http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11nespp117

Influências Filosóficas no Educar pela Pesquisa em Matemática

Philosophical influences on Educating for Research in Mathematics

Luciano Sant'Ana Agne
lucianoagne@ifc-riodosul.edu.br

João Batista Siqueira Harres
joao.harres@pucrs.br

Resumo

O presente artigo teórico propõe influências filosóficas para o princípio teórico conhecido como Educar pela Pesquisa. Para isso faz-se uma relação entre a filosofia de Platão e Aristóteles, as correntes filosóficas da idade média, a Filosofia da Matemática, as tendências em Educação Matemática e os Modelos Didáticos. O trabalho conclui que esses fundamentos filosóficos influenciam as práticas dos professores em sala de aula, que essa influência é um processo histórico e que o Educar pela Pesquisa é um modelo didático evolutivo-construtivista com raízes no intuicionismo e na filosofia aristotélica. Ao final, apresentamos um organograma que resume as ideias defendidas neste trabalho.

Palavras-chave: Educar pela Pesquisa; Filosofia da Matemática; Modelos Didáticos.

Abstract

This theoretical paper proposes philosophical influences to the theoretical principle known as Educate the search. For this reason it is a relationship between the philosophy of Platão and Aristóteles, the philosophical currents of the middle ages, the philosophy of mathematics, trends in Mathematics Education and Teaching Models. The paper concludes that these philosophical foundations influence teacher practices in the classroom, that this influence is a historical process and the Educating for search is an evolutionary constructivist teaching model with roots in intuitionism and Aristotelian philosophy. At the end, we present a chart that summarizes the ideas in this paper.

Keywords: Educating the Search; Philosophy of Mathematics; Didactic Models.

Introdução

Para a sustentação teórica da ideia defendida neste trabalho fazemos uma síntese das correntes filosóficas que influenciaram o desenvolvimento da Filosofia da Matemática desde Platão e Aristóteles até as correntes filosóficas da Idade Média que tratavam das questões dos universais. Em seguida, apresentamos as principais correntes de pensamento que marcaram a Filosofia da Matemática: logicismo, intuicionismo e formalismo. Também discutimos as principais tendências históricas no ensino de Matemática no Brasil, sob a luz dos estudos de Fiorentini (1995), com a intenção de traçar um paralelo entre os aspectos epistemológicos da Matemática e as práticas pedagógicas dessa disciplina em sala de aula.

Na sequência, falamos dos modelos didáticos aplicados em sala de aula pelos professores, fazendo uma distinção entre modelos absolutistas, relativistas e evolutivo-construtivistas, usando a classificação de Porlán (1993) e, discorrendo sobre a teoria do Educar Pela Pesquisa, doravante tratado por EPP.

Ao encerrarmos nossa argumentação, propomos um quadro que traz as relações entre Educar pela Pesquisa, modelos didáticos e princípios filosóficos.

Um Pouco de Filosofia da Matemática

O debate sobre a natureza do conhecimento matemático é fundamentado nas questões filosóficas subjacentes a esta disciplina, ou seja, exterior à Matemática propriamente dita, a qual vem se desenvolvendo a margem das discussões filosóficas, conforme Hacking (1983) e Del Vecchio Jr. (2010).

As duas grandes vertentes filosóficas que norteiam este texto são o realismo[1] platônico e o antirrealismo. O realismo platônico, conforme Del Vecchio Jr. (2010), é uma corrente filosófica fundamentada nas ideias de Platão em que os conceitos e objetos matemáticos realmente existem em um mundo ideal e se constituem de entes independentes da capacidade humana de pensamento. Para Platão, os objetos matemáticos são acessados ou sentidos pelo homem, são pré-existentes a nossa criatividade e ao próprio homem. O mundo dos objetos matemáticos de Platão é perfeito e incorruptível e o estudo da Matemática não passa de um esforço em tentar acessar e expressar este mundo ideal. Para Silva (2007), a principal característica da filosofia platônica aplicada à Matemática é que seus conceitos não são inventados pelo homem, mas descobertos por ele, ou seja, verdades absolutas.

A corrente antirrealista, segundo Del Vecchio Jr. (2010), fundamentada na filosofia de Aristóteles defende que o conhecimento matemático é resultado da vontade humana, ou seja, a Matemática é criação humana, fruto da sua imaginação e de suas observações e interações com o meio em que vive. Para o antirrealista a Matemática não passa de uma ferramenta que serve para descrever o mundo, sendo que as teorias abstratas também são instrumentos que podem ser utilizados com toda liberdade para esse intento. Neste sentido é invenção humana e não pode ser descoberta. Dessa maneira, o homem passa a ser um construtor dos conceitos matemáticos.

Conforme Quine (1984), essas duas correntes filosóficas, realismo platônico e antirrealismo, deram origem às três correntes filosóficas que dominaram as concepções sobre conhecimento na idade média: o realismo, o conceptualismo[2] e o nominalismo. Essas

---

[1] Essas denominações filosóficas estão em acordo com o entendimento de alguns autores que nomeiam a filosofia platônica de realismo e não de idealismo, entre eles Del Vecchio jr (2010), Figueiredo (2012), Hacking (1983), Manno (1972), Quine (1984) e Silva (2007). Neste contexto, as palavras realismo ou idealismo se referem à concepção platônica de conceitos matemáticos.

[2] A palavra "conceptualismo" é empregada neste texto em conformidade com os autores pesquisados que não utilizam o termo conceitualismo.

correntes tratavam da natureza dos universais, que são conceitos metafísicos que caracterizam as ideias ou essências comuns a todas as coisas que pertencem a um mesmo conjunto.

Os conceitos, segundo Quine (1984), são representações de algo, ou seja, um elo entre o sujeito que conhece e o objeto conhecido. Por meio do conceito o sujeito pode se referir as coisas do mundo e comunicar as outras pessoas os seus conhecimentos e saberes.

Os realistas acreditavam que estes conceitos realmente existiam independentes de nossa vontade. Para eles, as leis naturais eram absolutas, inalteráveis, verdades eternas. Conforme Figueiredo (2012, p. 22), "os realistas acreditavam que deveríamos admitir a existência de atributos universais para darmos um tratamento satisfatório do fenômeno da identidade qualitativa entre indivíduos numericamente distintos".

Para os conceptualistas, um conceito era somente o que era possível de ser entendido pela mente humana, uma representação intelectual das coisas. Para eles, conforme escreve Manno (1972, p. 234) "os conceitos são construções mentais, existentes só no pensamento, dotados, no entanto, de um valor, de uma estrutura, de um conteúdo inteligível".

Para os nominalistas, um conceito era apenas um nome, uma expressão fonética. Eles rejeitam as concepções abstratas, ideais, e admitem apenas as realidades empíricas. Um conceito é fruto da abstração operada sobre as realidades empíricas.

Estas três correntes filosóficas deram origem, na Filosofia da Matemática contemporânea, segundo Quine (1984), as três vertentes que iriam dominar as discussões sobre Filosofia da Matemática no final do século XIX, que são: o logicismo que deriva do realismo, o intuicionismo, derivado do conceptualismo e o formalismo, que deriva do nominalismo.

O movimento logicista tem sua base filosófica no realismo da idade média (Manno, 1972), que deriva, por sua vez, do realismo platônico. Esse movimento tem por objetivo definir todos os conceitos matemáticos em termos lógicos, organizando assim uma Matemática pura, consistente e com uma forma de apresentação mais simples. Os principais matemáticos que defenderam a corrente logicista foram Dedeking, Frege e Weierstrass (SILVA, 2007).

O principal objetivo dos logicistas é tornar a Matemática uma ciência sem contradições. Nela a Geometria fica restrita ao espaço, enquanto a Aritmética é reduzida à razão, à Lógica, como função apenas do pensamento humano e não da sensibilidade. Os logicistas defendem que a Matemática é a única responsável pelo desenvolvimento do pensamento lógico.

Para alcançar os objetivos logicistas, eles necessitavam desenvolver um sistema lógico mais sofisticado e preciso. Segundo Silva (2007), este desenvolvimento de novas notações, expressões e formas de análise, permitiu o desenvolvimento da informática e suas tecnologias no século XX. Além disso, no século XIX, em função do desenvolvimento que o logicismo trouxe para a Matemática, surgiram as geometrias não euclidianas e a teoria dos conjuntos com a atual noção de infinito.

Na concepção logicista, a Matemática, com seus conceitos e objetos, existe independente da vontade humana, ou seja, os objetos e conceitos matemáticos existem, mesmo que não tenhamos conhecimento. São entes do mundo platônico ideal e não físico independentes de espaço e de tempo. Segundo Silva (2007, p. 226), "Frege admite que o acesso ao universo dos números se dá apenas pela razão", logo, os números são entes ideais do mundo platônico, porém pertencentes a uma categoria especial, pois são objetos lógicos. Para os logicistas a Matemática é um conhecimento a priori, ou seja, existe independente dos sentidos, mas acessível a eles.

> (...) objetos matemáticos são reais. Sua existência é um fato objetivo, totalmente independente de nosso conhecimento sobre eles. Conjuntos finitos, conjuntos infinitos não numeráveis, variedades de dimensão infinita, curvas que enchem o espaço – todos os membros do zoológico matemático são objetos definidos, com propriedades definidas, algumas conhecidas, muitas desconhecidas (DAVIS; HERSH, 1985. p. 359).

A linguagem lógica utilizada pela corrente logicista, expressa os entes matemáticos que habitam este mundo ideal platônico.

> (...) existe um mundo matemático paralelo ao mundo sensível, mas radicalmente distinto deste, ao qual temos acesso exclusivamente pela razão. O mundo real instancia imperfeitamente o mundo ideal da Matemática, e por isso a Matemática aplica-se, ainda que imperfeita e aproximativamente, a ele (SILVA, 2007. p. 226).

O logicismo foi o marco fundamental para o surgimento da moderna Lógica Matemática e para o aparecimento de novos pensadores matemáticos que, contrapondo os logicistas, tentaram sistematizar a Matemática de uma forma diferente, partindo sempre da intuição. Esses pensadores desenvolveram a corrente Matemática conhecida como intuicionismo (SILVA, 2007).

Conforme Manno (1972), a corrente intuicionista que derivada da filosofia conceptualista, surge contrapondo-se ao logicismo. Esta corrente admite a existência de entes matemáticos, porém somente na medida em que são construídos pela mente humana. O principal pensador e idealizador dessa corrente foi Brower, que admitiu as ideias de conhecimento *a priori* de Kant. Na perspectiva apriorista, o conhecimento se adquire pela razão, não pela experiência, ou seja, é deduzido. Desta maneira o conhecimento não pode ser adquirido pela percepção nem pela sensibilidade, tampouco pela experiência.

No intuicionismo os objetos e conceitos matemáticos não são considerados pré-existentes em um mundo ideal, como no logicismo. Devem ser construídos partindo-se dos números naturais por meio de certa quantidade de procedimentos lógicos (DAVIS; HERSH, 1985). Essa corrente considera o ser humano possuidor de uma intuição acerca dos números naturais, partindo disso todo desenvolvimento de conceitos matemáticos. Em função disso, os intuicionistas defendiam a reconstrução de toda a Matemática, iniciando pelos seus fundamentos, partindo sempre da intuição.

> Os termos primitivos e os axiomas elementares fazem parte de intuições primordiais, mesmo que conexas com experiências empíricas. O que os formalistas e outros matemáticos estabelecem como "axiomas" e "deduções", chamam-lhe, os conceptualistas, evidência. Todo conceito Matemático mergulha suas raízes num terreno pré-matemático. Partindo destas evidências elementares, a Matemática deve seguir um processo construtivo, isto é, apoiar-se em afirmações das quais se possa fazer demonstração, a começar pelo teorema da indução completa dos números naturais. Fazendo consistir os números na construção mental, (daí, a sua afinidade com o velho conceptualismo), ligam a matemática aos processos psicológicos e às intuições elementares em particular (MANNO, 1972, p. 235).

Para o intuicionismo, segundo Machado (1997, p. 40), "a Matemática é uma construção de entidades abstratas, a partir da intuição do matemático". Em função disso, os intuicionistas se utilizam de uma formalização rigorosa, mas apenas para expressar as suas construções mentais.

Quanto à relação da Matemática com o mundo empírico, no intuicionismo, os entes e objetos matemáticos não surgem da relação empírica, não têm essa necessidade, devem ser construídos passo a passo pela mente do matemático. As observações de fenômenos naturais são um problema interno do observador e não consequência da sua relação com o mundo exterior à sua mente (MANNO, 1972).

A corrente formalista derivada da filosofia nominalista, também considera que os entes matemáticos não são pré-existentes em um mundo ideal. Essa corrente considera que o método axiomático dedutivo é de fundamental importância para o entendimento dos conceitos matemáticos (MANNO, 1972). Nesse método, toda a Matemática pode ser construída a partir de verdades não demonstráveis que, num desencadeamento lógico de proposições, podem ser demonstradas todas as suas verdades (SILVA, 2007). David Hilbert foi o principal expoente da corrente formalista da Matemática.

O formalismo também defende a ideia de que a Matemática pode ser totalmente deduzida. Porém se diferencia do intuicionismo, pois não acredita na intuição das ideias matemáticas, mas sim na construção de conceitos partindo de ideias primitivas que não são demonstráveis, os axiomas. Para os formalistas a Matemática consiste numa construção lógica e formal de conceitos verdadeiros que partem de um sistema axiomático de definições e teoremas.

Para os formalistas, as regras e os símbolos matemáticos não têm nenhum significado, a não ser o significado formal, estritamente sintático, daí a característica nominalista do formalismo.

> Segundo este ponto de vista, os termos, símbolos e regras vigentes no seio da Matemática não têm, *per se*, nenhum outro valor ou significado além do estritamente formal. Não se deve pedir qualquer significado aos símbolos e as regras matemáticas para além do estritamente sintático, vigente entre os signos. Deste modo, o problema

> do significado e da verdade é subtraído a qualquer relação extrínseca e limitado ao domínio estritamente matemático (MANNO, 1972, p. 258).

O objetivo principal do formalismo é eliminar os paradoxos e contradições da Matemática e o método axiomático foi a saída encontrada. Dessa maneira, para os formalistas, se a Matemática fosse toda reescrita de maneira rigorosa por um sistema formal, ela poderia ser entendida como verdade absoluta.

Nesta seção realizamos um estudo das correntes filosóficas que influenciaram o desenvolvimento da Filosofia da Matemática: o logicismo, o intuicionismo e o formalismo. Essas correntes influenciam até hoje as concepções dos matemáticos. Mas e no ensino de Matemática, quais concepções tiveram mais influencia nas práticas em sala de aula?

A próxima seção apresenta, principalmente, o estudo das ideias do professor Dario Fiorentini sobre as tendências pedagógicas do ensino de Matemática no Brasil e suas concepções epistemológicas.

Tendências Pedagógicas no Ensino de Matemática no Brasil

O ensino de Matemática vem ocorrendo sob influência de diversas tendências pedagógicas oriundas das concepções dos sujeitos integrantes desse processo (THOMPSON, 1997). Com base nisto apresentamos a relação histórica entre a Filosofia da Matemática e as práticas pedagógicas dessa disciplina em sala de aula.

Até a década de 1920, conforme Damázio (1996) predominava no ensino de Matemática uma pedagogia tradicional, na qual o aluno era adestrado nas técnicas operatórias, nos teoremas e era mensurado pela quantidade de informação que era capaz de acumular em sua memória. Nesta época eram comuns as provas orais e escritas e os castigos, orais e físicos, àqueles que não atingiam os objetivos exigidos.

Para Fiorentini (1995), com uma forte influência da pedagogia tradicional, predominou no Brasil, até o final da década de 1950, a tendência formalista clássica. Nesta concepção, a Matemática clássica com seus formalismos era o centro da aprendizagem. A prática em sala de aula ocorria pela transmissão sistematizada com a memorização dos conteúdos pelos alunos e centrada na figura do professor, dono absoluto da verdade.

A prática formalista clássica caracteriza-se pela ênfase nas ideias e formas da Matemática clássica, sobretudo no modelo euclidiano e na concepção platônica de Matemática. Esta prática tem uma visão estática, a-histórica e dogmática das ideias matemáticas, como se essas existissem independente dos homens.

> (...) ensinavam-se e estudavam-se as disciplinas matemáticas não por seus valores intrínsecos ou utilitários, mas como meios de elevação espiritual no sentido de conhecimento da natureza da verdade absoluta, a fim de atingir a disciplina suprema (MIGUEL apud FIORENTINI, 1995, p. 6).

A tendência formalista clássica era centrada na figura do professor, detentor do conhecimento, e nos livros didáticos, escritos sob a perspectiva de que a Matemática era detentora da verdade absoluta. Ao aluno cabia apenas copiar e reproduzir os conceitos.

> Didaticamente, o ensino nessa tendência pedagógica foi acentuadamente livresco e centrado no professor e no seu papel de transmissor e expositor do conteúdo através de preleções ou de desenvolvimentos teóricos na lousa. A aprendizagem do aluno era considerada passiva e consistia na memorização e na reprodução (imitação/repetição) precisa dos raciocínios e procedimentos ditados pelo professor ou pelos livros (MIGUEL apud FIORENTINI, 1995, p. 6).

Ainda segundo Fiorentini (1995), esta tendência pedagógica é compatível com a concepção platônica, pois os conhecimentos não são construídos nem inventados, mas sim descobertos. E o papel do professor é apenas o de informar seus alunos, pois se o conhecimento já foi descoberto e sistematizado nos livros didáticos, então cabe ao aluno apenas copiar e reproduzir.

Com o intuito de promover uma educação diferente, surge um movimento de intelectuais que, descontentes com as práticas presentes, fundam um movimento denominado de Escola Nova ou Escola Empírico-ativista. Este movimento vem fazer oposição à escola clássica tradicional que não considerava a natureza da criança em desenvolvimento (DAMÁZIO, 1996).

Na prática empírico-ativista, conforme Fiorentini (1995), a Matemática deixa de ser um conhecimento a ser memorizado e passa a ser algo entendido pelo aluno, que neste momento passa a ser o centro das atenções didáticas e da aprendizagem – enfim, um ser ativo e pensante. Esta prática tinha uma concepção idealista acerca da ciência. Buscava o desenvolvimento da criatividade dos alunos com técnicas de aprendizado baseadas na descoberta, era um método conhecido como "o aluno aprende fazendo" (FIORENTINI, 1995, p. 11). Os métodos de ensino consistiam de atividades desenvolvidas em pequenos grupos, com rico material didático e em ambiente estimulante. Nesta prática, era muito forte a defesa do uso de materiais concretos como, por exemplo, "Material Dourado" de Maria Montessori.

Fiorentini (1995) afirma que esta tendência pedagógica não rompe com o mundo ideal platônico, pois ainda acredita que o aluno aprende Matemática pela descoberta.

> Epistemologicamente, entretanto, esta tendência não rompe com a concepção idealista de conhecimento. De fato, continua a acreditar que as ideias matemáticas são obtidas por descoberta. A diferença, porém, é que elas preexistem não num mundo ideal, mas no próprio mundo natural e material que vivemos. Assim, para os empírico-ativistas, o conhecimento matemático emerge do mundo físico e é extraído pelo homem através dos sentidos (FIORENTINI, 1995, p. 9).

Entre os anos 60 e 70 predominou a tendência formalista moderna ou Movimento da Matemática Moderna. Esta prática escolar era estruturada de forma lógica pela teoria dos conjuntos, com forte ênfase nos axiomas e nos aspectos estruturais que fundamentam a Matemática pura (FIORENTINI, 1995).

A Matemática Moderna era centrada na figura do professor, o qual buscava a transmissão e assimilação da linguagem e dos processos de sistematização e estruturação lógica da Matemática, por parte dos alunos. O ensino voltava a ser acentuadamente formal com o professor demonstrando os conceitos matemáticos na lousa e os alunos copiando e reproduzindo esses conceitos. Assim, o aluno aprendia as estruturas subjacentes aos conceitos Matemáticos e isso era mais importante que a aprendizagem matemática (FIORENTINI, 1995).

A tendência tecnicista surgiu na década de 1970 e era uma prática que buscava a eficiência, empregando técnicas especiais de ensino. Nesta prática, o ensino de Matemática atuava na preparação e integração da pessoa ao sistema dominante, tornando-se assim uma peça útil para a sociedade. A prática tecnicista era marcada pelos modelos prontos chamados de "tecnologias de ensino" (FIORENTINI, 1995, p. 16), no qual os educadores já recebiam prontas as formas de organização e controles e as técnicas de ensino e planejamento que deveriam ser utilizadas.

Na prática em sala de aula, a tendência tecnicista se caracterizou por um método em que o aluno desenvolvia uma aprendizagem mecânica, com exercícios repetitivos e sem a compreensão das teorias que fundamentam a Matemática. A habilidade exigida do aluno era a de resolver problemas por meio de técnicas prontas, como a aplicação de fórmulas. Este sistema foi a base do ensino na época da ditadura militar em nosso país e, epistemologicamente, concebe a Matemática como formalista derivada do logicismo (FIORENTINI, 1995).

Conforme Fiorentini (1995, p. 20), "foi a partir das décadas de 1960 e 1970 que se começa a sentir, no Brasil, a presença do construtivismo piagetiano". Nessa época o construtivismo passa a ser uma grande referência na inovação das práticas de ensino de Matemática e das outras disciplinas. Esta prática se fundamenta na construção de conceitos, com o auxílio de materiais concretos, como os "Blocos Lógicos" de Zoltan P. Deines (FIORENTINI, 1995).

O construtivismo surge como uma prática pedagógica a partir da epistemologia genética de Jean Piaget.

> Embora Piaget não tenha se preocupado em construir uma teoria de ensino ou de aprendizagem do ponto de vista educacional, foi exatamente a partir da epistemologia genética piagetiana que o construtivismo emergiu como tendência pedagógica, passando, então, a influenciar fortemente as inovações do ensino da Matemática (FIORENTINI, 1995, p. 18).

Para o construtivismo, a Matemática é uma construção humana constituída pelas estruturas e pelas relações abstratas entre as grandezas e formas, reais ou possíveis. O aluno desenvolve o pensamento lógico, a partir da ação, ou seja, é um processo interior de construção do conhecimento. A prática pedagógica é centrada no aluno e o professor tem o papel de orientador e problematizador.

> Por isso, essa corrente prioriza mais o processo que o produto do conhecimento. Ou seja, a Matemática é vista como um constructo que resulta da interação dinâmica do homem com o meio que o circunda. A apreensão destas estruturas pela criança se dá também de forma interacionista, especialmente a partir de abstrações reflexivas, realizadas mediante a construção de relações entre objetos, ações ou mesmo entre idéias já construídas (FIORENTINI, 1995, p. 20).

Nesta tendência, o pensamento não tem limites. A Matemática, por ser uma construção humana formada pelas relações abstratas ou reais entre as grandezas e as formas, se relaciona com o intuicionismo. O conhecimento matemático não resulta do mundo ideal platônico nem do mundo natural, mas sim da interação e reflexão do homem com o ambiente em que vive e com as atividades que desenvolve (FIORENTINI, 1995).

A tendência socioetnocultural surgiu nos anos de 1980 a partir de estudos que pesquisadores do ensino de Matemática passaram a fazer sobre os aspectos socioculturais do ensino dessa disciplina. Na época acreditava-se que alunos oriundos de classes sociais menos favorecidas não tinham condições de acompanhar e desenvolver o aprendizado formal em função de suas carências sociais. Segundo Fiorentini (1995, p. 24), como resultado destas pesquisas, "como, por exemplo, às de Carraher et al (1988), D'ambrosio (1990) e Patto (1990)", percebeu-se que isto não era verdade. Ou seja, as crianças de classes sociais mais pobres não são carentes de conhecimento e de habilidades cognitivas, pois sua experiência de vida é diferente da experiência das crianças de classes mais favorecidas, mas por isso não são menos ricas culturalmente.

Com isto, a tendência socioetnocultural valoriza o saber e a cultura popular trazida pelo aluno e sua capacidade de produzir conhecimento frente à realidade em que vive. No âmbito da Educação Matemática, esta tendência é representada pela Etnomatemática. Nesta tendência, a Educação Matemática é abordada de maneira não formal, com aplicação na prática cotidiana e social, compreendendo a realidade e formando consciência crítica e política e com troca de experiências entre aluno e professor (FIORENTINI, 1995).

Para Luckesi (2000), esta tendência visa à transformação do contexto através da educação crítica e não-formal, com sujeitos engajados na valorização das experiências vividas como base da relação educativa.

Segundo Fiorentini (1995), podemos citar como uma tendência pedagógica emergente, a histórico-crítica. Nesta tendência busca-se um saber dinâmico, vivo, em que o educando é estimulado, interna e externamente, a (re)produzir e (re)significar conhecimento matemático com diferentes níveis de sistematização e abstração, acumulado ao longo da história da humanidade. Um fator muito importante desta tendência é que ela propõe o ensino da Matemática por meio do desenvolvimento, em sala de aula ou em outro ambiente de estudo, da história do pensamento que deu origem aos conceitos matemáticos. O educador se dispõe a trabalhar o conceito de forma que o aluno entenda a ideia, construída historicamente, que deu origem ao conceito matemático estudado no momento e, desta forma, se aproprie do conhecimento de forma definitiva e com liberdade de pensamento e ação na aplicação no seu cotidiano.

Nesta seção discorremos sobre os aspectos históricos importantes que influenciam até hoje as práticas de ensino de Matemática em sala de aula. Porém, existem outras perspectivas que são fundamentadas nas crenças e posturas dos professores na sua atuação com os alunos. Estas abordagens do ensino de Matemática e de outras disciplinas são conhecidas também como Modelos Didáticos e são objeto de estudo da próxima seção.

Modelos Didáticos no Ensino de Matemática

Segundo Thompson (1997), o entendimento e as crenças que cada professor traz para sala de aula, influenciam decisivamente na sua prática e na articulação de propostas curriculares que envolvem a aprendizagem dos conceitos matemáticos, com sua aplicabilidade ou não no mundo real.

O entendimento e as crenças dos professores, tratados doravante simplesmente como concepções, têm a sua natureza fundamentalmente cognitiva e formam-se na interação do sujeito com seus pares e com o meio em que ele está inserido.

> As concepções formam-se num processo simultaneamente individual (como resultado da elaboração sobre a nossa experiência) e social (como resultado do confronto das nossas elaborações com as dos outros). Assim, as nossas concepções sobre a Matemática são influenciadas pelas experiências que nos habituamos a reconhecer como tal e também pelas representações sociais dominantes (PONTE, 1992, p. 01).

Na sala de aula, segundo Thompson (1997), o professor de Matemática tem grande influência na aprendizagem dos seus alunos. Consequentemente, suas concepções podem influenciar decisivamente na formação destes alunos. Cada professor carrega consigo um entendimento do que se deve aprender em Matemática e, para colocar isso em prática, utiliza um modelo didático alicerçado nas suas concepções para alcançar o objetivo de promover a aprendizagem Matemática.

De maneira geral, segundo Ponte (1992), as concepções dos professores apontam para uma visão absolutista e instrumental da Matemática. Porém ele ressalta que existem alguns educadores que se diferenciam dos demais por assumir uma proposta em que a Matemática é entendida como uma ciência dinâmica, viva e em constante evolução. Estes permitem aos sujeitos envolvidos no processo educativo reelaborar seu conhecimento e contextualizá-lo.

Para entender melhor os modelos didáticos utilizados pelos educadores de Matemática, é possível fazer uma relação entre as concepções sobre a natureza das ciências e os modelos didáticos propostos por teóricos e pesquisadores da área. Para tanto, em linhas gerais, três grandes vertentes podem ser abordadas como fundamentos para essa ideia: as concepções absolutistas, as concepções relativistas e as concepções evolutivo-construtivistas, conforme Harres (1998) e Pórlan e Harres (2002).

Thompson (1997) afirma que os modelos ou metodologias de trabalho em sala de aula, estão diretamente ligadas às concepções de conhecimento científico dos professores. Harres (1998) afirma que diversas investigações demonstraram que a maioria dos educadores apresenta uma visão epistemológica inadequada sobre a natureza das ciências. Alguns possuem um entendimento empirista com uma prática fundamentada no racionalismo, caracterizando o absolutismo epistêmico de Steffen Toulmin.

Segundo Mellado e Carracedo (1993), o modelo tradicional de ensino está fortemente relacionado às concepções epistemológicas que defendem o racionalismo e o empirismo. Essas concepções valorizam o raciocínio matemático formal obtido por meio de uma forte atividade mental como única maneira de se obter conhecimento. A Matemática é entendida como uma verdade absoluta e definitiva, com seus conceitos prontos e acabados. As propostas que se fundamentam nesta perspectiva epistemológica valorizam o conteúdo a ser ensinado aos alunos, seguem um currículo previamente concebido e não permitem que haja alterações na sua sequência (FIORENTINI, 1995).

O modelo absolutista, conforme Mellado e Carracedo (1993), não considera importante as concepções prévias dos alunos. Isso ocorre porque o currículo já está pronto e é definitivo, não permitindo mudanças. Qualquer atividade escolar fora do que está previsto no currículo pode ser considerado como perda de tempo e um empecilho para os trabalhos em sala de aula.

Segundo Harres (1998), o sistema educativo em geral se caracteriza por uma perspectiva absolutista. Isso se deve ao fato de que a sociedade também apresenta uma postura absolutista, mesmo que não defenda essa posição explicitamente.

> O fracasso geral do modelo tradicional de ensino parece ter afetado pouco as bases do sistema educativo. Uma possível explicação pode estar no fato de que o próprio sistema educativo compartilha de uma concepção absolutista do conhecimento. Forjado dentro de uma sociedade também absolutista, dificilmente este sistema pode auto-questionar-se. Neste caso, podemos conceber a postura do professor, longe de uma opção deliberada e consciente de ser ineficiente, como uma adaptação natural a um modelo resistente a novas alternativas (HARRES, 1998, p. 72).

Conforme Harres (1998), o modelo relativista defende que para justificar o ensino de um determinado conteúdo é necessário se levar em conta o contexto social e os indivíduos envolvidos neste processo. Para os relativistas, o caráter social da construção do conhecimento é o centro de suas propostas pedagógicas, ou seja, consideram que os conceitos científicos só podem ser aprendidos quando são contextualizados na realidade do aluno.

> O relativismo defende também não ser possível traçar uma clara demarcação entre filosofia e ciência empírica e entre a epistemologia e a sociologia do conhecimento. Em outras palavras, para analisar as condições de justificação de um determinado saber é necessário levar em conta o contexto em que a justificação é feita, quem a faz, para que se faz, etc. (HARRES, 1998, p. 40).

No modelo relativista, segundo Forquim (2000), os conteúdos ensinados na escola são considerados como conhecimentos pertencentes ao contexto em que essa escola está inserida. Os conteúdos formais devem ser desconstruídos em prol desse entendimento, sendo contextualizados e enriquecidos com os valores estéticos, morais e sociais dos sujeitos pertencentes àquela realidade. Os conteúdos a serem estudados nas escolas devem ser adaptados aos elementos culturais da sociedade.

> O relativismo epistemológico diz respeito à questão dos conteúdos considerados de ensino como conteúdos do saber, e o problema que se coloca diz respeito às contribuições e aos limites da sociologia do conhecimento como instrumento de análise e de "desconstrução" dos saberes transmitidos pela escola. Porém os conteúdos veiculados pelo ensino não são somente saberes no sentido estrito, são também elementos mítico-simbólicos, valores estéticos, atitudes morais e sociais, referenciais de civilização. Assim, pois, a questão de determinar o que vale a pena ser ensinado ultrapassa a questão do valor da verdade dos conhecimentos incorporados nos programas (FORQUIN, 2000, p. 51).

Contrapondo às práticas absolutistas de ensino, Harres (1998) cita as práticas denominadas de evolutivo-construtivistas como uma alternativa para o ensino tradicional e afirma que essa denominação "justifica-se porque consideram o conhecimento como algo em permanente evolução e construção, o que as distingue das concepções absolutistas" (Ibidem, p. 82). Essas perspectivas pedagógicas consideram que as concepções prévias dos alunos são fundamentais para o processo de aprendizagem e entendem que o conhecimento está em constante construção.

De maneira geral, os modelos didáticos fundamentados nas concepções evolutivo-construtivistas entendem que os alunos devem construir a sua aprendizagem apoiados no seu conhecimento anterior e sempre de maneira ativa e contextualizada. O aluno passa a ser o centro do processo didático e não mais um receptor passivo de informações, com ideias prévias importantes para a construção de conceitos matemáticos (HARRES, 1998).

Para Garcia (2009), nas posturas construtivistas de ensino de Matemática, os alunos são incentivados a propor ideias, levantar hipóteses, testar modelos, contextualizar e generalizar conceitos. "A expectativa é que, o aumento do envolvimento e da participação tenha como consequência o aumento do prazer de aprender, fruto da percepção da relevância da Matemática para o problema" (p. 182)

Os modelos didáticos absolutistas, relativistas e evolutivo-construtivistas permeiam as práticas pedagógicas no ensino de Matemática na atualidade. Porém, outra perspectiva de aprendizagem que vem influenciando as atividades escolares é conhecida como Educar pela Pesquisa. Na próxima seção abordamos esse tema e analisamos o entendimento de alguns autores sobre o assunto.

O Educar pela Pesquisa

O modelo didático fundamentado na investigação em sala de aula[3], conforme Porlán (1993), valoriza as concepções prévias dos educandos como determinantes da sequência de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. Ramos, Lima e Rocha F (2009, p. 56) afirmam que nesse modelo “o estudante é protagonista de suas aprendizagens, superando as concepções tradicionais de ensino e de aprendizagem”.

Nesta perspectiva, Porlán (1993), sustenta que os educadores devem primeiramente fazer um levantamento para saber quais são as concepções prévias e os conhecimentos escolares prévios dos alunos, para assumir o papel de facilitadores do processo de ensino e aprendizagem. A partir desse entendimento, a prática investigativa em sala de aula assume grande potencialidade didática, pois todo o conhecimento a ser gerado e construído na escola passa a ter uma postura epistemológica própria. Isso implica na análise de diferentes tipos de informação, ou seja, buscar essas informações em diferentes áreas do conhecimento potencializando a investigação com olhar crítico sobre as questões estudadas.

A proposta pedagógica do EPP possui quatro pressupostos fundamentais:

> A convicção de que o educar pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica; O reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa; A necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno; A definição de educação como processo de formação da competência histórica humana (DEMO, 2011, p.7).

Conforme Demo (2011), quando o ambiente escolar se torna um lugar de investigação, os sujeitos participantes desse processo constroem conhecimentos, estabelecem um ambiente de respeito e diálogo e fortalecem os valores formadores do ser humano historicamente constituído, exercitando assim a cidadania plena.

[3] Neste trabalho considerei a perspectiva de aprendizagem Educar Pela Pesquisa (EPP) semelhante ao modelo didático Investigativo de Pórlan (1993). Ambas as teorias convergem em pontos importantes.

A educação escolar se diferencia dos outros espaços educacionais justamente pela oportunidade de se construir conhecimento pela pesquisa. Este ambiente tem a capacidade de proporcionar a interação entre teorias científicas com a prática contextualizada criando a possibilidade de reconstrução e (re)significação de conceitos e ideias (DEMO, 2011).

Demo (2011) afirma que o EPP consagra a capacidade do aluno em questionar o meio em que vive e a sua realidade, proporcionando a ele a decisão de mudar ou não o seu contexto social. É o que este autor define como a qualidade formal e política da educação. Formal pela bagagem de conhecimento científico adquirida na escola e política pelo desenvolvimento do questionamento reconstrutivo do aluno.

> Educar pela Pesquisa é, portanto, imprimir qualidade formal e política à aprendizagem. É estruturar o trabalho pedagógico de modo a propiciar a formação de um sujeito com autonomia para aprender, com disposição para solucionar problemas, num processo que visa, ainda, amadurecer os aspectos crítico, ético e cooperativo de um sujeito que reivindicará participação política, na luta pela qualificação da vida tanto no sentido individual quanto coletivo. Nesse sentido, a pesquisa na sala de aula concretiza-se por meio do questionamento reconstrutivo, da reconstrução de argumentos e da comunicação e validação desses argumentos (RAMOS; LIMA; ROCHA F, 2009, p. 56).

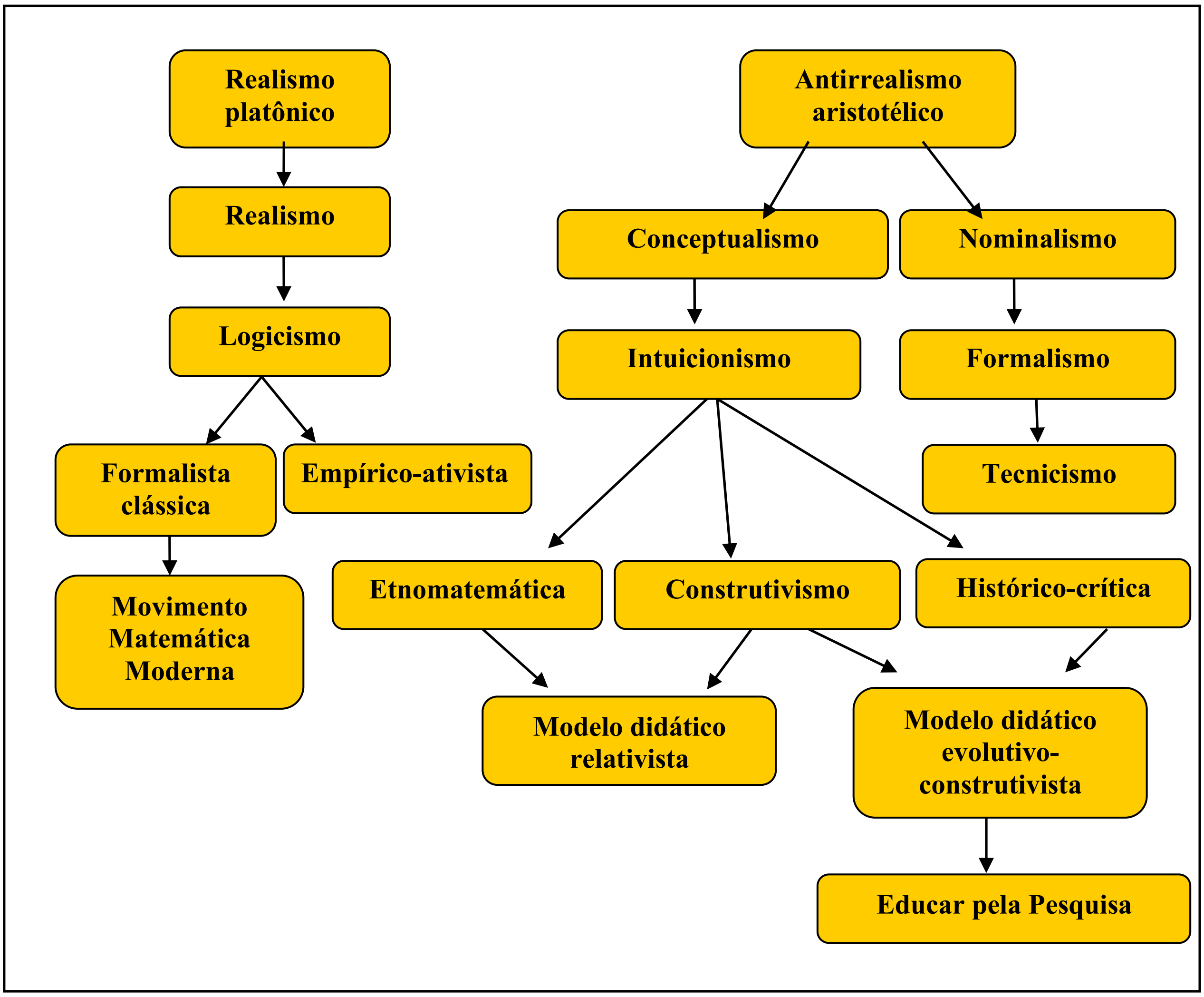
Conforme Porlán (1993), o desenvolvimento do "pensamento reflexivo e autônomo" se define como a principal finalidade da educação escolar. Esse pensamento reflexivo tem o papel de mediador entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Porém, a reflexão por si só não é suficiente, pois requer uma reconstrução e (re)significação crítica das teorias científicas a partir da sua aplicação no cotidiano dos alunos.

Conforme Demo (2011), a proposta pedagógica do EPP consiste numa postura que envolve todos os sujeitos do processo educativo e impacta diretamente na sociedade. Nesta perspectiva os alunos e os professores se envolvem diretamente numa ação afirmativa e inovadora de educação, questionando a realidade, argumentando sobre fatos e fenômenos, reconstruindo significados e propondo ações alternativas aos problemas encontrados.

Resumo das Ideias

Para expressar as ideias defendidas neste trabalho, apresentamos o organograma 01 que resume as relações entre as teorias apresentadas e trata-se de uma proposta deste autor, pois nenhum teórico defende explicitamente as relações entre os modelos didáticos e as filosofias de Platão e Aristóteles.

Organograma 1: Relações entre Educar pela Pesquisa em Matemática, modelos didáticos e princípios Filosóficos



Fonte: O autor (2012)

Conclusões

Nesse trabalho abordamos um pouco de Filosofia da Matemática para entender os fundamentos filosóficos dessa ciência. Vimos, com isso, que esses fundamentos filosóficos influenciam as práticas dos professores em sala de aula, conforme os teóricos estudados nos revelam. Essa influência é um processo histórico que verificamos quando analisamos as tendências históricas das práticas pedagógicas no ensino de Matemática no Brasil. Desse processo, verificamos que as práticas dos professores podem ser agrupadas conforme os modelos didáticos e que o princípio teórico do Educar pela Pesquisa, mais especificamente em aulas de Matemática, é um modelo didático evolutivo-construtivista com raízes no intuicionismo.

Referências

DAMÁZIO, Ademir. Ensino da matemática: retrospectiva histórica. **Revista de Ciências Humanas**. Criciúma, SC, v. 2, n. 2. p.73-88, Jul-Dez. 1996.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **A experiência matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

DEL VECCHIO Jr., J. **Metaphysics and scientific rationality:** an essay concerning the foundations of mathematics. 2010. 248f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 9 ed. Campinas: Autores Associados, 2011. 148p.

FIGUEIREDO, R. A. **Atributos não instanciados**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica. Rio de Janeiro: UFRJ: 2012.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o estudo da matemática no Brasil. **Zetetiké**. Campinas, v. 3, n. 4, p. 01-38, 1995.

FORQUIN, J. C. O currículo entre o relativismo e o universalismo. **Revista Educação & Sociedade**. Campinas, n.73, p. 47-70. dez 2000.

GARCIA, V. C. V. Fundamentação teórica para as perguntas primárias: O que é matemática? Por que ensinar? Como se ensina e como se aprende? **Revista Educação**. Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 176-184, maio/ago. 2009.

HACKING, Ian. **Representing and intervening**. Cambridge: University Press, 1983.

HARRES, J. B. S. **Concepções de professores sobre a natureza da ciência**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre: PUCRS, 1998.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MANNO, A. G. **Filosofia da matemática**. 70 ed. Lisboa: 1972.

MACHADO, N. J. **Matemática e realidade:** análise dos pressupostos filosóficos que fundamentam o ensino da matemática. São Paulo: Cortez, 1997.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. **Contribuiciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias**. Enseñanza de las Ciencias, v.11, p. 3, p. 331-339. Barcelona, 1993.

PONTE, J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: PONTE, J. P. (Ed.). **Educação matemática** - Temas de investigação. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa. 1992. p. 185-239.

PORLÁN, R.; HARRES, J. B. S. A epistemologia evolucionista de Stephen Toulmin e o ensino de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís**. Florianópolis, v. 19, n. especial: p.70-83, jun. 2002.

PORLÁN, R. **Constructivismo y escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación.** Sevilla: Díada, 1993. 194 p.

QUINE, W. V. O. **From a logical point of view.** 1 ed. Massachusetts: Harvard University Press, 1984.

RAMOS, M.; LIMA, V. ROCHA F, J. A pesquisa como prática na sala de aula de Ciências e Matemática: um olhar sobre dissertações. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.3, p.53-81, nov. 2009.

SILVA, J. J. **Filosofias da matemática**. Ed. Unesp. São Paulo, SP. 2007

THOMPSON, A. G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. **Zetetiké**. Campinas-SP, v. 5, n. 8, p. 11 – 44, Jul-Dez. 1997.