GEORGE POLYA E ENSINO DE MATEMÁTICA POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA[1]

Joceleia Aparecida Disperati Correia RAVAGNANI [2]
Pós-Graduada em Formação de Professores com Ênfase no Ensino Superior/IFSP-*Campus* São Paulo

Amanda Cristina Teagno Lopes MARQUES[3]
Doutora em Educação/USP
Docente do IFSP/*Campus* São Paulo

RESUMO
As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de licenciatura em matemática indicam que os egressos devem ser capazes de conduzir um processo educativo que propicie o raciocínio e a abstração de conceitos em detrimento da prática mecanicista e não-significativa. Nesta pesquisa, partiu-se da hipótese de que a utilização de problemas matemáticos pode contribuir para a mudança educativa e, em particular, os trabalhos heurísticos de George Polya podem fornecer uma orientação nesse sentido. Como questão de pesquisa, perguntou-se: "As Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de licenciatura em Matemática propõem a prática de resolução de problemas nos cursos de licenciatura em matemática?" Nesse sentido, o artigo tem por objetivos analisar o papel da resolução de problemas no ensino de matemática e sua inserção nas DCN, investigando em que medida a legislação propõe um ensino baseado em resolução de problemas como práxis educativa. Como procedimentos metodológicos, realizou-se pesquisa documental e bibliográfica. Conclui-se que a importância da abordagem de resolução de problemas, bem como a adequada formação inicial para que o professor esteja apto a trabalhar com tal abordagem, não são dissociadas da realidade educacional: pelo contrário, buscam mudar o quadro atualmente enfrentado pela educação matemática brasileira, estando tais recomendações presentes em nossa legislação educacional.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino de Matemática. DCN. George Polya.

---

[1] Resultado da monografia apresentada para obtenção do certificado de especialista, no curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Formação de Professores com Ênfase no Ensino Superior, no IFSP-*Campus* São Paulo, sob orientação da Profª. Drª. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques.
[2] Endereço eletrônico: joceleiaapdisperati@msn.com
[3] Endereço eletrônico: ctlamand@gmail.com

Introdução

As atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) conferem às Instituições de Ensino Superior relativa autonomia quanto à organização dos currículos de seus cursos. Para tanto, mostram quais competências e habilidades devem ser desenvolvidas por meio de um modelo pedagógico que se adapta às condições dinâmicas de demandas sociais, no qual a graduação é a etapa inicial no processo de educação permanente. Para os cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática, as diretrizes são estabelecidas pelo Parecer CNE/CES 1.302/2001, aprovado em 06/11/2001 (BRASIL, 2001).

Em particular quanto ao curso de licenciatura em matemática, o Parecer 1.302/2001 afirma que são almejadas determinadas características quanto ao perfil dos egressos, tais como: visão de seu papel social de educador e capacidade de se inserir em diversas realidades com sensibilidade para interpretar as ações dos educandos; visão da contribuição que a aprendizagem da Matemática pode oferecer à formação dos indivíduos para o exercício de sua cidadania e visão de que o conhecimento matemático pode e deve ser acessível a todos, e consciência de seu papel na superação dos preconceitos, traduzidos pela angústia, inércia ou rejeição, que muitas vezes ainda estão presentes no ensino-aprendizagem da disciplina (BRASIL, 2001). Assim, espera-se que o egresso possua um perfil adequado à prática pedagógica, sendo capaz de "desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos" (BRASIL, 2001, p. 6).

Neste âmbito, percebe-se a especial atenção dada às conceituações matemáticas ao invés das simples técnicas e métodos. Isso vai ao encontro do que é afirmado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCN). De acordo com os PCN (1997, p. 15):

> O ensino de Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem. [...] A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. (PCN, 1997, p. 15)

Portanto, temos uma situação bastante delineada: as DCN apontam para a importância do egresso em licenciatura em matemática ser capaz de proporcionar uma aprendizagem que se foque mais em conceitos do que em técnicas desprovidas de significado – ou seja, uma aprendizagem mais significativa para o aluno – ao passo que, em consonância a tal recomendação, os PCN apontam para a trágica situação enfrentada no ensino de matemática, no qual alunos passam por processos educacionais mecânicos e não-significativos, acabando, em última instância, com uma formação descontextualizada da realidade em que estão inseridos e sem quaisquer perspectivas quanto aos conteúdos que são ministrados.

Levando tais fatos e recomendações em consideração, cabe ao professor egresso dos cursos de licenciatura em matemática buscar novas abordagens e metodologias, além de pesquisar recursos que facilitem a comunicação com os alunos, de forma a planejar suas aulas, baseando-se em processos investigativos, que conduzam os alunos a produzir seu próprio conhecimento e a estimular sua criatividade, de maneira a criar, ou aperfeiçoar, habilidades matemáticas, construindo, assim, uma visão crítica e autônoma.

Diante do contexto apresentado reside a inquietação que conduziu à presente pesquisa: como formar o licenciando em matemática, muitas vezes também egresso de um sistema educacional básico que privilegia processos mecânicos em detrimento da capacidade de raciocínio e abstração, de modo que, ao exercer sua prática profissional, seja capaz de dar sentido ao conhecimento, desenvolver a capacidade de abstração e resolver problemas concretos do mundo real?

Ainda, seguindo tais referenciais, de que maneira a resolução de problemas faz-se presente nas atuais DCN que orientam os processos formativos dos professores de matemática? Do ponto de vista teórico, qual a contribuição da abordagem de heurísticas de resolução de problemas de George Polya para a formação de professores de matemática? É nesse sentido que se dá o desenvolvimento deste artigo.

Ensino de matemática e resolução de problemas

Ao abordarmos o ensino de matemática e a resolução de problemas, com o que exatamente lidamos? Para compreendermos o porquê das recomendações quanto à utilização de problemas matemáticos como ferramentas da construção da autonomia do aluno, temos que, antes, compreender qual a importância da resolução de problemas e como as estruturas de pensamento se encontram interconectadas nessa abordagem.

É muito difícil conceituar mecanismos cognitivos, pois estes envolvem uma vasta gama de conhecimentos e áreas. Contudo, faz-se necessário entender a diferença entre o raciocínio enquanto processo e a resolução de problemas como conceituação final dos processos cognitivos. Ainda que esta seja tarefa de difícil execução para qualquer artefato epistemológico, um mínimo de controle conceitual sobre a cadeia de eventos relativa ao raciocínio enquanto processo e sobre o fenômeno da resolução de problemas enquanto sistema se torna indispensável para o entendimento da importância da abordagem de resolução de problemas no processo ensino-aprendizagem de matemática.

Segundo Oliveira (2010), o processo de raciocinar significa fazer inferências, o qual envolve, além de questões psicológicas, sociológicas e pedagógicas, também questões anatômicas e neurológicas. A inferência considerada, segundo Oliveira (2010 citada por MORTARI, 2001), significa manipular as informações de modo a fazer conexões entre informações pré-existentes e novas informações recebidas, estruturando a ordem dos pensamentos, criando linhas de informações, hierarquizando-as e fazendo análises que apresentam resultados.

Como afirma Scolari *et al* (2007, p. 3):

> Da mesma forma que na leitura ou escrita, o raciocínio lógico na resolução de problemas matemáticos é um fator de extrema importância. É fundamental que os alunos compreendam e raciocinem sobre o que está sendo proposto e não somente decorem e apliquem fórmulas. (SCOLARI *et al*, 2007, p. 3)

O raciocínio lógico-matemático, por sua vez, pode ser definido através de determinados parâmetros: abstração, compreensão, números e suas relações, argumentação com base em critérios e em princípios logicamente validados e a expressão de ideias de forma lógica e organizada (OLIVEIRA, 2010). Neste âmbito, uma situação-problema em ambiente de aprendizagem depreende tais esforços para obtenção de seu resultado.

Em um primeiro momento, é necessário abstrair o assunto para um nível mental, transpondo os signos para uma esfera interna do pensar. Piaget denomina tal abstração de abstração construtivista, mostrando que certos processos, como comparar, diferenciar e quantificar, não possuem existência na realidade externa, sendo ações internas e próprias de cada indivíduo. A fase de compreensão, por sua vez, está ligada ao entendimento: ser capaz de extrair e classificar os dados em grupos e subgrupos, a fim de obter as informações necessárias à resolução do problema. O processo de interpretação, em si, ainda incorre na necessidade do conhecimento dos signos, ultrapassando o campo lógico-matemático. De acordo com Oliveira (2010, p. 4), tal processo apresenta "domínio de leitura, percepção de detalhes e ordem de apresentação das informações, essas características devem ser trabalhadas desde a infância dos indivíduos através de diálogos, interação social e apresentação de diferentes informações".

O próximo passo neste processo é buscar relações existentes entre as informações que foram interpretadas e os conceitos matemáticos, sejam tais relações algébricas ou geométricas. De acordo com Piaget, o conhecimento lógico-matemático, o que inclui os números e a aritmética, é construído de dentro para fora, na interação com o ambiente. Já a fase de argumentação envolve a discussão do raciocínio. Trata-se, portanto, da avaliação e teste do pensamento. Ao argumentar, procura-se buscar respostas verdadeiras que validem o pensamento prévio. Critérios e princípios lógicos são utilizados como base para que a argumentação se valha da razão matemática e lógica.

Por fim, os processos acima precisam ser apresentados de modo que todas as pessoas que recebam a informação compreendam as linhas de raciocínio. Para tanto, se utiliza a matemática e a lógica no sentido organizacional e representativo, ou seja, para a expressão. Conforme Rauber *et al* (2003. p. 3), "pensar e argumentar logicamente é indispensável para dar sentido ao pensamento.". A figura 1, abaixo, ilustra o processo acima exposto.

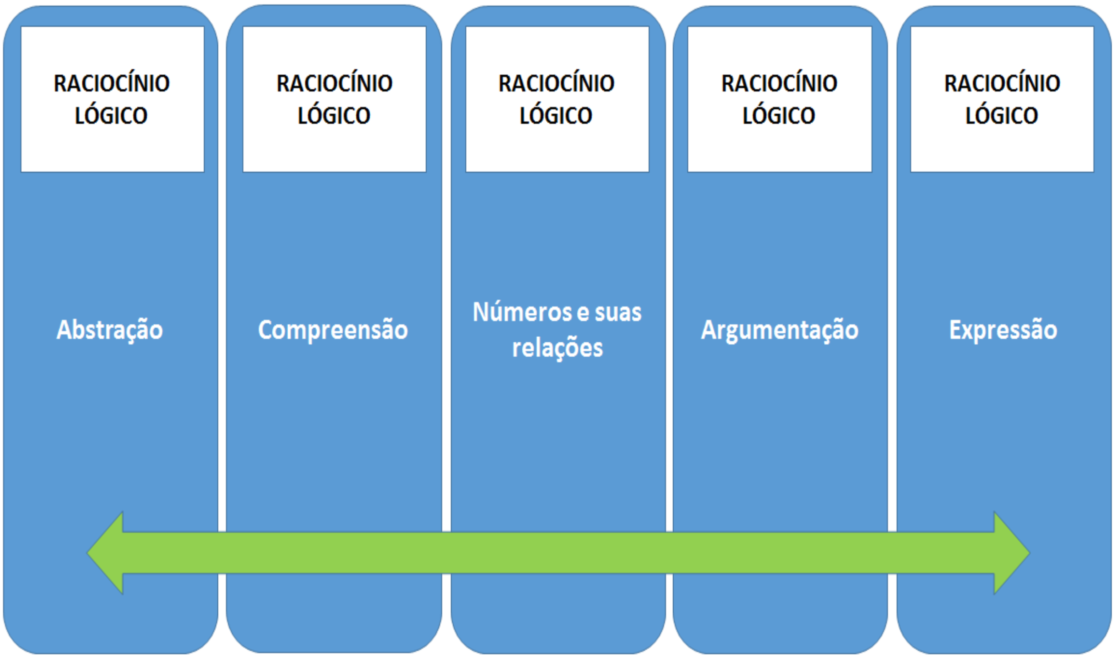

Figura 1. Relações entre os componentes do raciocínio lógico. Fonte: OLIVEIRA (2010).

Nesse sentido, fica claro que o processo envolve uma gama de áreas e organização do pensamento. O pensamento lógico-matemático se dá por meio de uma série de construções e envolve processos cognitivos não facilmente delineáveis. Assim, justifica-se a matemática na educação básica e, no contexto particular deste trabalho, a abordagem baseada em resolução de problemas, considerando ainda o papel da matemática na promoção de processos cognitivos. Para o GTERP (2015, s/ p.)[4]:

> Uma das principais tarefas do ensino da Matemática é a de ensinar os alunos a pensar, tarefa esta que não tem sido fácil. Os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam que a resolução de problemas seja um caminho para se fazer matemática em sala de aula, como um ponto de partida da atividade matemática. Para isso, no processo de ensino e aprendizagem, conceitos, conteúdos, ideais e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas. Sendo assim, os problemas deveriam ser o ponto central do ensino de Matemática. (GTERP, 2015, s/ p.)

À luz do exposto, passemos a dissertar sobre resolução de problemas.

[4] Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas da UNESP, disponível em http://www2.rc.unesp.br/gterp/?q=pesquisa. Acesso em: 02 nov. 2015.

Resolução de problemas

A resolução de problemas faz parte da humanidade mesmo antes do surgimento dos números. Os primeiros homens se depararam com problemas da vida cotidiana e tiveram que desenvolver métodos para resolvê-los. Com isso, criaram maneiras de comparar, quantificar, classificar, ordenar e medir, a fim de resolver seus problemas. O próprio surgimento da Matemática está ligado à prática de resolução de problemas. Quanto à resolução de problemas, em linhas gerais, Dante (1991, p. 9) define problema como "qualquer situação que exija o pensar do indivíduo para solucioná-la".

De maneira mais específica, Pereira (1980, p. 28) afirma que: "[...] problema é toda situação na qual o indivíduo necessita obter novas informações e estabelecer relações entre elementos conhecidos e os contidos num objetivo a que se propõe a realizar para atingi-lo".

Apesar de estar intrinsecamente ligada ao desenvolvimento da humanidade, a resolução de problemas só se tornou o foco da matemática escolar moderna a partir de uma recomendação feita no documento "Uma Agenda para a Ação" do NCTM, *National Council of Teachers of Mathematics*, conselho nacional dos professores de matemática dos Estados Unidos, em 1980. O documento recomenda aos professores que criem situações em sala de aula em que a resolução de problemas possa eclodir, propondo que os problemas sejam vistos como uma situação desencadeadora para a construção de conhecimentos. Em síntese, recomendava-se que resolver problemas deveria ser o foco da matemática escolar (GTERP, 2015).

Ainda de acordo com o GTERP, isso se refletiu no Brasil através da criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN:

> No Brasil, apoiados em ideias dos Standards do NCTM, foram criados os PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais, que apontam o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, explorá-los, generalizá-los e até propor novos problemas a partir deles, como um dos propósitos do ensino de Matemática; indicam a resolução de problemas como ponto de partida das atividades matemáticas e discutem caminhos para se fazer matemática na sala de aula. (GTERP, 2015, s/p.)

Os PCN, ainda que não tivessem caráter compulsório, serviram como importante referencial para as políticas educacionais brasileiras para o ensino fundamental. No que tange à matemática, conforme mencionado anteriormente, apontam para uma direção da disciplina enquanto parte da apropriação da cidadania – sendo, inclusive, este o primeiro princípio da área, conforme citado no documento. Assim, há a intenção de não conferir um caráter instrumental à matemática, que a descole das vivências diárias dos alunos, ressaltando-se como aspectos básicos do caráter relacional da matemática: a) a apropriação dos signos matemáticos, sendo capaz de relacionar os fatos observados em outras áreas do conhecimento e tratá-los adequadamente, através de representações gráficas, desenhos e outros, objetivando maior correlação explícita da matemática com as situações cotidianas vivenciadas pelos alunos; b) estimular o aluno a entender a semântica matemática, compreendendo o processo de ensino-aprendizagem da matemática não de maneira mecanicista, mas sim a vislumbrando como uma rede de relações entre as diversas áreas do conhecimento.

Dessa maneira, a resolução de problemas deve se focar na capacidade de abstração de conhecimentos matemáticos para a resolução de problemas no mundo real. O NCTM, em seu documento "An Agenda for Action" (SOUZA e NUNES, 2007, p. 02), afirma, em tradução livre para o português, que

> Durante a sétima e oitava séries, o foco intensivo na resolução de problemas deve se tornar um veículo para exercitar, confirmar, e desenvolver todas as habilidades básicas de maneira mais profunda. Ao mesmo tempo, familiaridade, competência, e confiança devem ser construídas na aplicação destas habilidades matemáticas para a resolução de problemas de variadas dificuldades com variados contextos. Neste estágio, uma habilidade significativa é a de selecionar estratégias a partir de um crescente repertório. (NCTM, 1980, p. 19)

Tal habilidade de selecionar táticas em um crescente repertório de estratégias conhecidas é o que se espera que o estudante seja capaz de fazer. Os PCN (BRASIL, 1997, p. 23) afirmam que "a Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar". Afirmam também que "a atividade matemática escolar não é olhar para coisas prontas e definitivas" (p. 23), mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade. O Pisa (2003, p. 7) exemplifica isto da seguinte maneira:

> Os cidadãos são cada vez mais confrontados com uma miríade de tarefas que envolvem conceitos quantitativos, espaciais, probabilísticos, etc. Os jornais, as revistas, a televisão e a Internet estão cheios de informação sob a forma de tabelas, figuras e gráficos, sobre o tempo, a economia, a medicina e os desportos, para citar alguns exemplos. Os cidadãos são bombardeados com informação sobre matérias como o aquecimento global e o efeito de estufa, o crescimento da população, os derramamentos de petróleo e os mares, o desaparecimento do mundo rural. (PISA, 2003, p. 7)

A matemática, assim, é entendida também como linguagem e, como afirma Sá (2012, p. 20),

> o cidadão necessita da capacidade de leitura e interpretação de informações por meio de distintas formas de linguagem matemática, de percepção da coerência ou não de uma argumentação, bem como da competência para formular suas próprias ideias de forma consistente, para uma inserção crítica e autônoma na sociedade contemporânea. O estudante/cidadão deve compreender os conceitos fundamentais da Matemática, tratados na Educação Básica, de forma a saber aplicá-los em situações diversas, relacionando-os entre si e com outras áreas do conhecimento humano. (SÁ, 2012, p. 20)

Consideramos, portanto, que a partir de tais recomendações e afirmações, realizadas tanto pelo NCTM quanto pelo MEC, a utilização de resolução de problemas é justificada enquanto meio de transformação de conhecimentos matemáticos abstratos em conhecimento que dialoga com as práticas sociais e que fomenta o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Esta última afirmação pode ser, por fim, confirmada a partir da seguinte recomendação dos PCN (1997, p. 56-57):

> [...] a seleção e organização de conteúdos não deve ter como critério único a lógica interna da Matemática. Deve-se levar em conta sua relevância social e a contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno. Trata-se de um processo permanente de construção. (PCN, 1997, p. 56-57)

Ademais, a resolução de problemas mostra-se importante, visto que, de acordo com Polya (1978), o ensino não deve se reduzir apenas ao treinamento de técnicas matemáticas e a atividades mecânicas. Polya (1978, p. 12) cita que

> [...] um ensino que se reduz ao treinamento de técnicas, ao desenvolvimento mecânico de atividades fica bem abaixo do nível do livro de cozinha, pois as receitas culinárias sempre deixam alguma coisa para a imaginação e análise do cozinheiro, mas as receitas matemáticas não deixam nada disso. (POLYA, 1978, p. 12)

Neste contexto, a resolução de problemas é tida como forte aliada ao processo de ensino-aprendizagem de matemática, capaz de conduzir o aluno a uma compreensão mais significativa do conteúdo abordado, tal como defendido por autores como Stanic e Kilpatrick (1989).

De acordo com Stanic e Kilpatrick (1989), existem três temas gerais que definem a resolução de problemas no currículo da Matemática Escolar. Os temas são resolução de problemas em contexto, resolução de problemas como habilidade e resolução de problemas como arte.

Ainda de acordo com Stanic e Kilpatrick (1989), existem ao menos cinco subtemas na resolução de problema em contexto baseados na ideia de que problemas são meios para se alcançar outros fins. Os subtemas são: a) a resolução de problemas como justificativa; b) a resolução de problemas como motivação; c) a resolução de problemas como recreação; d) a resolução de problemas como um veículo; e) a resolução de problemas como prática.

Dentre os cinco subtemas, podemos afirmar que a resolução de problemas como prática é a que possui maior influência na prática docente na educação básica, pois se dá através de modelos baseados em repetição e não em raciocínio – conforme situação apontada pelos próprios PCN.

Já na resolução de problemas como habilidade, há a abordagem de que a resolução de problemas é uma das habilidades que devem ser ensinadas na vida escolar. De acordo com essa linha de pensamento, a resolução de problemas não é uma habilidade unitária em sua essência, mas há na verdade um direcionamento de habilidades. Atualmente, este direcionamento tem se tornado importante para aqueles que defendem que a resolução de problemas é um valioso fim curricular e até mesmo mais do que um método para se alcançar outros fins. Porém, uma consequência dessa visão é que se tem uma hierarquia de habilidades para a resolução de problemas rotineiros e não rotineiros.

Já em relação à resolução de problemas como arte, Stanic e Kilpatrick (1989, p. 10) afirmam que:

> Uma visão mais profunda e mais compreensiva da resolução de problemas nos currículos escolares de Matemática – a visão da resolução de problemas como arte – emergiu do trabalho de George Polya, que reviveu no nosso tempo a ideia da heurística (a arte da descoberta). (STANIC E KILPATRICK, 1989, p. 10)

Nesse sentido, passemos à análise da proposta desse autor, primeiramente dissertando sobre Heurística.

A Heurística e o trabalho de George Polya

De acordo com o dicionário Houaiss[5], podemos definir o termo "Heurística" em diferentes contextos: de problematização, de cientificidade e de pedagogia. De problematização: "método de investigação baseado na aproximação progressiva de um dado problema"; Científico: "a ciência que tem por objetivo a descoberta dos fatos"; "a arte de inventar, de fazer descobertas"; Pedagógico: "método educacional que consiste em fazer descobrir pelo aluno o que se lhe quer ensinar". Segundo Polya (1978, p. 86), a Heurística é um ramo de estudo "muitas vezes delineado, mas raramente apresentado com detalhes".

Filósofos e pesquisadores estudaram, ou estão estudando, as diversas maneiras de resolver problemas utilizando-se de Heurísticas. Sócrates acreditava que o indivíduo já possui o conhecimento necessário para resolver problemas, sendo este apenas um exercício de recordação. Ele leva seu interlocutor a descobrir as respostas apenas estimulando-o por meio de diálogo, técnica essa conhecida como "Diálogo Socrático".

O objetivo da Heurística é estudar os métodos e as regras da descoberta e da invenção. Sendo assim, pressupõe a resposta à pergunta: "Como proceder para resolver problemas?", que sugere a existência de um método analítico para a descoberta de

[5] HOUAISS, Antonio *et al*. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

verdades científicas. Em outras palavras, a Heurística moderna visa a compreender o processo solucionador dos problemas, em especial as operações mentais típicas do processo, e que tenham utilidade. Levam-se em conta as bases lógicas e as bases psicológicas (PUCHKIN, 1969). De acordo com Polya (1978), a base da Heurística sempre deverá ser a experiência na resolução de problemas e a experiência na observação de tal atividade quando realizada por terceiros.

Ademais, há também grande interesse prático – ao invés de pura curiosidade científica – quando tratamos de heurística. Ficou evidente, nas últimas décadas, que o estudo de tal ciência pode influenciar nos progressos técnicos. Quando há algum problema científico ou técnico, para o qual não existe meio determinado e nítido de resolução, a solução não pode ser obtida fora da atividade mental concreta de homens concretos. Nesse sentido, a atividade heurística de um técnico, inventor ou cientista produz tecnologia e teorias diversas, ou seja, cumpre uma função na comunidade humana.

Puchkin (1969) afirma que:

> Quanto mais rapidamente se desenvolvem a ciência e a técnica, tanto maior é a importância da atividade intelectual criadora do homem, tanto maiores as exigências quanto a intensidade e eficiência dessa atividade. (PUCHKIN, 1969, p. 18)

Ao falar de Heurística, falamos sobre "métodos e regras que conduzem à descoberta, inovação, investigação e resolução de problemas"[6] e, para nós, todos os três domínios citados anteriormente em que o termo pode ser empregado são importantes.

Neste contexto, Polya, em "How to Solve It", descreve uma prescrição heurística que realiza as quatro seguintes afirmações: 1) Se não puder compreender um problema, monte um esquema; 2) Se não puder encontrar a solução, tente fazer um mecanismo inverso para tentar chegar à solução (engenharia reversa); 3) Se o problema for abstrato, tente propor o mesmo problema num exemplo concreto; 4) Tente abordar primeiro um problema mais geral (o paradoxo do inventor: o propósito mais ambicioso é o que tem mais possibilidade de sucesso).

[6] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio* – O dicionário da língua portuguesa. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

Tais heurísticas visam a auxiliar o ensino-aprendizagem de matemática através da utilização de problemas. De acordo com Polya (1978, p. 84):

> O estudo da heurística tem objetivos práticos: uma melhor compreensão das operações mentais tipicamente úteis na resolução de problemas poderia exercer uma influência benéfica sobre o ensino, especialmente sobre o ensino da Matemática. (POLYA, 1978, p. 84)

Em seu livro “How To Solve It”, George Polya propõe uma heurística para resolução de problemas. Segundo Polya (1978, p. 86), existem cinco fases, ou etapas, que facilitam a resolução de um problema: 1) a primeira fase é a de se familiarizar com o problema; 2) após estar familiarizado com o problema, inicia-se a segunda fase da resolução de problemas, na qual deve ocorrer o aperfeiçoamento da compreensão sobre o problema; 3) já a terceira fase é composta pela procura de uma ideia proveitosa, na qual deverá se chegar a uma ideia que conduzirá à resolução do problema; 4) a quarta fase é a execução do plano – caso o problema seja muito complexo, há primeiramente a verificação dos passos grandes e depois dos passos pequenos; 5) a quinta e última fase consiste do retrospecto de tudo que foi feito, uma vez que, com isso, a habilidade de resolver problemas se torna cada vez mais desenvolvida.

Nas palavras de Polya (1978, p. 65):

> Resolver problemas é uma habilidade prática, como nadar, esquiar ou tocar piano: você pode aprendê-la por meio de imitação e prática. (...) se você quer aprender a nadar você tem de ir à água e se você quer se tornar um bom “resolvedor de problemas”, tem que resolver problemas. (POLYA, 1978, p. 65)

Formação de professores para o ensino de matemática

As propostas discutidas até aqui demandam a existência de uma adequada formação inicial de professores. Dado o problema atualmente enfrentado no ensino de matemática no Brasil, faz-se necessário buscar alternativas a processos educacionais não-significativos que, conforme apontado pelos próprios PCN, encontram-se largamente estabelecidos; trata-se de possibilitar a transformação da educação mecânica e repetitiva em uma educação que, de fato, possibilite a aprendizagem e o desenvolvimento do educando. Desse contexto decorre a inquietação inicial mobilizadora da pesquisa: quais as maneiras de preparar o licenciando em matemática, muitas vezes também egresso de um sistema educacional básico que privilegia processos mecânicos em detrimento da capacidade de raciocínio e abstração, de forma que, ao exercer sua prática profissional, seja capaz de dar sentido ao conhecimento matemático, desenvolver a capacidade de abstração e resolver de problemas concretos do mundo real? Somado a isso, tal professor pode levar em consideração vir a ser o que conhecemos por professor reflexivo, isto é, aquele professor que reflete sobre sua ação antes, durante e após sua prática pedagógica, sendo que o após se torna o antes da próxima aula (CANAVARRO; ABRANTES, 1994). Com essa iniciativa, o professor se percebe mais bem preparado para (re)avaliar suas concepções e crenças no que diz respeito à sua pratica, às diversas atitudes dos alunos, à infraestrutura oferecida pela instituição de ensino e às características da comunidade na qual se encontra inserido. Um professor sem a formação inicial adequada, portanto, terá maior dificuldade em desenvolver tal proposta, ainda que a formação não seja condição suficiente para tal.

O estado em que se encontra a educação matemática como um campo profissional e científico pode ser atribuído a alguns fatores: graças à preocupação de profissionais e professores da área foi a primeira das matérias escolares a ter uma grande reformulação curricular, sendo esta deflagrada por Felix Klein no século XX; o incentivo à formação de professores secundários pelas universidades europeias – fato este que contribuiu para a formação de especialistas universitários em ensino da área – no século XIX; aos estudos experimentais de psicólogos americanos e europeus sobre o aprendizado da área por crianças no início do século XX seguidos posteriormente, no contexto internacional, a partir da década de 1950, pelo “Movimento da Matemática Moderna” – sendo um do mais notáveis o *School Mathematics Study Group* que disseminou suas publicações de cunho modernista para além das fronteiras estadunidenses, chegando até o Brasil – constituído por educadores e pesquisadores visando à realização de reformulações e desenvolvimento que atendessem à nova conjuntura sociopolítica que se formava no mundo pós-guerra. No fim da década de 1970 e durante a década de 1980, em contato com as influências internacionais, no Brasil, surgem a Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM e os primeiros programas de pós-graduação em educação matemática.

Quanto ao aspecto legal da formação de professores no Brasil, as DCN, Diretrizes Curriculares Nacionais, neste caso em particular as DCN dos cursos de graduação em matemática, não representam uma ilha isolada, dissociada deste trabalho de pesquisa que vem sendo conduzido; pelo contrário, sintetizam e norteiam, dentro do contexto brasileiro, os requisitos básicos para a implantação de cursos de licenciatura. Nesse sentindo, passemos à análise das DCN do curso de Licenciatura em Matemática no Brasil.

Diretrizes Curriculares Nacionais da Graduação em Matemática e a resolução de problemas

As Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de graduação visam a fornecer subsídios e direcionamento às instituições de ensino superior para a construção e a implementação de seus projetos pedagógicos de curso – PPC. Para melhor compreendermos as DNC, é necessário realizar uma breve revisão de sua história.

A discussão das DNC inicia-se com a publicação do Edital nº 4/97, que convocou as instituições de ensino superior a apresentar propostas que, posteriormente, organizadas pelas Comissões de Especialista de Ensino, CEE, foram encaminhadas ao Conselho Nacional de Educação, CNE. Já em dezembro de 1998, as primeiras propostas sistematizadas foram divulgadas por meio da Internet, a fim de possibilitar críticas e sugestões ao documento inicial. Além disso, foram promovidos encontros e seminários no país para consolidação das propostas.

As DCN visam a conferir às Instituições de Ensino Superior, IES, uma maior autonomia quanto aos currículos de seus cursos. Para tanto, mostram quais competências e habilidades devem ser desenvolvidas por meio de um modelo pedagógico que se adapta às condições dinâmicas de demandas sociais, no qual a graduação é a etapa inicial no processo de educação permanente (CNE/CES 0146/2002, p. 4). As DCN dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática foram estabelecidas pelo Parecer CNE/CES 1.302/2001, aprovado em 06/11/2001 (BRASIL, 2001). O documento é organizado em cinco tópicos: perfil dos formandos, competências e habilidades, estrutura do curso, conteúdos curriculares e estágios e atividades complementares. Para melhor descrevê-lo, é necessário fazer uma breve síntese.

Quanto ao primeiro tópico, perfil dos formandos, o documento apresenta uma série de recomendações, separadas pelas duas formações ali presentes: bacharelado e licenciatura. Assim, é dito que o perfil esperado pelo perfil bacharel é de uma sólida formação dos conteúdos de matemática, além da preparação para enfrentar os desafios decorrentes das transformações sociais, do mercado de trabalho e das condições do exercício profissional. Já, para o licenciado em matemática, é esperado que possua a visão de seu papel social enquanto educador, tendo capacidade de se inserir em diversas realidades e sensibilidade de interpretar as ações dos educandos; espera-se que desenvolva a contribuição que a matemática pode oferecer à formação de indivíduos e exercício da cidadania, além da visão de que o conhecimento matemático pode e deve ser acessível a todos, tendo a consciência de seu papel na superação dos preconceitos muitas vezes ainda presentes no processo ensino-aprendizagem da disciplina.

No segundo tópico, competências e habilidades, o documento descreve onze competências e habilidades esperadas do bacharel em matemática, tais como: capacidade de expressar-se escrita e oralmente com clareza e precisão; capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares; capacidade de compreender, criticar e utilizar novas ideias e tecnologias para a resolução dos problemas; capacidade de aprendizagem continuada, dentre outras. Já, para o licenciado em matemática, especificamente, esperam-se seis competências e habilidades, a saber: a) Elaborar propostas de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica; b) Analisar, selecionar e produzir materiais didáticos; c) Analisar criticamente propostas curriculares de Matemáticas para a educação básica; d) Desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos; e) Perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente; f) Contribuir para a realização de projetos coletivos dentro da escola básica.

No tópico três, estrutura curricular, é descrito, de maneira geral, como devem ser considerados os conceitos matemáticos necessários à formação do aluno e, assim, normatiza-se a construção dos currículos dos cursos de matemática com base em duas orientações: partir das representações que os alunos possuem dos conceitos matemáticos e dos processos escolares para organizar o desenvolvimento das abordagens durante o curso e, também, construir uma visão global de maneira teoricamente significativa para o aluno.

Já no tópico quatro, conteúdos curriculares, são expostos conteúdos considerados essenciais à formação matemática. Em ambos os cursos, licenciatura e bacharelado, há alguns conteúdos em comum: cálculo diferencial e integral e álgebra linear. Ainda, a parte comum deve incluir: Conteúdos matemáticos presentes na educação básica nas áreas de Álgebra, Geometria e Análise; Conteúdos de áreas afins à Matemática, que são fontes originadoras de problemas e campos de aplicação de suas teorias; Conteúdos da Ciência da Educação, da História e Filosofia das Ciências e da Matemática.

Especificamente no curso de bacharelado, por sua vez, seguem outros conteúdos matemáticos como análise complexa e geometria diferencial, e no curso de licenciatura há outros diversos, a saber: Cálculo Diferencial e Integral; Álgebra Linear; Fundamentos de Análise; Fundamentos de Álgebra; Fundamentos de Geometria; Geometria Analítica. Além disso, os cursos de licenciatura devem incluir os conteúdos da educação básica, considerados os PCN, Parâmetros Curriculares Nacionais, para a educação básica.

Por fim, no tópico cinco, são ditas algumas ações que podem ser desenvolvidas enquanto atividades complementares para ambos os cursos.

Cabe destacar que o Parecer CNE/CES 1.302/2001 afirma que o licenciado em Matemática deverá ser capaz de "[...] trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos; [...] perceber a prática docente de Matemática como [...] um espaço de criação e reflexão [...]" (BRASIL, 2001, p. 4). Ainda, este Parecer aborda o estágio na licenciatura, afirmando que "o educador matemático deve ser capaz de tomar decisões, refletir sobre sua prática e ser criativo na ação pedagógica, reconhecendo a realidade em que se insere" (BRASIL, 2001, p. 6).

Destas cinco orientações compõem-se as DCN dos cursos de licenciatura e bacharelado em matemática, base para os projetos pedagógicos de curso – PPC, que devem ser elaborados pelas IES que oferecerem tais cursos à comunidade. Consideramos importante notar que, nestas diretrizes, não há fórmulas mágicas ou prontas para a elaboração do PPC, apenas guias gerais. Ou seja, as Diretrizes

Curriculares Nacionais normatizam as formações, mas não fornecem uma fórmula pronta para implantação do curso de graduação; o PPC ainda deve considerar as particularidades da realidade em que a IES está inserida. Assim, percebemos tanto a importância das DCN enquanto ferramenta normativa nuclear, quanto a importância da elaboração do PPC em face da realidade e peculiaridades de cada IES.

No que se refere especificamente à licenciatura, as recomendações apresentadas na DCN analisada devem ser complementadas pelo disposto na Resolução CNE/CP 1/2002[7]. No documento, afirma-se:

> Art 5º. Parágrafo único. A aprendizagem deverá ser orientada pelo princípio metodológico geral, que pode ser traduzido pela ação-reflexão-ação e que aponta a resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas.

E, em seu artigo 13, a Resolução CNE/CP 1/2002 afirma que

> Art. 13. Em tempo e espaço curricular específico, a coordenação da dimensão prática transcenderá o estágio e terá como finalidade promover a articulação das diferentes práticas, numa perspectiva interdisciplinar.
>
> § 1º A prática será desenvolvida com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão, visando à atuação em situações contextualizadas, com o registro dessas observações realizadas e a resolução de situações-problema.

Vemos, portanto, que a abordagem de ensino-aprendizagem baseada em resolução de problemas é explicitamente definida como uma das estratégias didáticas privilegiadas. Além disso, estas Resoluções seguem o direcionamento em que a resolução de problemas está inserida: transformação da realidade dos alunos e pleno exercício de cidadania, através, também, da adequada compreensão dos conceitos matemáticos de forma contextualizada à sua vivência.

[7] À época da realização da pesquisa, era esta a normativa vigente para a formação de professores. A referida Resolução trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Atualmente, vale a Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. De acordo com o art. 22 desta Resolução, os cursos de formação de professores que se encontram em funcionamento deverão se adaptar ao disposto no prazo de 2 (dois) anos, a contar da data de sua publicação, ou seja, até 1/7/2017.

A seguir, propomos uma tabela comparativa a partir das competências esperadas dos formados em licenciatura em matemática e como estas se relacionam às habilidades esperadas nos PCN, além de como as competências trabalhadas pela abordagem de resolução de problemas estão intimamente correlacionadas a ambas. Na construção da tabela, utilizamos os dados extraídos de nossas referências previamente abordadas com ênfase nos seguintes documentos e referências: Resolução CNE/CES 1.302/2001; PCN (1997); Dante (1991, p. 25); Pozo e Echeverría (1998, p. 9); Polya (1978); Stanic e Kilpatrick (1989).

Quadro 1. Competências esperadas do Licenciado em Matemática, habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos da Educação Básica e competências trabalhadas na abordagem resolução de problemas

COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO LICENCIADO EM MATEMÁTICA	**HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM OS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA**	**ABORDAGEM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**
Elaborar propostas de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica.	Espera-se que o aluno possa se apropriar dos signos matemáticos, sendo capaz de relacionar os fatos observados em outras áreas do conhecimento e tratá-los adequadamente, através de representações gráficas, desenhos e outros, objetivando maior correlação explícita da matemática com as situações cotidianas vivenciadas pelos alunos;	Apresentação de situações abertas e sugestivas, que exijam dos alunos um papel ativo ou um esforço para buscar suas próprias respostas e conhecimentos;
Analisar, selecionar e produzir materiais didáticos		
Analisar criticamente propostas curriculares de Matemáticas para a educação básica		
Desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos	Estimular o aluno a entender a semântica matemática, compreendendo o processo de ensino-aprendizagem da matemática não de maneira mecanicista, mas sim a vislumbrando como uma rede de relações entre as diversas áreas do conhecimento	Promoção, nos alunos, do domínio de procedimentos, bem como da utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes;

Perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente		Por meio da resolução de problemas procura-se desenvolver no aluno iniciativa, espírito explorador, criatividade, independência, a habilidade de elaborar um raciocínio lógico e fazer uso inteligente e eficaz dos recursos disponíveis;
Domínio de conteúdos da Ciência da Educação, da História e Filosofia das Ciências e da Matemática.		Permitir que o aluno possa propor boas soluções às questões que surgem em seu dia-a-dia, na escola ou fora dela.

Fonte: elaborado pelas autoras

É importante notar que tais competências e habilidades esperadas, no caso do Licenciado em Matemática, vão ao encontro do que é esperado do aluno ao concluir a educação básica, o que não poderia ser diferente, tendo em vista que o licenciado em matemática, com uma adequada formação inicial, deve estar capacitado a desenvolver seu trabalho de forma a contribuir para alteração do quadro atualmente enfrentado. Neste âmbito, ainda, é que destacamos a abordagem de resolução de problemas, uma vez que, a partir desta, as competências esperadas podem ser trabalhadas de maneira a, como anteriormente mencionado, "ensinar os alunos a pensar".

Assim, a abordagem de resolução de problemas deve ser explicitada nos PPC de cada curso, considerando a realidade social em que a IES estiver inserida, mas sempre como ferramenta didática privilegiada; a abordagem de resolução de problemas está intimamente ligada aos conceitos que devem ser trabalhados, às habilidades esperadas dos alunos na educação básica e, portanto, à mudança de paradigma na educação matemática brasileira.

Considerações finais

Como visto, a importância da abordagem de resolução de problemas, bem como a adequada formação inicial docente, não são dissociadas da realidade educacional: pelo contrário, buscam mudar o quadro atualmente enfrentado. Tais ideias têm origem ainda nos anos 80, nos Estados Unidos e, ao menos desde a concepção dos PCN, instituídos pela Lei 9495/96, têm importância, também, em nosso contexto educacional. Cabe, aqui, ressaltar novamente que tal abordagem de resolução de problemas, por sua vez, não é vista como um conteúdo a ser ensinado – ou seja, não tratamos a resolução de problemas como mera aplicação dos conceitos previamente abordados, no qual o aluno lê o enunciado, identifica a questão e aplica uma fórmula –, mas, sim, como um veículo para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos. Como diz Polya, porém, só se torna um bom "resolvedor de problemas", resolvendo-os. As heurísticas de Polya, neste contexto geral, são guias, norteadores para o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas. Os passos, por ele descritos, são meios de facilitação do processo de desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas.

Já no que tange aos conteúdos abordados na resolução de problemas, especificamente, tais devem ser, como já mencionado, contextualizados e significativos, e aqui, em particular, nos cabe uma citação de Freire:

> Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina, a realidade agressiva em que a violência é a constante e a convivência das pessoas é muito maior com a morte do que com a vida? Por que não estabelecer uma necessária "intimidade" entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? Por que não discutir as implicações políticas e ideológicas de um tal descaso dos dominantes pelas áreas pobres da cidade? A ética de classe embutida neste descaso? Porque, dirá um educador reacionariamente pragmático, a escola não tem nada que ver com isso. A escola não é partido. Ela tem que ensinar os conteúdos, transferi-los aos alunos. Aprendidos, estes operam por si mesmos. (FREIRE, 1996, p. 17)

E, novamente citando Freire,

> A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres "vazios" a quem o mundo "encha" de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como "corpos conscientes" e na consciência como uma consciência intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. (FREIRE, 1974, p. 38)

Essas reflexões dialogam ou devem dialogar com o conteúdo curricular matemático da educação básica. Cada um destes conteúdos pode – e deve – ser contextualizado e encarado não como fórmula abstrata sem significado para os alunos, mas como conhecimento para a compreensão dos problemas cotidianos, para a inserção do aluno na sociedade, entendendo e correlacionando com os fenômenos sociais, possibilitando, assim, a efetiva consolidação da participação política, democrática e cidadã.

Como já citado por Freire, é essencial que o papel não seja meramente "depositar" conteúdo no aluno, que não haja uma educação bancária, mas sim, que este seja capaz de problematizar sua realidade e vislumbrar mudanças em sua sociedade. E isto, no processo de ensino-aprendizagem de matemática, está absolutamente de acordo com a resolução de problemas.

Nesse sentido, a legislação estabelecida no Parecer CNE/CES 1.302/2001, na Resolução CNE/CP 1/2002 e na Resolução CNE/CES 3/2003, fornece um direcionamento aos projetos pedagógicos dos cursos de graduação em matemática. A análise dos documentos indica a presença da resolução de problemas como estratégia didática privilegiada, norteada pelo princípio metodológico da ação-reflexão-ação. Assim, retornando à nossa questão de pesquisa, conclui-se, tendo em vista o apresentado durante o desenvolvimento deste trabalho, que nossas DCN propõem a prática da resolução de problemas de forma a propiciar um processo educacional significativo, amplo, em detrimento às práticas meramente mecanicistas.

Cabe aqui um parêntese: como se dá a práxis educativa da resolução de problemas em um nível menos macroscópico, visto a partir dos PPP de cada IES e, ainda, vistos a partir dos PPC de cada curso? Estamos, efetivamente, formando educadores que adotam a abordagem pedagógica de resolução de problemas como ferramenta de transformação? Tais questões fogem ao nosso escopo e podem ser encaradas como questões de pesquisas decorrentes deste trabalho, indicando novas demandas para investigação.

Referências bibliográficas

ALARCÃO, I. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. 6ª. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

BRANDÃO, Z. *Pesquisa em educação*: conversas com pós-graduados. 2ª. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

BRASIL. MEC/SEB. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 1997. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf. Acesso em 12 fev.2012.

BRASIL. MEC/ CNE. *Parecer CNE/CES 1.302/2001*. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Brasília: MEC/CNE, 2001.

BRASIL. MEC/ CNE. *Resolução CNE/CES 3*, de 18 de fevereiro de 2003. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Matemática. Brasília: MEC/CNE, 2003.

BOYER, C. *História da Matemática*. Tradução de Elza Gomide. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher,1996.

CANAVARRO, A. P.; ABRANTES, P. Desenvolvimento profissional de professores de matemática: uma experiência num contexto de formação. In: MOURÃO, A. P. *et al*. *V Seminário de Investigação em Educação Matemática* – Actas. Lisboa. Associação de professores de Matemática, 1994.

DANTE, L. R. *Didática da Resolução de problemas*. 3ª. ed. São Paulo: Ática, 1991.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

KELLER, V; BASTOS, C. L. *Aprendendo lógica*. 15ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

MORTARI, C. A. *Introdução à lógica*. São Paulo: UNESP, 2001.

NCTM. **An Agenda for Action**: Recommendations for School Mathematics of the 1980s. Reston, Virginia. National Council of Teachers of Mathematics, 1980. Disponível em: http://www.nctm.org/flipbooks/standards/agendaforaction/index.html. Acesso em 01 maio 2017.

OLIVEIRA, P. A. de. *Raciocíno lógico, conceito e estabelecimento de parâmetros para a aprendizagem matemática*. Taguatinga: FACITEC, 2010.

PISA. *Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de Literacia Matemática*. 2003. Lisboa. Ministério da Educação, Gabinete de Avaliação Institucional. Disponível em http://biblioteca.esec.pt/cdi/ebooks/docs/Literacia_matematica_pisa2003.pdf. Acesso em 23 abr.2017.

POLYA, G. *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press, 1945.

POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. D. P. P. *Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PUCHKIN, V. N. *Heurística*: A Ciência do Pensamento Criador. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1969. 181p.

RAUBER, J.; ROSSETO, M.; FÁVERO, A. M.; FÁVERO, A. A.; TONIETO, C. *Que tal um pouco de lógica?!* Passo Fundo: Ed. Clio Livros, 2003.

SCOLARI, A. T.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z. *O Desenvolvimento do Raciocínio Lógico através de Objetos de Aprendizagem*. UNIFRA, 2007. UFSM. Disponível em: http://www-usr.inf.ufsm.br/~andrezc/publicacoes/renote_v5_n1_2007.02.pdf. Acesso em 23 abr.2017.

SOARES, M. T. C.; NUNES, B. P. *Metodologia da resolução de problemas*. Disponível em: http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf. Acesso em 29 ago.2015.

SOUZA, A. C. P.; NUNES, C. B. A resolução de problemas como metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática em sala de aula. In: *IX ENEM*, Belo Horizonte, 18 a 21 de jul/2007. Anais do evento. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Minicurso/Trabalhos/MC65873300534T.doc. Acesso em 23 abr.2017.

STANIC, G; KILPATRIC, J. Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum. In: CHARLES, R. I.; SILVER, E. A. (Eds). *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving* (1-22). USA: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

UNESCO. *TIC na educação do Brasil*. Disponível em: http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/communication-and-information/access-to-knowledge/ict-in-education/. Acesso em 28 set.2014.

GEORGE POLYA AND MATHEMATICS TEACHING THROUGH PROBLEM SOLVING IN THE NATIONAL CURRICULUM GUIDELINES FOR MATHEMATICS TEACHERS.

ABSTRACT
The National Curriculum Guidelines (DCN) of undergraduate mathematics courses indicate that graduates should be able to conduct an educational process that encourages reasoning and abstraction of concepts rather than mechanistic and non-significant practice. In this research, it was hypothesized that the use of mathematical problems can contribute to educational change and, in particular, George Polya's heuristic works can provide guidance in this regard. As a research question, we asked: "Do the National Curricular Guidelines for Mathematics undergraduate courses propose the practice of problem solving in undergraduate mathematics

courses?" In this sense, the article aims to analyze the role of problem solving in the teaching of mathematics and its insertion in the DCN, investigating to what extent the legislation proposes teaching based on problem solving as an educational praxis. As methodological procedures, documentary and bibliographic research was carried out. It is concluded that the importance of the problem-solving approach, as well as the adequate initial training so that the teacher is able to work with such an approach, are not dissociated from the educational reality: on the contrary, they seek to change the framework currently faced by mathematics education, being such recommendations present in our educational legislation.

Keywords: *Problem solving. Mathematics teaching. DCN. George Polya.*