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS); explorar e validar as diferentes soluções apresentadas pelos educandos; utilizar artefatos didáticos e promover atividades colaborativas.

Observando o exposto nas conferências, deve-se: extrapolar o foco dos conteúdos matemáticos conceituais e procedimentais, e enfatizar, em igualdade de importância, as atitudes e valores; equilibrar o conhecimento matemático acadêmico escolar e o conhecimento matemático que se expressa na vida prática. Conforme o abordado nos minicursos, é interessante: trabalhar com resolução de problemas (em especial os de Matemática Financeira) e a Modelagem Matemática, articulando o conhecimento matemático com o cotidiano, com a vida profissional e dialogando com outras ciências; abordar a Educação Matemática Crítica; usar o soroban (ábaco japonês), atribuindo caráter concreto aos conteúdos matemáticos e oportunizando a interação entre cegos e videntes no espaço educativo; usar artefatos didáticos e narrativas como mediadores da construção de conceitos abstratos da Matemática e construção da identidade étnica. Conforme o conteúdo das palestras é necessário: explorar situações financeiras; trabalhar com resolução de problemas; usar as tecnologias e a abordagem etnomatemática; trabalhar com projetos enquanto modelagem; garantir ao professor uma formação que lhe permita se apropriar do conceito de cidadania e vivenciar o mesmo.

Consoante ao exposto nos pôsteres é importante: fazer uso de livros didáticos de matemática contendo textos que favoreçam a percepção da aplicabilidade da matemática ao cotidiano, o incentivo à exploração de procedimentos envolvendo estimativas ou cálculos mentais, bem como o estímulo ao uso da calculadora e/ou do computador; utilizar o futebol como mobilizador ou intermediação para o ensino-aprendizagem de geometria e estatística; propiciar a conexão entre os conceitos matemáticos e o cotidiano, priorizando-se as necessidades/sugestões dos educandos afim de que o ensino seja significativo; aproveitar os saberes matemáticos apreendidos na prática social no âmbito escolar; elaborar e aplicar projetos de ensino e aprendizagem de geometria com ênfase nas aplicações em diversos campos do conhecimento; fazer uso de paradidáticos no auxílio à compreensão de conteúdos matemáticos; trabalhar com resolução de problemas com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); fazer uso de skate e xadrez; identificar e resolver problemas; ofertar reforço e nivelamento; desenvolver projetos mostrando que é possível relacionar matemática com outras áreas do conhecimento, que matemática e leitura caminham juntas e que essa disciplina é de acesso a todos.

Conforme os relatos de experiência recomenda-se: assumir uma postura participativa e dialógica; trabalhar com os conhecimentos prévios dos educandos antes da introdução de novos conteúdos; utilizar ferramentas lúdicas e recursos tecnológicos; trabalhar com os Temas Transversais de modo articulado aos conteúdos já trabalhados na disciplina tendo como pressuposto a Modelagem Matemática como metodologia a escolha de um texto informativo voltado para a transversalidade, que possibilite a elaboração de problemas a serem investigados pelos alunos; fazer uso de jogos e desafios matemáticos planejados adequadamente; tomar a realidade do aluno como ponto de partida e de chegada do ensino de matemática; tomar o ensino de matemática como uma ação reflexiva e política; abordar o aspecto algébrico, bem como o histórico da matemática e suas consequências, a partir da leitura de textos específicos; primar pela interdisciplinaridade e contextualização dos conceitos matemáticos; utilizar atividades de Modelagem Matemática, enquanto ambiente de aprendizagem, com investigação de situações advindas de outras áreas usando a matemática.

Na redução da categoria Competências que podem ser desenvolvidas por meio da Educação Matemática, percebemos que os autores expõem suas considerações acerca das possibilidades de aquisição pelos educandos de qualidades inerentes ao cidadão a partir do trabalho articulado em educação matemática. De acordo com as comunicações científicas, os educandos poderão: construir estratégias; comprovar e justificar resultados; desenvolver a criatividade, a iniciativa pessoal, a autonomia e a capacidade de trabalhar coletivamente; argumentar, raciocinar, medir, calcular e elaborar dados bem como interagir com sistemas metrológicos, ferramentas e instrumentos econômicos; perceber a aplicabilidade da matemática; ampliar a capacidade crítica; agir como sujeitos sociais a partir da expressão de seus aprendizados e sentimentos em relação a eles. Como exposto nas conferências, eles serão capazes de: expressar-se sobre si mesmos e compreender o outro; argumentar e tomar decisões; de contextualizar e imaginar; interpretar fatos e mudanças sociais; participar democraticamente nos processos de decisões comunitárias; afirmar sua identidade política, tendo como fundamento a busca pela superação das desigualdades e da exclusão social; exercitar o diálogo, tomando-o como valor comunicativo, reconhecer a importância do outro como elemento fundamental no processo de construção dos conhecimentos; compreender e transformar a realidade. Conforme o exposto nos minicursos, eles poderão ter capacidade crítica e engajar-se. A partir da palestra, acredita-se que eles podem emancipar-se enquanto sujeitos sociais. De acordo com os pôsteres ao educando será possível: atuar como agente construtor do próprio conhecimento, relacionar os conteúdos matemáticos abordados em sala de aula e sua própria realidade; tomar decisões com clareza; usar o pensamento lógico e o espírito crítico; atuar na sociedade independente de suas limitações físicas. Em consonância com os relatos de experiência eles poderão: formar-se enquanto cidadãos conscientes e responsáveis pelos seus atos e capazes de compreender o mundo em que estão inseridos; construir estratégias para comprovar e justificar resultados; desenvolver a criatividade, a iniciativa pessoal, a capacidade de trabalhar em equipe e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios; desenvolver o espírito de equipe, de solidariedade, união; respeitar as ideias e atitudes do outro; aplicar conceitos matemáticos, utilizando recursos diversos; criticar questões sociais, políticas, econômicas e históricas; perceber a matemática como uma ciência rica e plena em suas aplicações; interagir em sala de aula, de forma colaborativa, discutindo ideias, expressando-se, avaliando e levantando pontos de vista, argumentos e resoluções.

A partir desse movimento nos encaminhamos à análise nomotética, nessa análise ocorre a unificação das estruturas mais gerais, ou seja, “o pesquisador vale-se de unidades de significado e, ligado ao movimento de análise, pode obter categorias de convergências que iluminam uma perspectiva do fenômeno e permitem uma compreensão/interpretação para/da a pergunta diretriz da pesquisa" (BICUDO, 1994 apud BATISTELA, 2005). Passamos então da análise do individual para o geral. Nessa pesquisa o individual corresponde ao que se mostra na exposição de um texto dos anais do evento e o geral corresponde ao que há em comum aos textos analisados em relação à interrogação dessa pesquisa.

Com esse processo investigativo, inferimos que as contribuições da educação matemática para a formação da cidadania estão diretamente relacionadas à concepção de cidadão que se tem, bem como ao perfil do cidadão que se pretende formar.

SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÂO DA CIDADANIA A PARTIR DOS TRABALHOS ANALISADOS

Conforme nossa compreensão do significado do que é ser cidadão que apareceu nos trabalhos do XIV EBEM, infere-se que cidadão é o indivíduo que tem pleno gozo de direitos e consciência de si enquanto sujeito de direitos e deveres. Esses pressupõem as capacidades de assumir responsabilidades; de analisar as diferentes situações cotidianas que requeiram utilização da matemática como ferramenta para tomada de decisões e para o convívio em sociedade; participar das deliberações em seu contexto social. Tem acesso à educação no sistema oficial, entendendo-a como um direito garantido e assegurado e é o ser humano que dispensa tratamento igualmente respeitoso aos indivíduos diferentes, compreendendo-os como iguais na condição cidadã.

Em termos de matemática, ser cidadão é ter acesso a conhecimentos e instrumentos matemáticos que se apresentam na codificação da realidade e desenvolver a capacidade de sociabilidade e tomada de decisões com base nos conhecimentos matemáticos solicitados na vida cotidiana, percebendo-se enquanto ser no mundo.

Quanto às contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania que apareceram nos trabalhos, observa-se o tratamento prioritário atribuído ao desenvolvimento de competências, valores e atitudes. Compreendemos que contribuir com a formação da cidadania por meio da Educação Matemática consiste em, principalmente, contextualizar os conhecimentos da disciplina aos conhecimentos e codificações presentes na realidade, de modo que os educandos se formem para compreender e melhorar o seu contexto social. Com vistas a esse propósito, percebemos nos apontamentos dos trabalhos analisados que se pode trabalhar com a Etnomatemáticae a Modelagem Matemática.

É pertinente também fazer das aulas momentos de diálogo e participação, podendo usar para isso a resolução de problemas incluindo os de matemática financeira, contemplando as diferentes soluções apresentadas pelos educandos e promovendo discussões sobre as diferentes possibilidades de solução dos problemas na vida das pessoas. O estímulo à participação ativa pode ocorrer também a partir da solicitação de narrativas aos estudantes, os quais poderão expressar seus sentimentos e experiências de aprendizagem de modo a se sentirem sujeitos do próprio conhecimento e agentes da própria história. Nessa perspectiva, pode-se destacar a abordagem da Educação Matemática Crítica enquanto proposta que favorece não somente a expressão de sentimentos e conhecimentos como a percepção de si enquanto ser político que pode interferir positivamente na sociedade onde vive, utilizando também para isso os conhecimentos matemáticos de modo a fornecer embasamento à elaboração das críticas necessárias a essa interferência.

Além de se promover a inclusão social, é essencial também a mediação do conhecimento voltada à inclusão das diferenças presentes no contexto escolar. Portanto é preciso cooperar para que os educandos sintam-se estimulados a agir nas diferentes situações independentemente de suas limitações físicas. Nessa direção é possível fazer uso de artefatos didáticos, jogos e outras ferramentas lúdicas, contribuindo concomitantemente para a configuração de um ambiente inclusivo, divertido e desafiador, além de fértil à construção do conhecimento. Nesse contexto, o professor deve ser o sujeito mediador no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Para que possa contribuir para a formação cidadã dos educandos precisa, em sua formação, se apropriar do conceito, usufruir e vivenciar a cidadania.

Compreendemos que a recomendação a respeito das competências que a educação matemática pode desenvolver nos estudantes passa por trabalhos que contemplem o desenvolvimento de competências como: a construção de estratégias, a comprovação e a justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho em grupo e ao mesmo tempo a exigência de autonomia nos trabalhos, a argumentação, o raciocínio lógico, o cálculo e a elaboração de dados, a interação com sistemas metrológicos, bem como o uso pleno de ferramentas e instrumentos econômicos que lidam com orçamento e temas de matemática financeira. Aponta-se também: perceber a aplicabilidade da matemática ao cotidiano e dominar procedimentos e conceitos matemáticos em situações que diferem das comumente apresentadas em atividades de salas de aula, de modo que com tais atividades seja possível desenvolver as competências da matemática crítica, da capacidade de se expressar e compreender a expressão do outro, respeitá-la e acolhê-la. Abordam-se também competências relacionadas à conscientização dos educandos do seu potencial e à importância de sua identidade política e de seu engajamento em questões sociais para ter condições de compreender e transformar a realidade insatisfatória em que vivemos, bem como agir como sujeitos sociais que têm condições de tomar atitudes democráticas nos processos de decisões comunitárias e de agir na sociedade que é repleta de diferenças sociais, culturais, individuais, intelectuais, físicas etc.

A partir das convergências interpretadas, compreendidas e discutidas, é possível inferir que a maior contribuição da Educação Matemática para a formação da cidadania consiste em trabalhar com a Educação Matemática propriamente dita, uma vez que a mesma:

> Situa-se na convergência entre diferentes áreas do conhecimento, como Educação, Matemática, Psicologia, Epistemologia etc., e é entendida, simultaneamente, como campo profissional e científico. Enquanto campo profissional a Educação Matemática diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem da matemática na educação básica e educação superior, abarcando pressupostos epistemológicos, pedagógicos, históricos e políticos que esses processos subentendem. Enquanto campo científico, a Educação Matemática constitui-se em região de inquérito que tem a Matemática como objeto de estudo, olhando-a em suas múltiplas dimensões, ao tempo que investiga os processos de ensino e aprendizagem dessa (RICHIT, 2011, p. 06).

Percebendo a Educação Matemática “como um campo de pesquisa amplo, que busca a melhoria do processo ensino-aprendizagem da Matemática”, faz-se necessário atentar para a Etnomatemática e a Educação Matemática Crítica como importantes tendências nesse campo, uma vez que ambas convergem no que diz respeito à importância de contextualizar a matemática de modo a favorecer a emancipação mental dos educandos.

Compreender a Etnomatemática é apreender que há diferentes técnicas e habilidades para explicar e entender os distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade. É perceber que a matemática convencional é na verdade a Etnomatemática do povo dominante a qual precisa ser conhecida pelos subordinados, mas os mesmos não podem ignorar a existência de outras (D’AMBRÓSIO, 2012), uma vez que:

> O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dá, quando devidamente contextualizado, muito maior capacidade de enfrentar situações e de resolver problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação (D’AMBRÓSIO, 2012, p. 108).

D’Ambrósio (2012) argumenta que dessa maneira se dá a aprendizagem por excelência, a qual é entendida como as capacidades de: explicar, apreender e compreender bem como enfrentar criticamente situações novas. Ele ainda afirma: “Aprender não é o mero domínio de técnicas, de habilidades, nem a memorização de algumas explicações ou teorias”.

Principalmente nesse aspecto convergem as ideias de D’Ambrósio (2012) referentes à Etnomatemática e as de Skovsmose (2008) sobre Educação Matemática Crítica. Este último, por sua vez, mostra-se contrário à memorização e teorizações, quando apresenta crítica referente ao "paradigma do exercício", esse proveniente da matemática tradicional e tem como premissa a existência de apenas uma resposta correta. Para ele o ensino de matemática é eficaz quando se dá por meio do uso de projetos, sustentados numa "abordagem de investigação" na qual os alunos são responsáveis pelo processo, uma vez que é o interesse deles que determina a constituição ou não constituição do cenário de investigação.

Revela que essa abordagem se relaciona com a Educação Matemática Crítica. Esta se preocupa com a materacia, a qual "não se refere apenas à habilidades matemáticas, mas também à competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática" (SKOVSMOSE, 2008, p. 16).

Skovsmose (2008) salienta: "Fazer uma crítica da matemática como parte da educação matemática é um interesse da educação matemática crítica" a qual enfatiza a necessidade de refletir sobre a matemática e "inclui o desenvolvimento da educação matemática como suporte da democracia" (SKOVSMOSE, 2008, p. 16-17).

A partir das variadas definições apresentadas nesse trabalho, percebemos o quão comprometidas se mostram a Etnomatemática e a Educação Matemática Crítica com a formação da cidadania nos estudantes.

COMPREENDENDO A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DA CIDADANIA

Refletir sobre cidadania é refletir sobre um conceito em constante movimento o qual se move e se reconfigura conforme as nuances e demandas sociais e, consequentemente, em virtude das necessidades dos sujeitos que atuam na sociedade, transformando-a e transformando a si mesmos. Entretanto, é importante perceber que as transformações sociais e as variações no conceito de cidadania não ocorrem naturalmente (PINSKY, 2008).

É consenso entre os autores contemporâneos que a cidadania corresponde ao conjunto de direitos, deveres e atitudes relativas ao cidadão, enquanto sujeito que precisa ser consciente de sua condição no seu contexto social de modo que seja apto a agir em prol das transformações que se façam necessárias para melhorar sua qualidade de vida e a dos outros.

No âmbito dos direitos do cidadão se insere a Educação como um direito social o qual deve ser assegurado a todos conforme legislação própria que a normatiza e fundamenta e como um meio capaz de promover a emancipação humana. Diversos autores apresentam um discurso que defende uma educação, enquanto construção de saberes que se constituam em poder sobre o mundo, permitindo aos educandos o acesso a conhecimentos que contribuam para a percepção da importância de se utilizar a inteligência para compreender e agir ativamente numa sociedade globalizada e excludente como a atual.

No que corresponde ao espaço ocupado pela matemática no processo da formação da cidadania, podemos inferir que a aprendizagem nessa área do conhecimento requer uma compreensão entendida como apreensão do significado. Para compreender a matemática dessa forma é necessário percebê-la a partir das conexões que estabelece com as demais disciplinas, com o cotidiano e a partir das conexões estabelecidas entre os diferentes temas matemáticos (BRASIL, 1997).

O anseio por clarificar os conceitos e processos inerentes à Educação Matemática e sua relação com a cidadania fomentou a busca nos anais do XIV EBEM, pelas contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania. O objeto investigado foi tomado como fenômeno, sinônimo daquilo que se mostra, aparece. A essência do fenômeno só pode ser mostrada por meio de uma investigação rigorosa, a qual pode ser realizada pela fenomenologia, enquanto método cuja máxima consiste em ir-à-coisa-mesma. A 'verdade' buscada a partir do método fenomenológico "não é percebida como algo objetivamente dado, passível de ser conhecida intelectualmente através de conceitos que a apresentem de modo adequado", entretanto é interpretada pela fenomenologia como "mostração ao pesquisador do que é essencial ao fenômeno" (BICUDO, 2000).

O processo de ir-à-coisa-mesma a fim de encontrar o essencial ao fenômeno permite que seja delineado um horizonte de possibilidades. No início dessa investigação buscávamos intencionalmente pelo fenômeno: contribuições da Educação Matemática para formação da cidadania. Entretanto, a partir do processo de constituição, interpretação e análise dos dados, se mostraram também, enquanto categorias, "competências desenvolvidas pelos educandos", "o que é ser cidadão" e "contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania".

Enquanto significado do que é ser cidadão, conforme os trabalhos do XIV EBEM, destacamos ser o indivíduo que tem plena consciência de si enquanto sujeito de direitos e deveres, tendo a capacidade de compreender e atuar no seu contexto social enquanto agente promotor da igualdade e sendo capaz de participar de deliberações em prol da construção de uma sociedade melhor. Salientamos que o cidadão também é aquele que tem acesso à educação institucionalizada e nesse contexto, figura a Educação Matemática como uma área ampla capaz de contribuir significativamente para a formação da cidadania. Entre as contribuições da Educação Matemática para a formação da cidadania, apresentam-se a Etnomatemática, a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica enquanto tendências voltadas para a articulação entre matemática e cotidiano e estimuladoras da participação e do desenvolvimento da competência crítica. Enquanto ferramentas para trabalhar essas ferramentas, sugere-se o uso de ferramentas lúdicas, jogos e artefatos didáticos, a fim de criar um ambiente lúdico, inclusivo, desafiador e efetivo para a aquisição do conhecimento matemático. A Resolução de Problemas é uma proposta amplamente valorizada, sobretudo envolvendo Educação Financeira e Educação Fiscal.

Os autores do XIV EBEM mostraram-se apontaram cada contribuição associada a competências que podem ser desenvolvidas pelos educandos no processo de aquisição dos conhecimentos matemáticos de acordo com a metodologia adotada. Entre essas competências, que se constituíram em resultados da terceira categoria, podemos citar a capacidade de aplicar conhecimentos matemáticos a diferentes situações cotidianas; a capacidade de construir estratégias e justificativas; bem como a capacidade de expressão de si e compreensão do outro. Tais competências são apresentadas pelos autores como essenciais à formação da cidadania.

Os autores ao longo de seis modalidades textuais foram enfáticos, propondo a adoção de diferentes metodologias, permeadas por diferentes tendências, de modo que os educandos se desenvolvam como cidadãos engajados e capazes de compreender a sociedade na qual se inserem e intervir nela positivamente. Deste modo, podemos perceber que a desigualdade e a injustiça social são questões que incomodam a muitos.

O ensino da matemática "só se justifica dentro de um contexto próprio, de objetivos bem delineados dentro do quadro das prioridades nacionais (D'AMBRÓSIO, 1987, p.14)". O autor acrescenta essa afirmação dizendo que é unânime em países como o Brasil a preocupação com a melhoria da qualidade de vida de seus povos.

Muitos trabalhos mostraram-se imbuídos dessa ideia, apresentando experiências em educação matemática que se desdobraram em muitas discussões importantes. Embora as abordagens e os instrumentos tenham sido bastante discutidos, houve também ênfase à formação do professor, este deve dispor dos conhecimentos referentes à disciplina, à didática que deve ser utilizada e ao papel que a disciplina ocupa no currículo.

O que se mostra como contribuições da educação matemática para a formação da cidadania está expresso nas diversas possibilidades para contribuir com a formação da cidadania no âmbito da Educação Matemática, a qual contribui para o desenvolvimento de significativas competências inerentes ao cidadão educando. Este precisa ter clareza de suas possibilidades enquanto agente transformador que uma vez disposto e habilitado a investigar, analisar, criticar e reformular poderá mudar o seu mundo, mesmo os elementos que lhe pareçam mais complexos e/ou estanques.

REFERÊNCIAS

ACQUAVIVA, Marcus Cláudio. Dicionário jurídico Acquaviva. São Paulo: Rideel, 2007.1019 p.

APAP, Georges. A construção dos saberes e da cidadania: da escola à cidade. Traduzido por Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2002. 256 p.

BARRETTO, Vicente de Paulo. Dicionário de filosofia do direito. São Leopoldo, RS: Editora UNISINOS, 2006, p.125-128. 874 p.

BATISTELA, R. F. Um kit de espelhos planos para o ensino de geometria. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2005. 134 p. (Mestrado em Educação Matemática).

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Fenomenologia: confrontos a avanços. São Paulo: Editora Cortez, 2000. 167 p.

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

COMTE-SPONVILLE, André. Dicionário filosófico. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 668p.

COVRE, Maria de Lourdes Manzini. O que é cidadania. Coleção Primeiros Passos. São Paulo: editora Brasiliense, 1991. 112 p.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1987. 115 p.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Da globalização à glocalização: multiculturalismo e etnomatemática. In: D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação matemática: da teoria à prática. 23. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012, p.99-110.

FIALHO, Cláudia. Cidadania e Educação Matemática Crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2005. 169 p. (Mestrado em Educação – Didática da Matemática).

PINSKY, Jaime. Cidadania e educação. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2008. 140 p.

RICHIT, Adriana. Políticas públicas e a formação do cidadão em educação matemática. Palestra proferida no EBEM XIX, UFRB, jul.,2011.

SKOVSMOSE, Ole. Desafios da reflexão em educação matemática crítica; tradução: Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa – Campinas, SP; Papirus, 2008.

REFLETINDO O TEMA POLÍTICO-SOCIAL NO CURRÍCULO DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO

Clarissa de Assis Olgin
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Refletindo o Tema Político-Social no Currículo de Matemática do Ensino Médio

Clarissa de Assis Olgin[1]
clarissa_olgin@yahoo.com.br
Universidade Luterana do Brasil-ULBRA-RS
Claudia Lisete Oliveira Groenwald[2]
claudiag@ulbra.br
Universidade Luterana do Brasil-ULBRA-RS

Resumo

Este artigo apresenta um estudo referente à escolha de critérios para seleção de temas a serem trabalhados no Currículo de Matemática do Ensino Médio, que busquem contribuir para o desenvolvimento de atividades didáticas que aliem os conteúdos matemáticos a temas de interesse. O Currículo numa perspectiva política da Educação atua como uma forma de escolarização, evidenciando as relações entre escola e sociedade, interesses individuais e de grupo, interesses políticos e ideológicos. Este trabalho justifica-se pela importância do professor trabalhar com temas que permitam o enriquecimento do currículo, auxiliando os alunos a resolverem problemas da vida cotidiana, tornando-se cidadãos ativos, participativos e conscientes de seu papel na sociedade. A partir das contribuições de Skovsmose (2006), Doll Jr. (1997) e Silva (2009) elaborou-se atividades didáticas com o tema Político-Social. Os resultados apontam que um tema de interesse pode ser o Político-Social, possibilitando o desenvolvimento de atividades didáticas com conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: Currículo de Matemática. Ensino Médio. Tema Político-Social.

Abstract

This article presents a study about the criteria to select themes to be worked by the Mathematics Curriculum in high school. These themes could contribute to the development of didactic activities that connects mathematics contents to subjects of interest. From the political perspective in Education, the curriculum works as a form of schooling, and reflecting the relations between school and society, individual and group interests, and political and ideological concerns. This study is justified by the importance of the fact that the teacher works with themes that allow the enrichment of the curriculum, helping students solve problems in everyday life becoming participative and active citizens, aware of their role in society. Based on the contributions by Skovsmose (2006), Doll Jr. (1997), and Silva (2009), didactic activities with Social political themes had been developed. The results indicate that a theme of interest may be Social political making possible to develop didactic activities in mathematics contents.

Keywords: Mathematics Curriculum. High School. Politico-Social Theme.

1 Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA; Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela ULBRA; Canoas; Rio Grande do Sul; Brasil; clarissa_olgin@yahoo.com.br.

2 Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Pontifícia de Salamanca – Espanha; Professora do Curso de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA; Canoas; Rio Grande do Sul; Brasil; claudiag@ulbra.br.

Introdução

Este trabalho é um recorte da pesquisa de doutorado intitulada "Temas de interesse no Currículo do Ensino Médio: possibilidades e desafios", em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Neste artigo, apresenta-se um estudo referente a critérios para seleção de temas para a disciplina de Matemática no Ensino Médio, entendendo que os temas precisam estar relacionados à vida moderna e interligados aos conteúdos matemáticos, verificando as possibilidades e desafios para sua implementação[3] no currículo dessa disciplina. Tais temas devem proporcionar ao estudante revisar, aprofundar e construir conceitos matemáticos.

De acordo com os documentos oficiais, que norteiam os trabalhos educacionais, existe necessidade de contextualizar os conteúdos matemáticos do Ensino Médio, de forma a propiciar ao estudante o aprender a conhecer, fazer, viver e ser (BRASIL, 1999). Acredita-se que uma possibilidade para que isso aconteça é desenvolvendo os conteúdos através de temas de interesse que envolvam aspectos relevantes da vida em sociedade, possibilitando aos estudantes estabelecer relações entre a teoria e a prática.

O objetivo deste trabalho foi investigar quais critérios podem ser utilizados para escolha de temas que possam ser desenvolvidos no Currículo de Matemática do Ensino Médio, considerando o que ensinar e como ensinar os conteúdos de Matemática. Como sugestão, apresenta-se uma sequência de atividades didáticas com o tema Político-Social para o desenvolvimento de conceitos matemáticos relativos ao conteúdo de Matemática Financeira.

1 Metodologia de investigação

A metodologia utilizada baseia-se em uma abordagem qualitativa, que de acordo com Godoy (1995), apresenta quatro características básicas: a primeira refere-se ao fato de que a pesquisa qualitativa utiliza o ambiente natural como fonte direta de dados, no qual o pesquisador é considerado um instrumento fundamental no processo de pesquisa; a segunda indica uma pesquisa descritiva; outra característica é a de que os pesquisadores devem procurar compreender o fenômeno em estudo a partir da visão dos participantes da pesquisa; e a quarta característica é a de que o pesquisador deve seguir um enfoque indutivo na análise dos dados.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de investigar

3 Implementação está sendo utilizado no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar.

critérios para escolha de temas para o Currículo de Matemática do Ensino Médio. Em seguida, desenvolveu-se uma sequência de atividades didáticas utilizando o tema Político-Social, envolvendo questões trabalhistas, levando-se em consideração as pesquisas realizadas por Skovsmose (2006), Doll Jr. (1997) e Silva (2009), visando subsidiar os professores na escolha de assuntos a serem desenvolvidos na Matemática do Ensino Médio.

Foi aplicado um experimento em uma turma do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Berthalina Kirsch, no município de Igrejinha, no Rio Grande do Sul, no turno da manhã, em dois períodos a cada dia, totalizando 16 horas aula, no período de novembro a dezembro de 2013.

A turma era formada por 47 alunos, na faixa etária entre 15 e 18 anos. Nessa classe, 11 alunos já foram reprovados, sendo que 2 repetiram o 1º ano do Ensino Médio e 9 repetiram em alguma série do Ensino Fundamental. Dos 47 alunos, 24 trabalham no turno da tarde com carga horária entre 4 e 8 horas diárias.

Para realização das atividades solicitadas no experimento, as turmas se organizaram em grupos de cinco alunos, totalizando 12 grupos, denominados A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L.

2 Contribuições de Skovsmose, Doll Jr. e Silva para a seleção de critérios para temas no Ensino Médio

Na busca de subsídios para seleção de temas para o Currículo de Matemática do Ensino Médio, buscou-se suporte nas ideias de vários autores, que se relata a seguir.

Skovsmose (2006) apresenta como questão norteadora a democracia, refletindo e discutindo de que forma o trabalho metodológico com projetos e/ou modelagem pode contribuir para o desenvolvimento de temas relevantes à Educação Matemática (EM). De acordo com o autor, em um Currículo Crítico, o universo educacional relaciona-se a problemas existentes fora do contexto escolar. Para a escolha dos mesmos sugere dois critérios: o subjetivo, no qual o problema deve ser relevante para os estudantes e pode ser definido através das experiências e do quadro teórico dos mesmos; e o objetivo, no qual o problema precisa relacionar-se com problemas sociais existentes. Na Educação Crítica (EC), esses problemas devem estar interligados a situações e conflitos sociais e se faz necessário que os estudantes os assumam como seus.

Segundo Skovsmose (2006) na Dinamarca, no Ensino Básico e Superior, utilizam-se duas estratégias no desenvolvimento de uma prática de EC: a tematização ou a organização em projetos. A tematização é bastante utilizada nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, pois se torna viável o trabalho com EC desde que se integrem diferentes componentes curriculares e o trabalho em conjunto entre professores. Já a organização em projetos é utilizada nas universidades, pois precisa não só de uma reestruturação do programa de estudos, como também, uma organização de espaços nesse ambiente, visto que o estudante necessita de um local para trabalhar com o seu grupo (SKOVSMOSE, 2006).

Skovsmose (1999) apresenta algumas condições, descritas a seguir, para contextualizar a Matemática básica através de temáticas. Primeiramente, o tema deve ser conhecido pelos alunos ou possível de ser descrito em termos não matemáticos, além de pertencer a situações do cotidiano estudantil. Importante evitar temas cujo significado só pode ser explicado se for desenvolvido todo o assunto. A segunda condição aponta a necessidade dos alunos terem acesso ao conteúdo em diferentes níveis, podendo desenvolver o tema, mesmo que tenham habilidades diferentes. Por isso, o tema não precisa ter um nível predeterminado de dificuldade ou algum tipo de classificação ou agrupamento, de acordo com as habilidades dos alunos. A condição seguinte é a necessidade de o tema possuir um valor em si mesmo, pois o trabalho com temáticas não deve ser considerado como uma introdução aos conteúdos que serão desenvolvidos. Por último, o trabalho com temas precisa possibilitar a criação de conceitos matemáticos, ideias acerca da sistematização ou de onde e como usar a Matemática, propiciando o desenvolvimento de habilidades (SKOVSMOSE, 1999).

Doll Jr. (1997), contribui na busca de critérios para escolha de temas, através de sua pesquisa referente ao Currículo Pós-Moderno. De acordo com o autor, um currículo Pós-Moderno pode ser avaliado utilizando-se os quatro Rs que representam riqueza, recursão, relação e rigor.

O primeiro R, proposto pelo autor, refere-se ao critério riqueza, que é relativo ao aprofundamento das questões propostas pelo currículo, as quais envolvem os significados e as múltiplas possibilidades de interpretações. Segundo o autor, os alunos e professores, em um currículo Pós-Moderno, têm a necessidade de se transformar e serem transformados. Para isso, o currículo requer um grau de indeterminância, irregularidade, ineficiência, caos, desequilíbrio, desregramento e experiência vivida. Mas, o fato do currículo precisar de qualidades perturbadoras não deve ser um problema, considerando que essas qualidades formam as problemáticas da vida, sendo fundamentais para um currículo rico e transformador. Isso quer dizer que as problemáticas, as perturbações e as possibilidades são aspectos próprios do currículo, os quais lhe dão riqueza.

O critério recursão, de acordo com Doll Jr. (1997), refere-se à possibilidade de recorrer ou ocorrer novamente. A recursão está relacionada à operação matemática da interação, ou seja, à repetição, pois, na interação, utiliza-se uma fórmula matemática repetidamente.

Apoiado nas ideias de Bruner, o autor expõe que a recursão para a Epistemologia e a Pedagogia se refere menos a Matemática e mais à capacidade humana de fazer com que os pensamentos se conectem em circuitos, pois essa conexão de pensamentos com pensamentos permite que se criem significados, oportunizando ao aluno construir conceitos. Doll Jr. (1997) enfatiza o fato de um currículo que usa recursão não ter um início ou final, pois cada final é um início para um novo projeto. Ainda, quanto a esse critério, recursão e repetição diferem-se, pois uma não repercute na outra. A repetição busca melhorar o desempenho, pois o processo de reflexão assume um papel ineficaz, visto que ocorre uma automatização de procedimentos. Por outro lado, o processo recursivo "visa desenvolver a competência, a capacidade de organizar, combinar, inquerir, utilizar as coisas heuristicamente" (DOLL JR., 1997, p. 195). A recursão se utiliza da reflexão convenientemente, pois é no ato de refletir que ideias se relacionam e nesse processo há uma necessidade de outros olhares, opiniões, críticas e análises do que foi realizado ou projetado, porque a essência da recursão está no diálogo, caso contrário ela não seria reflexiva.

Já o critério relações, em um currículo Pós-Moderno, caracteriza-se pelas relações que são importantes de duas maneiras: pedagógica e cultural. A primeira refere-se às relações intrínsecas do currículo, o que lhe torna cada vez mais rico. As relações pedagógicas evidenciam as possíveis conexões dentro de uma estrutura curricular que lhe dão profundidade. No entanto, essas relações em um currículo pós-moderno, precisam ser construídas em um processo recursivo de fazer, refletindo sobre este fazer e, é nesse processo, que o currículo desenvolve sua riqueza. A segunda refere-se às relações culturais extrínsecas do currículo, que formam uma rede, na qual o currículo está vinculado. As relações culturais ressaltam a importância da narração e do diálogo como meios de interpretação. Da narração resultam os conceitos de história, linguagem e lugar. O diálogo permite que esses três aspectos interajam, de forma a propiciar um juízo de cultura, que pode ser local ou global.

Segundo Doll Jr. (1997), o rigor é o critério mais importante, pois evita que um currículo transformativo se reduza a um relativismo. Em um currículo Pós-Moderno, para analisar um assunto rigorosamente, precisa-se fazer um levantamento de todas as interpretações possíveis. Para isso, o rigor expressa a intencionalidade de buscar distintos caminhos, alternativas, associações, relações, comparações e conexões, procurando elucidar as suposições, para que se tenha no currículo, um diálogo significativo e transformador.

O pesquisador Silva (2009), em sua tese de doutorado "Currículo no Ensino Médio: em busca de critérios para escolha e organização de conteúdos", baseando-se, também, nas ideias de Doll Jr. sugere critérios para escolha dos conteúdos matemáticos (riqueza, reflexão, realidade e responsabilidade) e critérios para organização (recursão, relações, rigor e ressignificação) dos mesmos no Ensino Médio.

O primeiro critério para escolha de conteúdos no Ensino Médio é riqueza que está relacionado às "[...] problemáticas, perturbações e possibilidades" (SILVA, 2009, p. 187). Segundo o autor, a riqueza salienta a ideia de que um currículo não pode ser visto como uma camisa de força, que gerencia a utilização dos conteúdos. Esse critério vislumbra a possibilidade de trabalhar elementos da própria Matemática, buscando mostrar sua diversidade, certezas e incertezas.

O segundo critério, reflexão, apontado por Silva (2009), discute a questão do papel social da Matemática, como uma forma de transformar a sociedade. Esse critério está relacionado aos conflitos locais, que por meio dos conteúdos podem sugerir respostas ou encaminhamentos que solucionem o problema.

Para Silva (2009) o critério realidade refere-se a uma prática que propicie trabalhar com os diversos contextos, sendo eles, culturais, sociais ou econômicos, buscando que os mesmos permeiem a comunidade, visto que os problemas de uma comunidade representam a realidade do grupo social ali inserido e os conteúdos matemáticos poderiam auxiliar na modelação e resolução dos mesmos, não para obter uma resposta matematicamente certa, mas buscando caminhos ou possibilidades que possam vir a contribuir para que a comunidade encontre uma solução. Silva (2009) recomenda a metodologia de Modelagem Matemática e Projetos de Trabalhos para auxiliar no desenvolvimento de conteúdos que envolvam esse critério, argumentando que essas metodologias viabilizam trabalhar com problemas importantes para a comunidade, envolvendo aspectos sociais, políticos ou econômicos, tendo em vista que essas metodologias estão relacionadas a questões de aplicações.

Segundo Silva (2009), o critério responsabilidade refere-se a como são utilizados os conteúdos matemáticos, ou seja, está relacionada à forma de seleção dos conteúdos, mais propriamente, na escolha de conteúdos que permitem ser desenvolvidos totalmente, que oportunizem estabelecer associações entre si ou com outros conteúdos matemáticos, com distintos graus de complexidade. Para o autor, a Matemática desenvolvida no Ensino Médio é uma "[...] história contada pela metade" (SILVA, 2009, p. 195), pois, por exemplo, ao tratar dos conteúdos de matrizes e determinantes, nada se fala sobre sua relação com a Álgebra Linear.

Quanto aos critérios de organização dos conteúdos, para Silva (2009) o critério recursão trata da possibilidade do aluno rever o conteúdo em novos contextos, com diferentes níveis de dificuldade. Refere-se à possibilidade de trabalhar os conteúdos a partir de outros temas, ou seja, a elaboração de várias atividades que permitem revisitar os conteúdos.

O segundo critério, relações, Silva (2009), diz respeito a duas dimensões: a pedagógica e a cultural. A primeira discute os elementos que estão relacionados à estrutura interna do currículo e a segunda propõe examinar as características da cultura local, mas essas dimensões não se afastam, bem pelo contrário, se complementam. A dimensão pedagógica aborda a questão do tempo no processo de ensino e aprendizagem como tendo um papel secundário, visto que a relação entre o currículo e o tempo precisa ser realizada da melhor forma possível, pois o currículo não pode levar em consideração apenas a sequência linear dos conteúdos a serem cumpridos, o professor necessita saber qual a profundidade que deve abordar os conteúdos trabalhados com seus alunos. A segunda dimensão refere-se à influência da cultura nas relações que permeiam o ambiente escolar.

O critério rigor refere-se às características organizacionais e metodológicas envolvidas na prática docente. Para o autor o critério rigor trata da organização dos conteúdos e do planejamento conjunto entre professores, alunos, coordenação pedagógica e direção, na tomada de decisões referentes às estratégias metodológicas que serão utilizadas.

O critério ressignificação trata de recontextualizar um conteúdo dentro de outro tema, por exemplo, construir conceitos com base na História da Matemática. Segundo Silva (2009), quando se promove a compreensão dos conteúdos matemáticos em diferentes contextos se pode produzir novos significados que levem os alunos a estabelecerem relações enriquecedoras.

Contudo, os critérios estabelecidos pelos autores permitem que se perceba a importância de estabelecer uma seleção de temas a serem abordados no Currículo de Matemática do Ensino Médio, possibilitando clareza de que o tema proposto é adequado à atividade planejada pelo professor, se permite desenvolver os conteúdos matemáticos relacionados ao tema em questão e se oportuniza perceber o papel da Matemática frente às questões sociais, políticas, econômicas, ambientais e culturais.

3 Reflexões sobre as contribuições de Skovsmose, Doll Jr. e Silva para a seleção de critérios para temas no Currículo de Matemática do Ensino Médio

Para a construção de critérios, entende-se que é relevante refletir sobre as questões sugeridas por Skovsmose (2006), porque, ao trabalhar com temas, é necessário verificar quais são as aplicabilidades do mesmo, buscando responder às questões: A quem esse tema interessa, ao aluno, ao professor, à escola ou à comunidade? Onde vai ser utilizado? Como vai ser desenvolvido? Com quais objetivos se pretende desenvolver esse assunto? Além disso, objetiva buscar critérios, há necessidade de justificar os interesses por detrás do assunto, ou seja, quais são as expectativas/objetivos do professor e dos alunos ao desenvolverem esse tema, que conhecimento pretende-se construir ao estudá-lo.

A respeito dos pressupostos por detrás do assunto, elencado por Skovsmose (2006), nesse trabalho, tem-se a necessidade de verificar quais são os encaminhamentos para que o assunto gere questões e problemas que possam ser representados e explicados em termos matemáticos. Quanto às funções do assunto, o professor e os alunos precisam ter clareza do porquê da pesquisa, para justificar as implicações que este produz. Também, é imprescindível verificar quais são as limitações do tema, ou seja, quando o mesmo não tem importância para o que se pretende pesquisar.

Ao indicar temas que podem ser desenvolvidos em sala de aula, pretende-se que o currículo seja construtivo, no qual professor e alunos conversem sobre os encaminhamentos da pesquisa, possibilitando a participação ativa dos estudantes no desenvolvimento das atividades e a construção de conceitos matemáticos. Nesse sentido, os quatro "Rs" investigados por Doll Jr. (1997) pode contribuir para escolha de temas. O critério riqueza permitirá que professores e alunos transformem e sejam transformados, através de temas que possibilitem desenvolver diversas atividades, construir conceitos, revisar ou ampliar os conteúdos matemáticos. O critério recursão refere-se a possibilidade de escolha de temas que permitam ao aluno refletir-sobre-o-fazer, buscando pensar e repensar sobre os caminhos adotados para resolução das atividades. O critério relações é importante, pois este evidencia as possíveis conexões entre os temas e os conteúdos matemáticos em um processo recursivo de fazer, refletindo sobre este fazer. O critério rigor está relacionado à escolha dos temas, que permitam desenvolver conteúdos matemáticos, buscando, conforme as indicações de Silva (2009), verificar as possibilidades metodológicas e organizacionais de aplicação do tema escolhido.

Também, os critérios propostos por Silva (2009) para escolha e organização dos conteúdos podem ser explorados e utilizados na seleção de temas, pois estes ao serem desenvolvidos precisam apresentar aspectos relacionados à reflexão, no qual os temas podem ligar os conteúdos matemáticos a assuntos relacionados à economia familiar, saneamento básico, entre outros, permitindo abordar problemas locais, o que leva ao critério realidade e responsabilidade, pois, verificar possibilidades de soluções ou formas de amenizar os impactos de problemas desta natureza, proporciona aos estudantes perceberem a importância da disciplina de Matemática na construção da sociedade em que vivem. O critério ressignificação está presente na escolha de temas que desenvolvam ou revisitem os conteúdos matemáticos em novos contextos.

Os autores Skovsmose (2006), Doll Jr. (1997) e Silva (2009) fazem com que se reflita sobre a construção de atividades que permitam abordar os conteúdos matemáticos do Ensino

Médio, não apenas buscando o conhecimento matemático, mas compreendendo como estes conceitos podem contribuir para a formação do cidadão.

De acordo com Azcárate (1997), o currículo de Matemática poderia ser organizado por uma rede de problemas que permitam ao aluno compreender e interagir com a realidade social, cultural, política e natural, mas, para isso, é importante buscar temas que façam parte da realidade desses alunos e que permitam o desenvolvimento de conteúdos matemáticos necessários para a vida cotidiana desses estudantes. Dessa forma, talvez seja possível vislumbrar o objetivo da Educação Matemática, que é desenvolver estratégias intelectuais que permitam a construção de uma Matemática como corpo de conhecimentos, de técnicas e procedimentos que sejam úteis para satisfazer as necessidades da vida em sociedade.

Portanto, são necessárias mudanças, é preciso que se reflita sobre o Currículo de Matemática do Ensino Médio. Assim, desenvolver os conteúdos matemáticos aliados a temas implica relacionar o conhecimento matemático construído nas escolas a saberes relacionado à vida em sociedade, com a intenção de conscientizar os estudantes da importância de serem cidadãos críticos e participativos.

4 Currículo de Matemática do Ensino Médio e o tema Político Social

Os documentos oficiais mostram uma preocupação com a organização curricular, conforme indicações do Plano Nacional da Educação (2011-2020) que expõe a necessidade de diversificar o Currículo do Ensino Médio, buscando estimular o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação, relacionando a educação formal com a popular, incentivando o uso de novas práticas pedagógicas (BRASIL, 2011). No estado do Rio Grande do Sul, tem-se a proposta pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio (2011) que se constitui na formação de um Ensino Médio baseado na articulação das áreas de conhecimento e suas tecnologias com os eixos cultura, ciência, tecnologia e trabalho, no qual objetiva que os conteúdos formais tenham por base os conteúdos sociais. De acordo com Brasil (2011), esta forma de ensino não visa profissionalizar os estudantes, mas apresentar uma nova organização curricular (RIO GRANDE DO SUL, 2011).

Nesse sentido, para a seleção de temas a serem desenvolvidos em sala de aula envolvendo os conteúdos matemáticos, pode-se utilizar as questões relacionadas a um Currículo Crítico propostos pelo pesquisador Skovsmose (2006). Assim, ao desenvolver o tema Político Social em Matemática, a aplicabilidade do assunto pode ser percebida, por exemplo, ao desenvolver questões que proporcionem ao estudante um conhecimento referente às relações de trabalho. Esse tema vai além de proporcionar o desenvolvimento do conteúdo de Matemática Financeira, pois permite ao estudante ter uma visão crítica em relação às questões de trabalho, por exemplo, ao tratar o valor do salário mínimo e as despesas necessárias que este visa atender (alimentação, vestuário, saúde, educação e laser). Ainda, este tema permite construir atividades didáticas que levem o estudante a perceber o quanto pode gastar de acordo com a sua renda familiar, oportunizando o desenvolvimento de atividades que tratem sobre: Imposto de Renda, Fundo de Garantia, Instituto Nacional do Seguro Nacional, entre outros. Quanto ao interesse por detrás do assunto tem-se que o Currículo de Matemática precisa viabilizar que os estudantes, do Ensino Médio, saibam as questões relacionadas ao trabalho, como calcular uma folha de pagamento ou de um contracheque, para que, futuramente, se posicionem e utilizem os conhecimentos matemáticos frente a estas questões.

Os critérios riqueza, relações e ressignificação, segundo Doll Jr. (1997) e Silva (2009), podem ser percebidos através da possibilidade de relacionar os conteúdos matemáticos às questões salariais que podem ser desenvolvidos em diferentes perspectivas, mostrando as diferenças salariais, a questão do trabalho e consumo, etc.. Os critérios recursão, reflexão e rigor podem ser percebidos, por meio do pensar e refletir sobre os conteúdos matemáticos envolvidos em atividades que envolvem os cálculos trabalhistas, como adicional noturno, insalubridade, hora-extra, vale-transporte. Os critérios realidade e responsabilidade podem ser percebidos a partir de atividades didáticas que relacionem questões de trabalho e consumo, buscando mostrar ao estudante a importância de se ter uma economia familiar equilibrada, que atenda as necessidades básicas.

5 Sequência de atividades didáticas envolvendo o tema Político-Social no Currículo de Matemática no Ensino Médio

Para o desenvolvimento do tema Político-Social optou-se por desenvolver uma sequência didática com o assunto salário, por entender que esse tema é importante para o estudante do Ensino Médio, que futuramente estará no mercado de trabalho ou que já se encontra inserido no mesmo. As questões salariais fazem parte da vida do cidadão e o professor pode viabilizar o desenvolvimento de atividades didáticas envolvendo esse assunto, possibilitando que o aluno desenvolva um pensamento crítico frente a essa temática.

De acordo com Zabala (1998) e Pannuti (2004), uma sequência didática baseia-se em um conjunto de ações planejadas e organizadas antecipadamente de forma a alcançar os objetivos previstos, buscando verificar situações de aprendizagem. Nesse sentido, a sequência proposta foi organizada em seis momentos, conforme a figura 1.

MOMENTOS	DESCRIÇÃO
1° Momento	Apresentação dos sujeitos envolvidos em uma relação de trabalho (Empregado e Empregador), definindo o que é remuneração e salário.
2° Momento	Discussão de questões relacionadas ao salário Mínimo, observando as necessidades básicas que esse valor tem que cobrir.
3° Momento	Divisão da folha de pagamento (proventos e descontos) e seus respectivos cálculos.
4° Momento	Conhecendo um contracheque e realizando seus cálculos.
5° Momento	Desenvolvimento de atividades retiradas ou adaptadas de livros didáticos e do ENEM envolvendo o tema Político-social.
6° Momento	Utilização do software Excel, para calcular uma folha de pagamento.

Figura 1 - Organização da sequência didática.

Para falar em folha de pagamento faz-se necessário primeiramente mencionar os sujeitos envolvidos na relação de trabalho, ou seja, o empregado e o empregador. O empregado refere-se à pessoa física que presta serviços ao empregador, mediante um salário. O empregador é a pessoa jurídica que utiliza os serviços do empregado mediante contrato de trabalho (DINIZ, 2000).

O empregador deve utilizar a folha de pagamento[4] (podendo ser feita a mão, por processo mecânico ou eletrônico), para registrar todos os proventos e descontos dos empregados durante o mês. Esses registros devem ficar a disposição da fiscalização e auditorias internas ou externas, buscando fornecer as informações necessárias para que a empresa continue funcionando normalmente. A folha de pagamento, normalmente, apresenta a seguinte divisão: proventos e descontos. Corresponde aos proventos o salário, horas extras, adicional de insalubridade, adicional de periculosidade, salário-família, prêmios, comissões, gratificações, abonos, entre outros. Fazem parte dos descontos o Imposto de Renda, a Contribuição Sindical, faltas e atrasos, vale-transporte, previdência social, vale-refeição, seguros, convênios, etc. (OLIVEIRA, 1997; VIANNA, 1997).

Segundo Augusto e Costa (1997), salário é o pagamento devido ao empregado referente ao serviço prestado e a remuneração corresponde à soma do salário com os adicionais, como por exemplo, as horas extras, o salário-família, entre outros.

Ainda, tem-se o salário mínimo que é o menor valor pago pelo empregador ao empregado, esse valor fixado por lei precisa atender as necessidades básicas do empregado,

4 A folha de pagamento é o extrato fornecido individualmente aos funcionários para verificação das importâncias pagas, descontos e total líquido a receber da empresa (VIANNA, 1997).

tais como, moradia, alimentação, educação, saúde, lazer, higiene, previdência e vestuário (DINIZ, 2000; OLIVEIRA, 2004).

Serão abordados, neste momento, alguns proventos que podem fazer parte da folha de pagamento, bem como a realização de seus cálculos. A hora extra se refere às horas realizadas além da jornada de trabalho contratada, não podendo, por lei, o empregado fazer mais de duas horas extras por dia, exceto em casos excepcionais, se solicitado antecipadamente pelo empregador ao Ministério do Trabalho, que poderá permitir no máximo quatro horas pelo prazo de dez dias. As horas extras devem ser pagas pelo empregador com no mínimo 50% a mais sobre o valor da hora trabalhada, conforme a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Para calcular a hora extra, deve-se dividir o salário mensal pela carga horária mensal, assim obtém-se o valor da hora trabalhada, nesse valor acrescenta-se 50% do valor da hora trabalhada, que se refere ao valor da hora extra (AUGUSTO & COSTA, 1997).

Atividade 1: Um empregado que trabalha como auxiliar de produção recebe R$1124,00 mensais trabalhando 8 horas por dia. No mês de abril, por motivo de força maior, fez 40 horas extras. Quanto receberá pelas horas trabalhadas além de sua carga horária? (Adaptado de CORTEZ, 2001, p.25).

Ainda, de acordo com a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), todo trabalhador tem direito ao descanso semanal de 24 horas consecutivas, de preferência aos domingos, salvo em caso de necessidade ou conveniência pública. Também, a Súmula nº 172 do Tribunal Superior do Trabalho (TST) estabelece que as horas extras sejam integradas no cálculo do Descanso Semanal Remunerado (DSR). Para determinar esse valor, divide-se o valor total das horas extras realizadas pelos dias úteis do mês e multiplica-se pelo número de domingos e feriados do mês, não esquecendo que o sábado é considerado dia útil, exceto quando for feriado oficial (OLIVEIRA, 1997).

Atividade 2: Um empregado que trabalha como técnico em contabilidade na empresa Fátima Assessoria Jurídica e recebe R$ 954,00 mensais, tendo uma carga horária de 180 horas mensais (6h diárias). No mês de junho de 2013, por motivo de força maior, fez 27 horas extras. Qual é o valor do DSR?

O adicional noturno caracteriza-se pelo trabalho realizado entre as 22 horas de um dia e às 5 horas do dia seguinte, sendo à hora noturna de 52 minutos e 30 segundos, no qual o trabalhador será remunerado com um adicional de no mínimo 20% do valor da hora normal (VIANNA, 1997). No cálculo do adicional noturno precisa-se dividir o salário mensal pela carga horária mensal, obtendo-se o valor da hora trabalhada, nesse valor acrescenta-se 20% referente ao adicional noturno (AUGUSTO & COSTA, 1997).

Atividade 3: Um funcionário da empresa AWP e Cia recebe mensalmente R$ 720,00, trabalhando 8 horas por dia. Realizou 12 horas mensais de trabalho noturno. Quanto este funcionário ganhou de adicional noturno no mês? (Adaptado de OLIVEIRA, 1997, p. 25).

O adicional de insalubridade é devido ao empregado que exerce atividades cuja natureza lhe exponha a agentes prejudiciais a sua saúde. Este adicional apresenta três graus de insalubridade, sendo eles: o grau máximo que corresponde a um adicional de 40%, o grau médio com adicional de 20% e o grau mínimo com adicional de 10% sobre o salário mínimo (AUGUSTO & COSTA, 1997).

Atividade 4: Um funcionário da Clínica Boa Ventura recebe mensalmente R$ 1268,70, e tem uma carga horária de 180 horas mensais (6h diárias). Sabendo que o funcionário tem direito a insalubridade de 20%, quanto este funcionário ganha deste adicional no mês? (Utilize o valor do Salário Mínimo Nacional de 2013).

Aos empregados que exercem atividades perigosas, ou seja, que trabalham com materiais inflamáveis ou explosivos, recebe um adicional de periculosidade de 30% sobre o salário base, ou seja, sobre o salário contratual. Ainda, o empregado que trabalhe em serviço insalubre e perigoso deverá optar por um dos adicionais (OLIVEIRA, 1997).

Atividade 5: Um empregado da empresa Soares Radiadores recebe mensalmente R$ 948,35, trabalhando 8 horas por dia e recebe adicional de periculosidade, pois trabalha em local que coloca sua vida em risco. Quanto este funcionário ganha de adicional de periculosidade no mês? (Adaptado de OLIVEIRA, 2004, p. 204).

Outro provento que compõem a folha de pagamento é o salário família. Todo trabalhador de baixa renda, conforme a lei, que tenha filhos até quatorze anos, ou inválido de qualquer idade, tem direito a receber o salário família de acordo com o número de filhos que tiver (CORTEZ, 2001). A partir de janeiro de 2013, a quota para o salário família é de R$ 33,16 para os trabalhadores que tem uma remuneração de até R$ 646,55 e de R$ 23,36 para os trabalhadores que tem uma remuneração de R$ 646,56 a R$ 971,78.

Atividade 6: A empresa Artigo Importados S.A. paga mensalmente a uma de suas funcionária duas cotas referentes ao salário família. Sabendo que a funcionária e recebe uma remuneração mensal de R$ 696,00, quanto essa funcionária recebe mensalmente de Salário família?

O décimo terceiro salário (gratificação de natal) refere-se a uma gratificação compulsória devida ao trabalhador, no mês de dezembro. O trabalhador tem direito a essa gratificação a partir do período que é admitido na empresa, por serviços prestados anualmente, sendo que esse valor é calculado por frações mensais de um doze avos sobre a remuneração (DINIZ, 2000).

Também, será devido a todo trabalhador, que completar doze meses de período aquisitivo de trabalho, o direito a um descanso de 30 dias (férias). Se o empregador ultrapassar o limite de doze meses subsequentes ao período aquisitivo desse direito, deverá pagar as férias em dobro ao empregado (DINIZ, 2000; CORTEZ, 2001). O valor pago ao empregado no período de férias é a remuneração acrescida de um terço, observando as condições previstas em lei.

Atividade 7: Um funcionário da empresa Reparos Automotivos tem direito a receber o décimo terceiro proporcional, pois tem 8 meses de efetivo período de trabalho prestado. Sabendo que esse funcionário teve uma remuneração de R$ 1340,00 por mês, qual é o valor que deve receber de décimo terceiro salário? (Adaptado de AUGUSTO E COSTA, 1997, p. 64).

Ainda, segundo a Constituição Federal (BRASIL, 1988) a arrecadação referente às contribuições para o Programa de Integração Social (PIS) e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) financia o programa Seguro-desemprego[5] e o abono de um salário mínimo anual aos funcionários que recebem até dois salários mínimos de remuneração por mês.

O Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), em uma folha de pagamento não representa proventos e nem descontos, pois o empregador precisa depositar obrigatoriamente 8% da remuneração paga no mês anterior, a cada trabalhador a título de FGTS. Este busca auxiliar o trabalhador, em caso de encerramento da relação de emprego, conforme previsto na CLT (OLIVEIRA, 2004).

Alguns descontos que podem fazer parte da folha de pagamento são: Instituto Nacional do Seguro Nacional (INSS), Vale-Transporte (VT), Contribuição Sindical e o Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF).

Em 1990 foi criado o Instituto Nacional do Seguro Nacional (INSS) para receber as contribuições dos empregados e tem a função de realizar os pagamentos de aposentadoria, auxílio-doença, pensão por morte, auxílio-acidente, entre outros benefícios. A previdência social caracteriza-se por ser um seguro que todo empregado contribui, sendo descontado mensalmente durante todo período trabalhado (OLIVEIRA, 1997). O valor do desconto de INSS (tabela 1) é realizado diretamente na folha de pagamento, respeitando os valores a serem descontados, conforme tabela de desconto do INSS, referente à contribuição dos segurados empregados, empregados domésticos e trabalhadores avulsos, a partir de 1º de janeiro de 2013, de acordo com Portaria Interministerial Ministério da Previdência Social/ Ministério da Fazenda nº 15, de 10 de janeiro de 2013.

5 O Seguro-desemprego tem como objetivo fornecer assistência financeira temporária ao trabalhador que está desempregado, por motivo de dispensa sem justa causa e, também, procura ajudar os trabalhadores na busca de emprego.

Tabela 1 – Tabela de alíquota de desconto do INSS.

Salário-de-contribuição (R$)	Alíquota para fins de recolhimento ao INSS (%)
até 1.247,70	8,00
de 1.247,71 até 2.079,50	9,00
de 2.079,51 até 4.159,00	11,00

Fonte: Ministério da Previdência Social, 2013.

Atividade 8: Um funcionário da empresa Móveis Killdari, teve uma remuneração de R$ 1457,85. Quanto deve ser descontado deste funcionário em sua folha de pagamento referente ao INSS? (adaptado de OLIVEIRA, 2004).

Segundo Oliveira (1997), o Imposto de Renda é um imposto recolhido sobre o valor da remuneração. Este tributo é calculado tendo por base os valores recebidos durante todo ano e deve ser declarado ao governo. O Imposto de renda retido na fonte (IRRF) é uma forma alternativa da cobrança do imposto de renda normal. Ele começou a ser aplicado em tributos onde não era necessária a identificação do contribuinte. O IRRF busca antecipado recolhimento do imposto, por meio de porcentagens mensais do salário, conforme tabela de desconto do IRRF (tabela 2) que serve de base para o cálculo mensal do Imposto sobre a Renda da Pessoa Física para o exercício de 2014, referente ao ano-calendário de 2013. Este imposto pode gerar uma restituição ou imposto a pagar pelo contribuinte, em sua declaração do Imposto de Renda.

Tabela 2 – Tabela de alíquota de desconto do IRRF.

Base de cálculo mensal em R$	Alíquota (%)	Parcela a deduzir do imposto em R$
Até 1.710,78	-	
De 1.710,79 até 2.563,91	7,5	128,31
De 2.563,92 até 3.418,59	15,0	320,60
De 3.418,60 até 4.271,59	22,5	577,00
Acima de 4.271,59	27,5	790,58

Fonte: Receita Federal, 2013.

Atividade 9: Calcule o IRRF do funcionário Airton Brandão que trabalha na empresa RSA e Cia, sabendo que o mesmo tem uma remuneração mensal de R$ 2347,63.

Segundo Oliveira (1997), outro desconto realizado na folha de pagamento é a Contribuição Sindical. O empregador deve descontar, anualmente no mês de março, na folha de pagamento de cada funcionário, um dia de trabalho referente à contribuição sindical.

Tem-se, também, o desconto referente ao Vale-Transporte (VT), que é um benefício que o empregador antecipa ao empregado para despesas com deslocamento da residência ao trabalho e do trabalho a residência. O desconto do VT na folha de pagamento do empregado poderá ser de 6% do valor do seu salário básico independente do número de dias úteis de trabalho. Se o valor do VT fornecido ao empregado for inferior a 6% de seu salário básico, será descontado apenas o valor dos vales fornecidos. Com relação ao desconto deste benefício, deverá sempre ser descontado o menor valor, sendo de responsabilidade do empregador verificar qual o menor valor a ser descontado, ou seja, a parcela de 6% ou o valor total dos vales fornecidos (VIANNA, 1997).

Atividade 10: Um funcionário tem um salário básico de R$ 720,00 mensais, sendo fornecidos 44 VT, pois o funcionário utiliza dois vales por dia. Se o valor da tarifa é R$ 2,80, quanto deve ser descontado deste funcionário referente ao VT? (adaptado de VIANNA, 1997).

Ainda, pode-se ter na folha de pagamento o desconto referente ao adiantamento salarial que são determinados pela empresa por meio de acordo ou convenções coletivas de trabalho. Esse adiantamento normalmente corresponde a 40% do salário do funcionário e pode ser pago nos dias 15 ou 20 de cada mês, sendo determinado pela empresa.

Atividade 11: Complete o contracheque, determinando os valores das horas extras, periculosidade, vale-transporte (44 vales de R$2,80), base p/ INSS, INSS, base p/ IRR, IRRF, base p/ FGTS e Depósito do FGTS.

CONTRACHEQUE	
NOME DO EMPREGADOR CHAMPION LTDA	CGC/CNPJ 89.862.000/0001-06
NOME DO FUNCIONÁRIO LEONARDO RENKEL	N° CARTEIRA DE TRABALHO 9007/0002
CARGO OU FUNÇÃO SOLDADOR	DEPARTAMENTO MONTADOR
BANCO/AGÊNCIA BANCO YZT	MÊS/ANO NOVEMBRO/2013

	REFERÊNCIA	VANTAGENS	DESCONTOS
023	220HS	1820,00	
039	4 HS	64,52	
067		10,76	
017	30%	546,00	
147			109,20
801			268,54
526			34,65

BASE P/ INSS	BASE P/ CÁLCULO IRRF	TOTAIS VENCIMENTOS	TOTAIS DESCONTOS
2 441,28	2172,74	2 441,28	412,39
BASE P/ FGTS	DEPÓSITO FGTS	LÍQUIDO A RECEBER	
		2028,89	

Fonte: adaptado de Oliveira, 1997.

Atividade 12: Sabendo que o Salário Mínimo Nacional é R$ 678,00 e deve cobrir as necessidades de alimentação, habitação, vestuário, higiene e transporte. Faça os cálculos das porcentagens gastas com cada item de acordo com a figura a seguir. Uma família com dois adultos e duas crianças consegue suprir essas necessidades com o valor do salário mínimo atual? Justifique a sua resposta.

Despesas	Percentual (%)	Valor em R$
Alimentação	55	
Habitação	20	
Vestuário	8	
Higiene	10	
Transporte	7	
Total	100	

Atividade 13: A partir de uma pesquisa em livros, internet, revistas, jornais, etc. Informe qual deveria ser, na sua opinião, o valor do Salário Mínimo Nacional para que se possam cobrir as necessidades básicas de uma família com duas pessoas adultas e duas crianças no Rio Grande do Sul?

Atividade 14: Realize os cálculos necessários para completar o contracheque.

CONTRACHEQUE	
NOME DO EMPREGADOR SWE VEÍCULOS	CGC/CNPJ 57.347.000/0001-32
NOME DO FUNCIONÁRIO ANANDA MARTINS	N° CARTEIRA DE TRABALHO 9107/0001
CARGO OU FUNÇÃO SERVIÇOS GERAIS	DEPARTAMENTO SERVIÇOS
BANCO/AGÊNCIA BANCO NACIONAL	MÊS/ANO MARÇO/2013

CÓDIGO	REFERÊNCIA	VANTAGENS	DESCONTOS
023	30d	767,80	
019	2	46,72	
011			25,59
147			46,07
801			65,16

BASE P/ INSS	BASE P/ CÁLCULO IRRF	TOTAIS VENCIMENTOS	TOTAIS DESCONTOS
814,52	749,36	814,52	136,82
BASE P/ FGTS	**DEPÓSITO FGTS**	**LÍQUIDO A RECEBER**	
814,52	65,16	677,70	

Fonte: adaptado de Oliveira, 1997.

Responda:

a) Sabendo que a funcionária Ananda, teve no mês de março os seguintes gastos: R$ 39,90 com TV a cabo, R$ 168,00 com cartão de crédito, R$ 112,00 em despesas com alimentação, R$ 77,50 com água e luz, R$ 41,60 com telefone e R$ 88,96 na parcela de um curso de Informática, construa uma tabela com os itens e valores de cada gasto de Ananda. O salário de Ananda cobre seus gastos? O que ela poderia fazer para diminuir as despesas e guardar uma quota na poupança?

b) Construa uma tabela e faça a média aritmética dos gastos da funcionária.

c) Se Ananda fizer um empréstimo de R$ 1500,00 no Banco Nacional, para compra de uma geladeira nova, a uma taxa fixa de 1,8% ao mês, a juros compostos. Quanto ela pagará de juros pelo empréstimo se pagar esse empréstimo em parcela única após 7 meses? Ananda tem condições de pagar esse empréstimo tendo por base a sua situação financeira do mês de março de 2013? (Adaptado de Souza, 2010).

Atividade 15: Observe a tabela do INSS de 2013 e construa um gráfico que represente a alíquota do INSS a ser pago em função do salário.

Atividade 16: Sabendo que o IRRF é a alíquota do salário menos a parcela a ser deduzida. Sabendo que x corresponde ao salário do trabalhador e y ao seu imposto de renda e que y é uma função de x, defina quais são as sentenças dos valores de x, utilizando a tabela de desconto do IRRF.

Atividade 17: Paulo irá comprar um imóvel cujo preço a vista é de R$ 101 000,00 e esse valor não será reajustado nos próximos meses. Ele tem R$ 86 000,00 e recebe um salário líquido mensal de R$ 9 630,00, dos quais pode aplicar R$ 7 000,00 a uma taxa de juros compostos de 8,7% ao mês. Se Paulo deixar esse dinheiro aplicado até que o Montante atinja o valor que falta para comprar o Imóvel, quanto tempo deverá esperar? E sobrará aproximadamente quanto? (Adaptado de BRASIL, 2013)

Atividade 18: (retirado do ENEM – 2011) Um jovem investidor precisa escolher qual investimento lhe trará maior retorno financeiro em uma aplicação de R$ 500,00. Para isso, pesquisa o rendimento e o imposto a ser pago em dois investimentos: poupança e CDB (certificado de depósito bancário). As informações obtidas estão resumidas a seguir:

	Rendimento mensal (%)	Imposto de Renda
Poupança	0,56	isento
CDB	0,876	4% (sobre o ganho)

Para o jovem investidor, ao final de um mês, a aplicação mais vantajosa é:

a) a poupança, pois totalizará um montante de R$ 502,80.

b) a poupança, pois totalizará um montante de R$ 500,56.

c) o CDB, pois totalizará um montante de R$ 504,38.

d) o CDB, pois totalizará um montante de R$ 504,21.

e) o CDB, pois totalizará um montante de R$ 500,87.

Atividade 19: Utilizando uma planilha de cálculo elabore a folha de pagamento de dezembro de 2013 da empresa Lages S.A., sabendo que o CNPJ da empresa é 93.901.000/0023-01 e que todos os funcionários recebem no banco Banco Ferraz. Na elaboração da planilha determine funções que façam os cálculos do INSS e do IRRF, considerando as tabelas de alíquotas de 2013.

Dados do Funcionário: Rogério Cardoso; nº carteira de trabalho – 9802/0001 e Gerente do departamento de Manutenção.

Proventos: Salário de R$ 2 486,00 e insalubridade de 20%.

Descontos: vale transporte referente a 44 vales de R$ 2,80; INSS e IRRF.

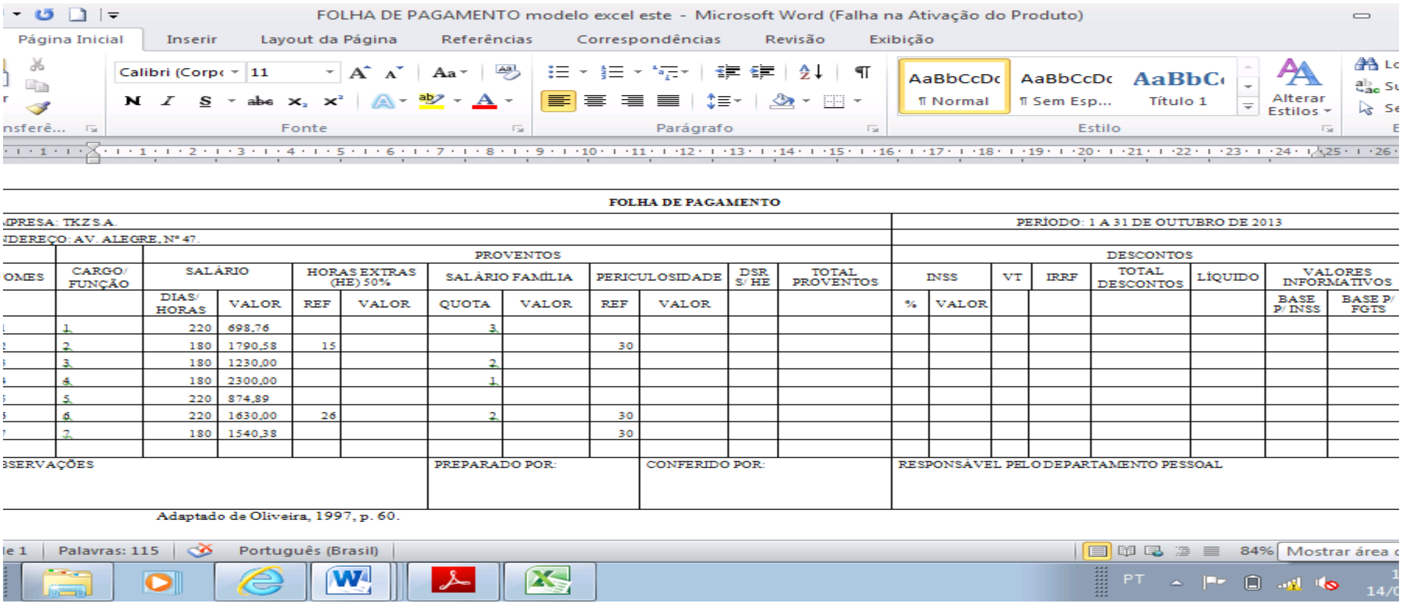
Atividade 20: Realize os cálculos necessários para completar o contracheque.

CONTRACHEQUE			
NOME DO EMPREGADOR		CGC/CNPJ	
CHAPEADORA SILVESTRE			57.347.000/0001-32
NOME DO FUNCIONÁRIO		Nº CARTEIRA DE TRABALHO	
MARIO COUTO			9107/0001
CARGO OU FUNÇÃO		DEPARTAMENTO	
AUXILIAR ADMINISTRATIVO			RECURSOS HUMANOS
BANCO/AGÊNCIA		MÊS/ANO	
BANCO RBDZ			SETEMBRO/2013
CÓDIGO	REFERÊNCIA	VANTAGENS	DESCONTOS
023	30d	2759,90	
019	3		
143			
801			
730			
BASE P/ INSS	BASE P/ CÁLCULO IRRF	TOTAIS VENCIMENTOS	TOTAIS DESCONTOS
BASE P/ FGTS	DEPÓSITO FGTS	LÍQUIDO A RECEBER	

Fonte: adaptado de Oliveira, 1997.

Atividade 21: Um funcionário recebe um salário mensal de R$ 1796,00 e tem carga horária mensal de 220 horas. Sabendo que ele realizou 45 horas extraordinárias no mês de maio de 2013, a 50%, sendo este mês de 27 dias úteis, 4 domingos e 1 feriado. Calcule as horas extras, DSR sobre hora extra, total dos proventos, INSS, IRRF, total dos descontos e o valor líquido a receber.

Atividade 22: Complete a folha de Pagamento da empresa TKZ S.A. utilizando a planilha Excel para calcular automaticamente o VT, INSS, Salário Família, FGTS, IRRF, Periculosidade, Horas extras.



FOLHA DE PAGAMENTO

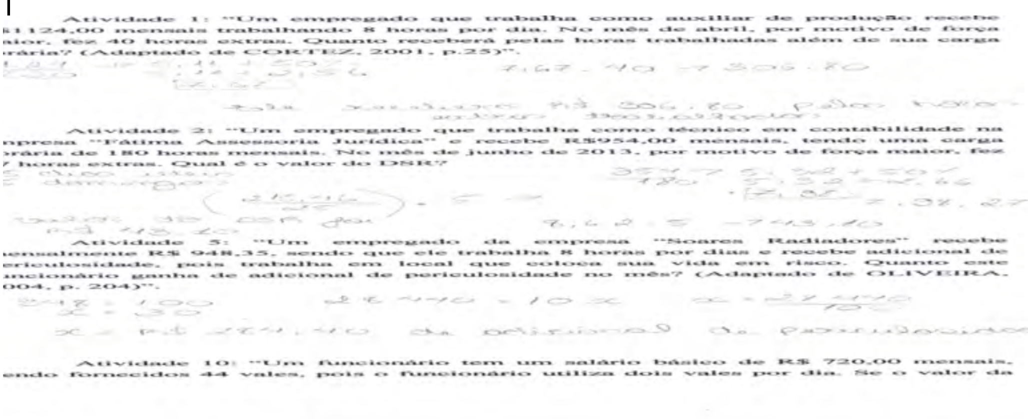
ɪPRESA: TKZ S.A.												PERÍODO: 1 A 31 DE OUTUBRO DE 2013							
ɴDEREÇO: AV. ALEGRE, Nº 47.																			
		PROVENTOS										DESCONTOS							
OMES	CARGO/ FUNÇÃO	SALÁRIO		HORAS EXTRAS (HE) 50%		SALÁRIO FAMÍLIA		PERICULOSIDADE		DSR S/ HE	TOTAL PROVENTOS	INSS		VT	IRRF	TOTAL DESCONTOS	LÍQUIDO	VALORES INFORMATIVOS	
		DIAS/ HORAS	VALOR	REF	VALOR	QUOTA	VALOR	REF	VALOR			%	VALOR					BASE P/ INSS	BASE P/ FGTS
1	1.	220	698,76			3.													
2	2.	180	1790,58	15				30											
3	3.	180	1230,00			2.													
4	4.	180	2300,00			1.													
5	5.	220	874,89																
6	6.	220	1630,00	26		2.		30											
7	7.	180	1540,38					30											
ɜSERVAÇÕES						PREPARADO POR:			CONFERIDO POR:			RESPONSÁVEL PELO DEPARTAMENTO PESSOAL							

Adaptado de Oliveira, 1997, p. 60.

6 Refletindo sobre os dados coletados

Nas atividades didáticas envolvendo o cálculo de horas extras, adicional noturno, insalubridade e periculosidade, os alunos não encontraram dificuldades na resolução, conforme exemplo na figura 2.

Resolução do grupo B



Atividade 1: "Um empregado que trabalha como auxiliar de produção recebe ...1124,00 mensais trabalhando 8 horas por dia. No mês de abril, por motivo de força ...aior, fez 40 horas extras. Quanto receberá pelas horas trabalhadas além de sua carga ...rária? (Adaptado de CORTEZ, 2001, p.25)".

Atividade 2: "Um empregado que trabalha como técnico em contabilidade na ...mpresa "Fátima Assessoria Jurídica" e recebe R$954,00 mensais, tendo uma carga ...orária de 180 horas mensais. No mês de junho de 2013, por motivo de força maior, fez ...7 horas extras. Qual é o valor do DSR?

Atividade 5: "Um empregado da empresa "Soares Radiadores" recebe ...ensalmente R$ 948,35, sendo que ele trabalha 8 horas por dias e recebe adicional de ...ericulosidade, pois trabalha em local que coloca sua vida em risco. Quanto este ...uncionário ganha de adicional de periculosidade no mês? (Adaptado de OLIVEIRA, ...004, p. 204)".

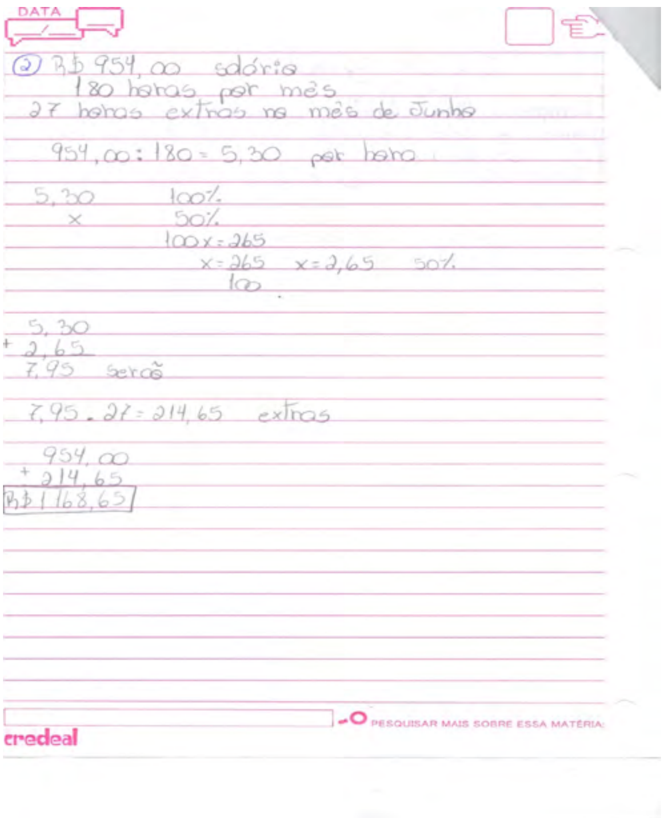
Atividade 10: "Um funcionário tem um salário básico de R$ 720,00 mensais, ...endo fornecidos 44 vales, pois o funcionário utiliza dois vales por dia. Se o valor da

Figura 2 – Exemplo da resolução da atividade de horas extras.

Para resolução da atividade, primeiramente, os alunos dividiram o salário mensal por 220 horas trabalhadas no mês, encontrando R$ 5,11 por hora trabalhada, acrescentando a esse valor 50%, encontrando o valor de R$ 7,67 por hora extra. Como foram realizadas 40 horas extras, multiplicaram o valor da hora extra por 40, encontrando o valor de R$ 306,80.

Porém, na atividade de Descanso Semanal Remunerado os grupos encontraram dificuldades na resolução, pois determinaram o valor da hora extra e calcularam pelos 27 dias, desconsiderando o descanso semanal, como pode ser observado na figura 3.

Resolução do grupo E



② R$ 954,00 salário
180 horas por mês
27 horas extras no mês de Junho

954,00 : 180 = 5,30 por hora

5,30 — 100%
x — 50%
100x = 265
$x = \frac{265}{100}$ x = 2,65 50%

5,30
+ 2,65
7,95 serão

7,95 . 27 = 214,65 extras

954,00
+ 214,65
$\boxed{R\$ 1168,65}$

Figura 3 - Exemplo da resolução da atividade de DSR.

Na resolução da atividade envolvendo a questão do Salário-família, pode-se observar que os grupos utilizaram adequadamente as informações, quanto ao recebimento desse benefício, percebendo que a funcionária teria direito ao mesmo, pois a sua remuneração estava entre os valores de R$ 646,56 a R$ 971,78 que se encaixa na quota de R$ 23,36 por filho, conforme se observa o exemplo na figura 4.

Resolução do grupo J

Figura 4 – Exemplo da resolução da atividade de Salário-família.

Nas atividades envolvendo o cálculo do vale-transporte, os grupos calcularam o valor total das passagens e 6% do valor do salário, observando qual valor deveria ser descontado do funcionário.

Para realizar o cálculo do recolhimento do INSS, os alunos utilizaram adequadamente a tabela, para verificar a alíquota do desconto. Como a remuneração foi entre R$ 1 247,71 e R$ 2 079,50, aplicaram a alíquota de 9%, conforme exemplo na figura 5.

Resolução do grupo K

Figura 5 – Exemplo da resolução da atividade de desconto do INSS.

Na resolução da atividade envolvendo cálculo do IRRF, percebeu-se que os grupos retiraram as informações relevantes da questão, utilizaram a tabela da alíquota do IRRF e realizaram os cálculos necessários para determinar o valor desse desconto. É possível visualizar na figura 6 que utilizaram regra de três para determinar o valor que corresponde a 7,5% do salário.

Resolução do grupo H

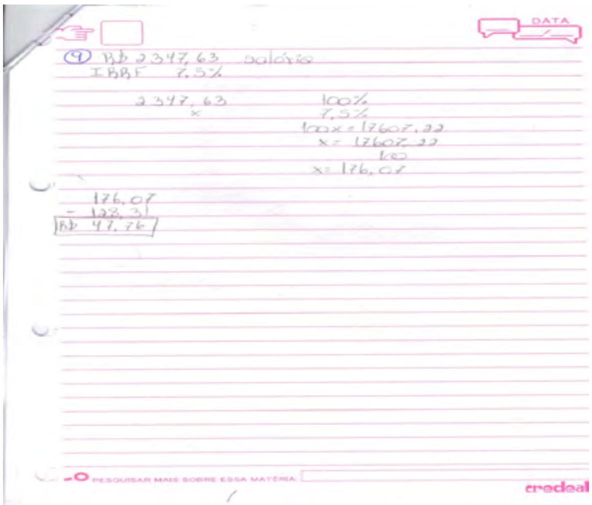
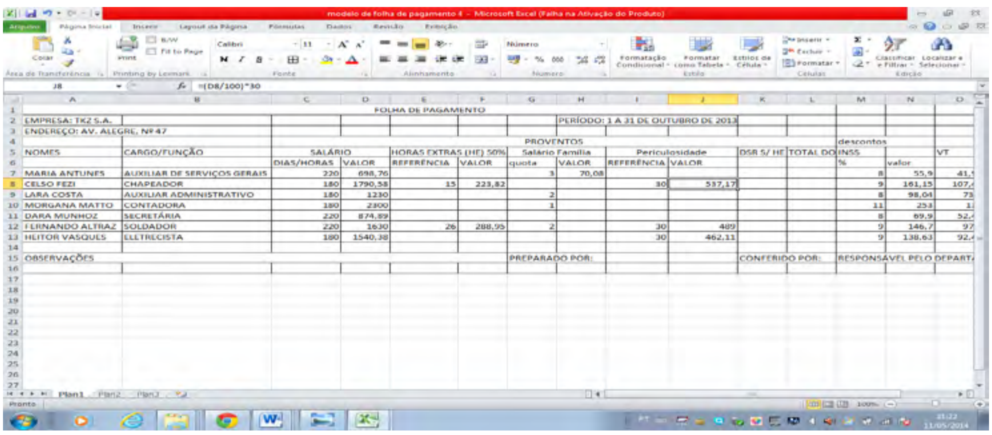


Figura 6 – Exemplo da resolução da atividade de IRRF.

A atividade envolvendo a planilha Excel exigiu que o professor pesquisador auxiliasse os alunos na sua utilização, explicando como inserir uma fórmula. Percebeu-se que durante a resolução da atividade os grupos apresentaram dificuldades em utilizar a planilha, pois não o haviam utilizado anteriormente, por isso, 7 grupos (A, B, E, H, I, J, K) optaram por realizarem os cálculos com lápis e papel e depois inseriram os valores na planilha, enquanto 5 grupos (C, D, F, G, L) realizaram os cálculos mais simples na planilha. Apresenta-se um exemplo, na figura 7, de como o grupo L procedeu para encontrar o valor da periculosidade.

Resolução do grupo L



modelo de folha de pagamento 4 - Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto)

J8 =(D8/100)*30

FOLHA DE PAGAMENTO

EMPRESA: TKZ S.A. PERÍODO: 1 A 31 DE OUTUBRO DE 2013

ENDEREÇO: AV. ALEGRE, Nº 47

		PROVENTOS										descontos		
NOMES	CARGO/FUNÇÃO	SALÁRIO		HORAS EXTRAS (HE) 50%		Salário Família		Periculosidade		DSR S/ HE	TOTAL DO	INSS		VT
		DIAS/HORAS	VALOR	REFERÊNCIA	VALOR	quota	VALOR	REFERÊNCIA	VALOR			%	valor	
MARIA ANTUNES	AUXILIAR DE SERVIÇOS GERAIS	220	698,76			3	70,08					8	55,9	41,
CELSO FEZI	CHAPEADOR	180	1790,58	15	223,82			30	537,17			9	161,15	107,
LARA COSTA	AUXILIAR ADMINISTRATIVO	180	1230			2						8	98,04	73
MORGANA MATTO	CONTADORA	180	2300			1						11	253	1
DARA MUNHOZ	SECRETÁRIA	220	874,89									8	69,9	52,
FERNANDO ALTRAZ	SOLDADOR	220	1630	26	288,95	2		30	489			9	146,7	97
HEITOR VASQUES	ELETRECISTA	180	1540,38					30	462,11			9	138,63	92,

OBSERVAÇÕES PREPARADO POR: CONFERIDO POR: RESPONSÁVEL PELO DEPART

Figura 7 – Exemplo da resolução da atividade do software Excel.

Uma dificuldade encontrada para realização dessa atividade foi o número de computadores na sala de informática da escola, que eram insuficientes para o número de grupos. Com relação ao uso do programa, os grupos informaram que acharam complicado inserir as fórmulas, mas com a ajuda do professor/pesquisador conseguiram realizar o que foi proposto. Porém, acharam interessante, pois puderam adquirir novos conhecimentos.

Quanto ao tema Salário, os alunos consideraram importante desenvolver esse tema em sala de aula, porque o mesmo pode auxiliá-los futuramente. Ainda, os alunos apontaram que este tema é importante porque faz parte do cotidiano e é um assunto que irão levar para sua vida futura.

Conclusão

Salienta-se que para estabelecer critérios para escolha de temas de interesse, a serem desenvolvidos no Currículo de Matemática do Ensino Médio, deve-se evidenciar as intencionalidades educativas no desenvolvimento de cada tema. O trabalho envolvendo os conteúdos aliados a temas, que sejam interdisciplinares, de interesse e modernos, pode ser uma metodologia que favoreça o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos estabeleçam ligações pertinentes que possibilitem utilizá-los em sua vida cotidiana, no mundo do trabalho e em estudos posteriores.

Entende-se que para o Currículo do Ensino Médio atender as necessidades da vida atual é importante desenvolver os conteúdos matemáticos através de temas ambientais, sociais, políticos, contemporâneos, entre outros.

Referências

AUGUSTO, Valter Roberto; COSTA, Wagner Veneziani. Cálculos Trabalhistas. São Paulo: WVC, 1998.

AZCÁRATE, Pilar. ¿Qué matemáticas necesitamos para comprender el mundo actual? Investigación em la Escuela, 32, 77-85, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

________. Projeto de LEI 8035, de 2010. Aprova o Plano Nacional de Educação para o decênio 2011-2020 e dá outras providências. República Federativa do Brasil, Brasília, 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio. Brasília, 2013. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores. Acesso em: 17 jul. 2013.

CORTEZ, Julpiano Chaves. C. Práticas Trabalhistas: cálculos. São Paulo: LTr, 2001.

DINIZ, Bismarck Duarte. Direito do trabalho em Sala de Aula: para aprender e consultar. Cuiabá: UNIVAG/UNICEN, 2000.

DOLL JR., William E. Currículo: uma perspectiva pós-moderna. Trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto alegre: Artes Médicas, 1997.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 2, 1995.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Tabela de contribuição. Ministério da Previdência Social. 2013. Disponível em http://www.previdencia.gov.br/tabela-de-contribuio-mensal/. Acesso em: 23 set. 2013.

OLIVEIRA, Aristeu de. Cálculos Trabalhistas. São Paulo: Atlas, 1995.

________. Práticas Trabalhistas e Previdência: enfoque constitucional. São Paulo: Atlas, 2004.

PANNUTI, Maria Regina Viana. Caminhos da prática pedagógica. TVE Brasil. Rio de Janeiro, p. 01- 05, jun. 2004.

RECEITA FEDERAL. Tabela de contribuição. Receita Federal. 2013. Disponível em http://www.receita.

fazenda.gov.br/aliquotas/ContribFont2012a2015.htm. Acesso em: 23 set. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio 2011-2014. Novembro 2011.

SILVA, Marcio Antonio. Currículo de Matemática no Ensino Médio: em busca de critérios para escolha e organização de conteúdos. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

SKOVSMOSE, Ole. Hacia una filosofía de la educación matemática crítica. Traducido por Paola Valero. Bogotá: Universidade de los Andes, 1999.

_________. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2006.

SOUZA, Joamir. Novo olhar: Matemática. São Paulo: FTD, 2010.

VIANNA, Cláudia Salles Vilela. Manual Prático das Relações Trabalhistas. São Paulo: LTr, 1997.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.