APRESENTAÇÃO

Neste boletim nº 29 iniciamos publicando algumas das falas dos participantes da mesa redonda da II Jornada de Educação Matemática organizada pela SBEM.

A II Jornada de Educação Matemática realizou-se na Universidade Santa Úrsula em 17 de maio de 1991, como culminância da II Semana da Matemática.

Ela constou de uma mesa redonda, coordenada pela professora Maria Laura Mouzinho Leite Lopes e foi integrada pelos professores doutores Circe Navarro Vital Brazil (USU-PUC), Eduardo Sebastiani (UNICAMP/SP), Maria Aparecida Viggiani Bicudo (UNESP/Rio Claro) e Nilson José Machado (USP).

A mesa redonda tinha como temas de debates as perguntas a seguir:

1. A Educação Matemática é uma ciência ou uma área de pensamento cujas colunas mestras são constantemente postas em questão?

2. Como a própria natureza da Matemática está em constante questionamento devido à presença dos computadores, quais os métodos e os conteúdos pertinentes a um Mestrado em Educação Matemática?

3. Existe uma filosofia de educação específica da Matemática?

4. O que separa a Educação Matemática da Psicologia, da Sociologia, da Antropologia e da Filosofia?

5. É possível fazer pesquisa em Educação Matemática sem considerar os conteúdos teóricos básicos da Matemática?

Além destas contribuições da II Jornada, trazemos um instigante artigo da professora Gilda de La Rocque Palis, da PUC/RJ que responde a uma pergunta que todos nós nos colocamos freqüentemente: Afinal, porque ainda se ensina Logarítimo?

Há, em seguida, um artigo da professora Lílian Nasser que atualmente finaliza seu doutorado em Educação Matemática no King's College, Universidade de Londres, financiado pela CAPES. Sua pesquisa aplica a teoria de Van Hiele que liga o aprendizado da Geometria com cinco níveis de desenvolvimento do raciocínio.

Do professor Marcelo Borba trazemos um artigo sobre Etnomatemática e Educação que foi publicado em fevereiro de 1990, em "For the Learning of Mathematics" 10.1, FLM Publishing Association, Montreal, Quebec, Canadá, quando cursava seu doutorado em Educação Matemática.

A seguir, reproduzimos a palestra que, em 21/05/90, a professora Alciléa Augusto proferiu para os associados do GEPEM, discorrendo sobre os disparadores no ensino de alguns tópicos da Matemática. A professora atuou por muitos anos na USP/SP, é doutora em Matemática Pura e está hoje no Rio, onde aplica toda sua rica experiência no Colégio Estadual Júlia Kubitschek de Formação de Magistério e no Projeto Matemática Comunidade e Universidade da PUC/RJ.

O professor Ruy Madsen Barbosa, da Universidade Estadual de São Paulo, nos apresenta uma simpática curiosidade sobre Termos Pitagóricos Primitivos. Este professor tem diversos livros publicados e vem contribuindo durante muitos anos para a melhoria da qualidade do ensino de Matemática no 1° e 2° graus.

Por fim, podemos apreciar um poema extraído do Cap. VII do livro "História de Vida e Cotidiano do Professor de Matemática", da professora Zaíra da Cunha Melo Varizo, de Goiânia - GO, 1990.

II JORNADA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

1. Fala da Professora Circe Navarro Vital Brazil
USU/UERJ

Vou tentar responder às perguntas em uma fala contínua, sem destacar cada resposta.

Quando se pergunta inicialmente se Educação Matemática é uma ciência, do ponto de vista da concepção de ciência hoje, tão criticada e tradicional do positivismo lógico, diríamos que a Educação é um campo de ciências sociais aplicado e a Matemática ideologicamente é uma ciência formal.

Os autores desta abordagem empirista-lógica supervalorizam o contexto da prova. Foi aqui citado um autor que se distanciou um pouco desta corrente, embora seu critério de demarcação, como o de Popper, fosse o da refutabilidade e não mais a verificabilidade empírica, pois sabemos que a verificabilidade empírica tem limites que foram tratados intelectualmente com muita ênfase por Carnap Hempel e outros, mas sem conseguir superar este limite de prova empírica, pois o empírico é singular, sempre. O que existe é singular.

Lembraríamos, também, o próprio limite da produção do saber hipotético-dedutivo, tal como nos apresenta Gödel em seu teorema relativo ao formalismo. Thomas Kuhn promove já uma colocação diversa, na medida em que ele aponta, além do contexto da prova que é super-valorizado, embora se trate de provas limitadas, para o contexto da descoberta. Mostra que toda teoria científica tem no paradigma valores, ideologia e o sujeito histórico que produz o conhecimento.

Para enfrentar este desafio de falar em Educação Matemática, teríamos que enfrentar, como estamos enfrentando em nosso Mestrado, a condição da ciência contemporânea que nos diz: - A ordem social é construída pelo homem. O homem significa tudo que está na realidade. - Portanto, entre o homem e o objeto não há mais a ingenuidade dos empiristas lógicos de obter uma linguagem unívoca. A definição do termo daria conta do objeto extra-lingüístico. Isso seria um realismo ingênuo. Entre nós e o objeto criamos o "signo-símbolo". Nós significamos e não podemos deixar de significar.

Como esta significação é um "falar sobre" - fala-se com a linguagem sobre as coisas que não estão presentes - tem-se a possibilidade de uma associação livre. Esta associação livre de um sujeito que vive em um mundo em que ele está sobre- determinado pelo social, porque, evidentemente o sistema sócio-político-econômico-cultural está produzindo uma série de significações para que o homem venha a repetí-las, acrescenta-se outra condição. É a da sobredeterminação do homem, mais complexificada, que a ciência contemporânea nos aponta: o homem é um sujeito cindido - há uma aliança entre o sistema inconsciente e o sistema consciente e preconsciente. É preciso, pois, imbicar as duas sobredeterminações deste sujeito que vive no mundo. Este sujeito produz significações que vêm do sistema, produz significações que vêm do seu inconsciente, não as controla. Vivemos em uma sociedade de consumo, o objeto referente não vale por si, fica-se referido a um discurso e a valores que são dados em relação a esta linguagem pelo sistema para que eu possa participar de um determinado grupo social, e é desta maneira que se assegura a hierarquia dos grupos sociais. Daí decorre nossa condição de constituirmos um sujeito do conhecimento e do desconhecimento. Eu sou um sujeito alienado.

A consciência, inclusive, é um ponto escuro. Nós sabemos que alguém pode ser consciente por ter expresso verbalmente até uma afirmação e, no entanto, continuar alienado. O discurso, por ter um nível de abstração alto, faz com que possamos falar muito facilmente de tudo sem nos comprometermos com coisa alguma no nível da ação.

Tudo isto atravessa a ciência nos dias de hoje. Essa travessia está sendo enfrentada por poucos, porque é um desafio e exige coragem. A pessoa está desafiada a que, na academia? Está desafiada a percorrer uma via que lhe assegura a legitimação do saber-poder da academia? Não, pelo contrário. A pessoa deve arriscar, pois a função do sujeito do desconhecimento aponta o erro. Ela é funcional. Não há mais a condição de admitirmos que o sujeito está produzindo verdade porque o que ela fala corresponde a um fato, a um dado. Este dado já está significado. Entre eu e o dado há a significação. Então que condição pode-se dar à Educação Matemática? Qual é a condição de produção deste saber? É um saber, sim, que estou produzindo dentro do limite que tenho com o sujeito da dúvida. Ao assumir o limite que sou um sujeito da dúvida, que não trabalho com prova empírica que é muito limitada, não trabalho com prova lógica com verdade absoluta e não tenho esta condição de sujeito da certeza, nossa postura se modifica. Isto é difícil porque este campo da Educação Matemática é um campo novo, que nos desafia e que exige que se produza um saber. Acho, porém, muito significativo como este campo de um saber novo está sendo visto pelos órgãos de fomento de pesquisa, que devem ter muita dificuldade em compreender o que ele realmente é, uma vez que não se encaixa nos modelos que eles têm do que é produção da ciência e do saber. Isto nos atinge politicamente e intelectualmente porque precisamos fazer uma travessia, que os outros campos, como a sociologia, a antropologia, a matemática e a própria filosofia, aqui tão citados, estão assegurados. Têm seu objeto recortado, seus métodos explicitados. Pelo menos há um mínimo de consenso, de modo que se possa continuar fazendo o que vem sendo feito para implantar uma mudança. Não se pretende produzir uma revolução científica, como

Thomas Kuhn propõe.

No entanto, na Educação Matemática não é possível fazer-se um arranjo, porque não se trata de Ensino de Matemática. Trata-se de Educação Matemática. Não que haja uma filosofia específica da Educação Matemática, mas há uma filosofia da Educação que discute o que é este homem que está aí. Ora, até pela postura que temos como mestres, nós não damos voz, em geral, aos nossos alunos. As teorias nós a produzimos. Estas teorias, no entanto, ficam aquém e além da realidade. É preciso que se vá à práxis. A práxis é um conteúdo organizado. A práxis não é um amontoado de fatos que vão se dando, situações que vão se vivendo, se significando. A práxis é bastante organizada, haja visto que todos nós estamos numa posição sempre de relação com outro em uma relação intersubjetiva e tentando criar em relação ao outro uma condição de dominação, de senhor-escravo, como diria Hegel? Eu diria que todos nós vivemos situações de dominados e de dominantes. Como professores vivemos principalmente a de dominadores. Há, no entanto, uma dialógica que abre um espaço para as razões sociais, que são razões históricas, estão no vir a ser social e constituem um espaço democrático.

Porque apenas a razão absoluta é necessária? Porque só a razão demonstrativa? A supremacia da razão foi defendida desde a filosofia grega, a filosofia antiga e nós valorizamos esta razão, até hoje, como a que deve presidir nossos atos. Mas e a razão histórica? A razão histórica está no vir a ser e o sujeito está no vir a ser. E a vida não se reescreve. O momento que passou ontem, foi vivido como possível e não vai mais ser resgatado, porque ele passou.

A ciência social tem um compromisso com o vir a ser e na ciência social estou incluindo Matemática. É preciso superar essa divisão ideológica que Alain Bardiou denunciou tão bem, feita pelos empiristas lógicos entre ciências formais e ciências fáticas. A ciência é ciência social. Se ela não serve ao homem então não tem sentido para o homem. Estou enfatizando isto para um grupo de pessoas que estão preocupadas com Educação Matemática. A ciência é social.

Que aluno é este que nós temos diante de nós? Quais são as condições que ele apresenta, com seus valores, ideologias, com este saber que ele tem, apontando para o que ele não sabe? E qual é o saber que nós temos e o que nós não sabemos - desconhecemos? Quando vamos pesquisar junto a grupos sociais fica para nós muito claro que o saber está associado à organização social, onde estas razões sociais são explicitadas e mostram da organização da prática. Há, eu diria, uma sabedoria de todos estes grupos que precisamos descobrir. A ciência se beneficiará e terá um enriquecimento, seja ela qual for, se busca a lógica da prática. Sem esta prática, nós estaremos sempre naquele pedestal em que o sistema gosta que nós fiquemos, e nos legitima como tais. Esta ciência faz uma dicotomia entre a teoria e prática. Mas a prática, esta lógica do concreto pode não ser a lógica demonstrativa mas é a lógica das razões sociais que abre um espaço para discutir democraticamente estas razões. E estas razões são muito razoáveis. Podemos inclusive, ao trocar estas informações, encontrarmos novas razões e aceitá-las. Por que uma criança realiza determinadas operações matemáticas no seu quotidiano e quando chega nos bancos escolares não consegue formalizar, aprender pelo caminho que a professora quer? Por que o oposto da razão não é o irracional - é o razoável. A razão histórica é esta razão dialógica para a qual o sistema não abre o espaço, porque evidentemente, teríamos que viver a democracia e suas razões sociais e vamos ter que ouvir as vozes e é preferível que elas fiquem caladas. É nesta base que as escolas funcionam. Só que a coisa está muito penosa, tanto para os alunos quanto para os professores. Hoje em dia estamos vendo que os professores socialmente estão em grupo semiológico que estão perdendo cada vez mais seu "status", entram em greve, as escolas permanecem vazias como se eles pudessem ser realmente dispensados. Depois voltam com pequenas conquistas e isto, evidentemente, determina no homem, que é um ser desejante e que produz significações, um real abalo. Como tal, esse sujeito com todos os seus limites, vai reagir a isto.

Estas considerações não estão à margem da Educação. Ou nós as encaramos e partimos para uma formação mais ampla do educador matemático, em que pudéssemos ter não só a linguagem-pensamento estudados sob o ponto de vista de uma psicologia cognitiva, como também do sócio-político, da psicanálise nos explicando o que somos nós como sujeitos desejantes, da filosofia da educação apresentando várias perspectivas de homem, da modernidade e pós-modernidade, da literatura - o colega citou Fernando Pessoa - os poetas sabem e são capazes de dizer mais sinteticamente o que os cientistas dizem - e manter presente a especificidade da Matemática, acompanhada sempre da Filofosia da Matemática e da História da Matemática.

Voltemos à Cultura Geral, deixando de lado esta especialização que tanto nos prejudicou. O homem é um só, não podemos dividir Sociologia, Psicologia, Matemática, Física, Química... O homem é o produtor da ordem sócio-cultural. É na ordem sócio-cultural que ele vive e é aí que deve se desempenhar, quer ele seja intelectual e esteja na academia, quer ele esteja nas duas. Vamos então preservar, em termos de Educação Matemática, o estilo da criação. Este estilo da criação devia ser, inclusive, muito estudado na criação dos objetos matemáticos. Vamos tentar conviver com aqueles que criaram Matemática. Não somente com aqueles que produzem artifícios, recursos para resolver problemas. Além destes, deve ser, principalmente, valorizado e apresentado em um Mestrado em Educação Matemática os diferentes estilos da criação dos objetos matemáticos, seria a maneira de dar ao aluno o domínio do pensamento e da linguagem matemática e não transformá-lo em um autômato. Os objetivos dos programas escolares sempre falam em autonomia do sujeito, reflexão crítica. Infelizmente isto só está no papel.

Esta seria então a proposta.

2. Fala da Professora Dra. Maria Aparecida Viggiani Bicudo
Docente da UNESP, Campus de Rio Claro

O que exponho a seguir é fruto do meu pensar a respeito de questões levantadas pela Coordenação da Segunda Jornada de Educação Matemática realizada no Rio de Janeiro, na Universidade Santa Úrsula.

A pergunta "a Educação Matemática é uma ciência ou uma área do pensamento humano cujas colunas mestras são constantemente postas a prova?" faz uma distinção entre "ciência" e "área do pensamento". Afirma, também, que a área do pensamento possui colunas mestras que são constantemente postas à prova. Qual o significado de área de pensamento, tal como se encontra na pergunta formulada? "Área", do ponto de vista da Epistemologia, quer dizer "região". A região do pensamento poderia ser entendida como uma região de inquérito, uma vez que o pensamento é o ato ou o efeito do pensar. "Pensar" é fazer reflexões, é refletir, é raciocinar.*

E o que significariam as linhas mestras que estariam constantemente postas a prova? "Colunas", referem-se à sustentação; colunas mestras são as colunas principais de uma estrutura. O pensar se sustentaria em colunas mestras?

Se por colunas mestras for entendido um conjunto de afirmações já comprovadas cientificamente as quais sustentariam o pensado pelo pensamento, então pode-se dizer que o pensar não se funda em colunas mestras. Mas, ao contrário o conjunto de afirmações é construído pelo pensar.

E onde se funda o pensar, quais são as estruturas fundantes? Essas questões representam o cerne da interrogação sobre o conhecimento humano. Elas foram postas e abordadas por muitos filósofos durante a História da Cultura Ocidental, tais como Descartes e Kant, no período Moderno e pelos pré-socráticos, por Platão e por Aristóteles, no período Antigo. Também foram abordadas por psicólogos, mais recentemente, como é o caso de Jean Piaget. Na época Pós-Moderna, continuam sendo abordadas por filósofos, por psicólogos, por lingüístas, por antropólogos, etc.

Explicitando-se isso que foi dito com a pergunta proposta, tem-se: a Educação Matemática é uma região de inquérito na qual o pensar constrói as "afirmações", ou seja, o corpo de conhecimento sobre a própria Educação Matemática, segundo uma determinada perspectiva de ciência. Esta perspectiva será abordada no decorrer deste texto.

A pergunta formulada indaga se a Educação Matemática é uma ciência. Qual seria o significado de ciência, ou seja, como "ciência" poderia ser interpretada?

Se "ciência" for "interpretada" segundo o ponto de vista positivista, então ela é concebida como um corpo de conhecimento formado por

---

*Cf. Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda, Novo Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.

proposições cientificamente comprovadas, interconectadas segundo os parâmetros aceitos pela Lógica. Esse corpo de conhecimentos orienta a formulação de problemas a serem pesquisados e os procedimentos a serem perseguidos para tratá-los. Essa visão de ciência foi concebida e desenvolvida na época Moderna e ainda é hoje, época Contemporânea, muito aceita e difundida. Eu até diria que ela é hegemônica nos meios acadêmicos do mundo ocidental.

Para esse modo de conceber a ciência, a questão da coluna mestra que sustenta o conhecimento fica claramente colocada. Essa coluna é constituída pela teoria e pelos padrões de rigor por ela aceitos. A teoria é, como já foi dito, constituída pelo conhecimento já elaborado. Ela *explica* fatos já conhecidos e *prediz* os ainda não conhecidos. Na perspectiva da *predição*, tem-se a orientação do que pode ser perguntado e de como o perguntado pode ser respondido. Isso é dado pelos padrões de rigor os quais são postos em termos de *objetividade* e de *neutralidade*. A objetividade é baseada na *quantificação*. A neutralidade na separação do pesquisador do objeto da pesquisa.

De acordo com essa concepção se a Educação Matemática fosse uma ciência, ela teria que ter uma teoria que organizasse os conhecimentos já produzidos, os quais explicassem os fatos já conhecidos da Educação Matemática e predissessem os ainda não conhecidos. A área de conhecimento "Educação Matemática" seria dividida em suas partes, como: Sociologia da Educação Matemática, Psicologia da Educação Matemática, Didática da Matemática, etc. O pesquisador seria separado do objeto "Educação Matemática", procuraria olhá-lo de modo isento de valores e analisá-lo objetivamente.

Sabe-se que hoje a Educação Matemática não conta com uma teoria. Assim, para aqueles que têm uma concepção positivista de ciência, ela não é uma ciência.

A "ciência", porém, não é compreendida e interpretada apenas segundo a visão positivista. A partir dos meados do Século passado, essa concepção tem sido criticada por cientistas da *área das humanidades* e por cientistas da área das *ciências empírico-formais*. A crítica à ciência positivista tem sido feita sobre: a separação que faz entre sujeito-objeto; a crença que a sustenta de que há uma realidade para ser conhecida pelo sujeito a qual deve ser separada em partes para serem rigorosamente analisadas. Deve-se observar que as partes devem ser separadas em partes menores, de modo que o cientista possa analisar as partes que as compõem, objetivamente. Isso significa que é desejável que ele quantifique tais fatos. A verdade é dada pela adequação entre o conhecimento elaborado e a realidade, portanto é única.

Os cientistas da área das humanidades abordam esse tema mostrando que as ciências humanas não são dadas a serem estudadas pelo método científico, ou seja, que esse método não lhes é apropriado. Isso porque a sua região de inquérito é formada por uma realidade que não é dada objetivamente mas que é construída pelo homem em sociedade, em um processo histórico.

Isso significa que a realidade que estuda é construída, é histórica, é perspectival. Portanto, não há fato objetivo, não há partes para serem separadas do dado e analisadas de modo quantificado; não há uma única verdade. Mas a verdade é perspectival.

Os cientistas das ciências empírico-formais começaram a criticar a abordagem positivista da ciência a partir da compreensão da Física Moderna, principalmente com a construção das teorias da Física Atômica e da Mecânica Quântica. A *Realidade*, segundo essas teorias, não é objetiva; é probabilística, é dinâmica. Para conhecê-la, o pesquisador não pode ser neutro, mas é um componente do próprio conhecimento gerado, o qual vem a constituir a teoria.

Essas críticas abalaram a concepção positivista da ciência. Como exemplo desse abalo tem-se, no campo das ciências empírico-formais e formais, a discussão sobre a ciência compreendida sob um enfoque internalista e sob um enfoque externalista, a procura de compreendê-las de um ponto de vista histórico. No campo das Ciências Humanas, tem-se a procura por estudos que não particularizem a realidade humana sob a ótica da Sociologia, da Psicologia, da Antropologia, etc. mas que dêem atenção prioritária ao todo da realidade e que olhem esse todo como dinâmico e histórico.

Hoje a procura de compreender-se a ciência de um ponto de vista mais amplo do que aquele positivista, é intensa. Na Matemática, por exemplo, podem ser citados os estudos de História da Matemática e de Etnomatemática. Nas ciências empírico-formais, pode ser citada a importância que tem sido atribuída à História, à Etnociência e à Ecologia. Nas Ciências Humanas, a importância atribuída à Hermenêutica, ao estudo do cotidiano na procura da realização concreta do fenômeno estudado, a procura do concreto nas relações histórico-sociais.

Segundo essa abordagem mais ampliada de ciência, os padrões de rigor já não são os mesmos daqueles da ciência positivista. Aqui a objetividade, a quantificação e a neutralidade não são critérios de rigor. O rigor é buscado no próprio caminhar, ou seja, no próprio processo de construção do conhecimento, onde o pesquisador *está com* o pesquisado, o interroga segundo uma perspectiva. Sendo assim, o *pensar*, que é fazer reflexões, refletir, raciocinar sobre o *pensado*, é um ponto fundante da construção do conhecimento.

A Educação Matemática, segundo essa perspectiva mais abrangente de ciências, é uma ciência. Ela se constitui em uma região de inquérito na qual estão presentes as perplexidades do pesquisador frente à realidade onde *está com* aqueles que fazem Educação Matemática. Nessa realidade estão os homens que ensinam, que aprendem, que constroem a Matemática e está também a Matemática construída. A perplexidade do pesquisador pode levá-lo a interrogar o ensino daquele que ensina, a aprendizagem do aluno, a Matemática como é posta, imposta, usada, aplicada na Escola onde é ensinada, na e pela sociedade etc.

Como as perguntas levantadas serão estudadas, ou seja, com que rigor serão pesquisadas, uma vez que não há um corpo de conhecimento prévio?

Com o *rigor* à disposição do pensar do cientista contemporâneo: o partilhar o conhecimento, o cuidado com a obtenção dos dados para analisar, o cuidado com o deslanchar da própria análise, o cuidado para ser coerente com a pergunta posta, a explicitação de seus pontos de partida, a explicitação de sua interpretação e da rede de significados onde ela se encontra.

Assim, a Educação Matemática se constrói fazendo-se e pensando, criticamente, sobre o que faz. Portanto, os fundamentos do conhecimento que produz estão constantemente sendo criticados, mas a crítica faz parte de seus fundamentos; ela é essência do rigor da ciência contemporânea. E o que a Educação Matemática faz? Ela trabalha com a Matemática já construída e procura compreender essa produção no bojo do próprio processo de produção que é histórico e social. Ela trabalha com o aluno que aprende Matemática, aluno que é um ser humano concreto, que vive em uma realidade específica, que ao mesmo tempo já lhe é dada como produto de construções prévias e que ele constrói com seus companheiros. Ela trabalha com aprendizagem da Matemática desse *aluno*, que é aluno de uma escola, escola que é instituição social, que *ensina* Matemática. Trabalha, portanto, com ensino de Matemática, com a organização curricular da Matemática, com a relevância da Matemática no currículo do curso, da escola, da sociedade onde a escola está, na humanidade.

Para tanto, faz parte de sua região de inquérito, obviamente, a preocupação com a Matemática, mas também a preocupação com o aluno, com a aprendizagem, com a escola, com a sociedade. É por isso que a Educação Matemática necessita de compreender o humano, o social, lançando mão da Filosofia, da Psicologia, da Sociologia, da Economia, da Antropologia, da História, da Linguagem.

Sua região de inquérito é formada por esse todo. Na concepção contemporânea de ciência não é possível uma separação de "áreas de conhecimento". Mas há uma região onde o pesquisador se move, a partir da qual interroga o fenômeno a estudar.

A outra pergunta posta pelos organizadores desse Debate que quero enfocar de modo direto é: "Existe uma filosofia de Educação específica da Matemática?"

Filosofia é sempre um pensar sobre, uma reflexão, uma volta sobre a ação para que ela seja compreendida reflexivamente. Esse *pensar sobre* é sistemático, procura seguir uma lógica que lhe é significativa e é universal, isto é, procura enfocar o todo e não olhar o fenômeno interrogado de modo particularizado e tendencioso.

A Filosofia da Educação é um pensar filosoficamente a Educação. O fenômeno em foco, nesse caso é a Educação.

Quanto à Filosofia da Educação Matemática, ela enfoca a Educação Matemática e procura refletir sistematicamente e de modo abrangente, sobre aquilo que a Educação Matemática faz.

Não existe uma Filosofia da Educação Matemática na perspectiva de considerar-se objeto e método específico da mesma. Mas existe tal Filosofia concebendo-a como esse pensar reflexivo, sistemático e abrangente sobre o que a Educação Matemática faz.

3. Fala do Professor Eduardo Sebastiani Ferreira*
IMECC - UNICAMP - Campinas-SP

Introdução

Gostaria de iniciar minha participação nessa mesa lembrando que "ciência" em latim significa "conhecimento".

Quando colocamos a pergunta: "É a Educação Matemática uma ciência?", torna-se necessário, a meu ver, uma demarcação entre ciência e pseudociência.

Será na História e Filosofia da Ciência que buscarei o embasamento necessário para estabelecer tal demarcação.

Historicamente, é Aristóteles o primeiro filósofo a expressar uma preocupação - a distinção entre as interpretações científicas e não-científicas, quando propõe o *método indutivo-dedutivo* para o desenvolvimento do conhecimento científico. "Aristóteles encara a investigação científica como uma progressão das observações até os princípios gerais e daí se volta às observações. Ele afirmava que o cientista deveria induzir princípios explanatórios dos próprios fenômenos a serem explicados e, em seguida, deduzir afirmações sobre os fenômenos a partir de premissas que incluem estes princípios." *

Posteriormente Galileu aplicou a idéia aristotélica para excluir da ciência algumas das interpretações dadas por Aristóteles. Galileu excluiu interpretações que fazem apelo a "movimentos naturais". Para Galileu existia um falso aristotelismo, que valorizava a teorização dogmática em detrimento da base empírica necessária a toda a ciência.

Essa preocupação é retomada no contexto da História e Filosofia da Ciência a partir da metade do século passado. Para Poincaré há um princípio geral: "um conceito é útil na ciência apenas se sabemos como *medir* os seus valores." (grifo meu). Na tentativa de explicar um mundo fundamentalmente verdadeiro, os filósofos procuram então solidificar as condições de validade para esse conhecimento (científico). A primeira escola a procurar demarcar o que seria a verdadeira ciência, dando uma explicação ao conhecimento científico, foi o Positivismo (ou Empirismo Lógico). Para esses filósofos todo discurso verdadeiramente científico deveria ter uma base empírica verdadeira. Há, então, a necessidade de uma linguagem única, empírica, com afirmações universais e logicamente estruturada, que pudesse expressar o conhecimento científico e sem a qual a validade desse conhecimento não seria aceita.

---

*Quero deixar aqui os meus agradecimentos aos professores e amigos Ema Luiza Beraldo Prado e Nelson Luiz Cardoso Carvalho pela valiosa colaboração na leitura deste texto e pelas sugestões.

Esta foi a grande preocupação dos filósofos do chamado "Círculo de Viena", onde faziam parte nomes como: Rudolf Carnap, Herbert Feigl, Philip Frank, Kurt Gödel, Vitor Kraft, Otto Neurath, Moritz Schlick, Friedrich Waismann e outros. Mais tarde os próprios membros desse grupo constataram a impossibilidade de se ter uma linguagem única para o discurso científico, isto fez com que a influência desse grupo de pensadores diminuísse.

O próprio Carnap, um dos mais expressivos representantes do Círculo de Viena, confessa que: "os empiristas hoje concordam em geral que certos critérios anteriormente propostos são por demais estreitos..., as regras que interligam as duas linguagens (de observação e teórica) podem dar apenas uma interpretação parcial..."(2).

Outra escola de filósofos da ciência que teve uma grande influência no pensamento filosófico no início deste século foi a Hermenêutica de Frankfurt. Não vou entrar em detalhes sobre ela, pois como acredito que o problema de demarcação entre a ciência e pseudociência é histórico, gostaria de me ater às principais correntes filosóficas que, a meu ver, vigoram hoje na discussão da demarcação da ciência.

Reacionalismo crítico de Karl Popper

Com Popper inicia-se uma forte crítica à posição adotada pelo Círculo de Viena, grupo a que ele fez parte. Sua crítica se baseia em que um enunciado universal verdadeiro não pode ser deduzido de enunciados empíricos, básicos e particulares verdadeiros, isto é, da verdade particular não se deduz a verdade universal, ou ainda que a indução não deve ser o método do progresso científico. Propõe então Popper a *refutabilidade* por métodos empíricos, isto é, uma teoria é científica para ele se essa teoria pode ser refutada, como ele afirma: "Pode-se dizer, resumidamente, que o critério que define o status científico de uma teoria é sua capacidade de ser refutada ou testada"(3).

"O critério da 'refutabilidade', é a solução para o problema de demarcação, pois afirma (o critério) que, para serem classificados como científicas, as assertivas ou sistema de assertivas devem ser capazes de entrar em conflito com observações possíveis ou concebíveis."(3); ainda mais: "As asserções que podem recair no campo da ciência são aquelas verificáveis por afirmações derivadas da observação, elas coincidem, ainda, com a categoria que compreende todas as assertivas genuínas ou significativas. Segundo esta visão, portanto, *há uma coincidência da verificabilidade, do significado e do caráter científico.*"(3).

Como, dentro da minha análise, a Educação Matemática está contextualizada no campo das Ciências Sociais, recorro a Popper para colocar que o uso indiscriminado do historicismo na Ciência pode levar-nos a predições que são apenas hipotéticas e conjecturais. Dentro da visão do racionalismo crítico proposto por Popper, as Ciências Sociais são diferenciadas das Ciências Naturais, pois as primeiras têm como modelo a "lógica da situação".

Segundo o mesmo Popper não é necessário uma cosmovisão para criar-se uma lógica de situação, reafirmando a irrefutabilidade das teorias em Ciências Sociais, que podem ser falseáveis, ou seja, nunca são totalmente abandonadas.

Popper ainda nos remete a analisar as revoluções propostas pelas Ciências Sociais que, segundo ele, não estão autorizadas a fazer tais previsões, pois tais revoluções podem adquirir proporções não previstas. A política social é provisória, está sujeita a revisões e deve ser criticada sempre, fomentando assim, sua ampliação e aprimoramentos contínuos.

Popper retira as Ciências Sociais do conhecimento científico, mas não do contexto do conhecimento racional. Sua proposta é de que esse conhecimento é engenharial, mais precisamente uma "Engenharia Social de Ação Gradual", tendo então como tarefa: "projetar instituições sociais, reconstruí-las e fazer as já existentes operarem"(4), deixa claro onde deve atuar a educação, quando retoma o que entende ser as instituições sociais: "instituição social é aqui utilizada em sentido muito amplo, incluindo entidades de caráter público privado, por exemplo: escola, sistema educacional,..."(4).

Uma visão totalmente popperiana da Educação Matemática é para mim a *Didática Matemática* proposta pelos IREMs (Instituts de Recherches de Education Mathématiques) da França. Escreve R. Douady, do IREM de Paris e um dos elementos mais atuantes da Educação Matemática francesa, quando determina as contribuições solicitadas pela Didática Matemática:

"Constatou-se, pelo uso, serem importantes as contribuições individuais:

- da Psicologia Cognitiva e da Psicologia Social, tentativas de explicar o comportamento dos indivíduos ou dos grupos;

- das Ciências da Educação, preocupadas com as relações professor-aluno, independentemente do contexto ensinado;

- da Matemática, como saber engajado no ensino.

Apesar de importantes, tais contribuições são insuficientes para explicar as complexas relações que eclodem numa classe entre professor e os alunos, ou entre os próprios alunos, quando estes se deparam com um saber a ser ensinado por alguém e adquirido pelos demais."(5).

Para G. Brousseau, a finalidade da Escola é organizar, em condições normais para os alunos e aceitáveis para os professores:

- a preparação de protocolos de experiências;

- a observação de fenômenos didáticos;

- a coleta e tratamento de numerosas informações, de toda sorte, sobre o comportamento dos alunos em situação escolar durante um longo período.

O objetivo de G. Brousseau, como pesquisador, é fazer "a teoria das condições de comando que se podem voluntariamente organizar para provocar a aprendizagem de conhecimentos constituídos ou em via de constituição". É assim que ele define *Didática*. (5).

Segue então a proposta dos IREMs usando o próprio termo popperiano de "Engenharia", definido como: "Metodologia particularmente adaptada a essas observações é a concepção e a realização da Engenharia Didática, composta de três etapas:

- de início, uma análise *a priori* que permite formular hipóteses cognitivas e didáticas;

- depois, a *concepção* de um ensino que as execute, a *realização* e a observação das seqüências didáticas contruídas;

- enfim, a *análise* e a *crítica* da produção em relação à problemática inicial"(5).

A constituição engenharial da proposta torna-se, a meu ver, evidente quando a autora propões suas etapas:

a) Elaboração de seqüências, b) Realização das seqüências e observação dos alunos, do que diz ou faz o professor e c) Avaliação dos alunos.

A *engenharia social da ação gradual* é, segundo o próprio Popper, essencialmente diferente do que ele chamou de *engenharia social holística*, ou *utópica*, pois esta, ao contrário da primeira, nunca é de caráter "privado", é sempre de caráter "público". Tem como meta a remodelação de toda a sociedade, segundo as linhas de um definido plano ou de uma definida diretriz. Pretende "conquistar as posições chaves" e "ampliar" o poder do Estado, até que Estado e Sociedade quase se identifiquem.

Para mim fica claro que é neste contexto de engenharia social holística que a Educação Matemática se coloca quando faz parte do programa educacional governamental, programas do tipo de propostas de Secretarias e Ministérios da Educação e mesmo do recente "Project 2061" do governo americano.

Os paradigmas da Educação Matemática

Sem dúvida uma outra concepção da História e Filosofia da Ciência é a introduzida por Thomas Kuhn. Esse autor concorda com Popper em alguns pontos:

a) ênfase no processo revolucionário na mudança de teorias;

b) a evolução de uma teoria não se faz por justaposição;

c) o papel desempenhado por uma teoria melhor em *resolver problemas* que a outra não resolvia;

d) o ceticismo na construção de uma linguagem neutra para ciência, como propunha o Círculo de Viena.

Entretanto as discordâncias entre os dois autores são profundas: Kuhn propõe as duas fases de desenvolvimento científico: o normal e o revolucionário e critica Popper por só considerar ciência nos momentos revolucionários. Popper dá ênfase somente à dissecação do discurso lógico, esquecendo-se da análise sociológica, quer do discurso, quer do discursando. A refutabilidade de Popper não é para Kuhn um bom critério de demarcação, pois, diz ele, existem várias teorias falseadas vivas no mundo científico e, por outro lado, teorias que morreram sem nunca serem falseadas.

Kuhn então resgata todo o contexto social e histórico para localizar correntes científicas e não só no discurso como é o caso de Popper.

Para Margareth Masterman a proposta kuhniana é de que existem três importantes estados de desenvolvimento científico: não paradigmático, multiparadigmático e biparadigmático(6).

"A ciência não paradigmática é um estado de coisas que se observa logo no princípio do processo reflexivo sobre qualquer aspecto do mundo, isto é, na fase em que não existe paradigma."

"A ciência multiparadigmática é aquela que, longe de não ter paradigma, tem, pelo contrário, um excesso deles."

"No período em que há sempre dois paradigmas a competir entre si e a lutar pelo domínio é descrito como a ciência biparadigmática"(6). A conseqüência deste biparadigmatismo é necessariamente uma revolução científica.

Neste momento faz-se necessário caracterizar o paradigmqa kuhniano. Segundo M. Masterman há no texto de Kuhn "A estrutura das revoluções científicas" vinte e um diferentes sentidos de paradigma. Ela os reagrupa em três: metafísicos ou metaparadigmas, sociológicos e de construção.

É dentro da concepção de *paradigma sociológico* que podemos situar a Educação Matemática. Kuhn o define como: "realização científica universalmente reconhecida, como realização científica concreta, como conjunto de instituições políticas, e também como decisão judicial aceita"(7).

Para Kuhn portanto, a atividade científica se dá dentro de um ou mais paradigmas, pois sendo a preocupação dos cientistas solucionar "quebra-cabeças", dentro da ciência normal, se faz com o suporte de um paradigma. A substituição de um paradigma se dá por revolução, que são ocasiões excepcionais (ciência revolucionária). Os paradigmas são incomensuráveis entre si, e a aceitação pelos cientistas de um paradigma é pura *conversão*.

Numa análise kuhniana da Educação Matemática poderíamos dizer que historicamente é uma ciência normal, pois, a meu ver, estamos numa fase multiparadigmática. Eu colocaria como paradigmas as várias correntes da Educação Matemática: história da matemática, solução de problemas, etnomatemática, modelagem matemática, "back-to-basic", assimilação solidária, engenharia didática, etc. Evidentemente todas elas são incomensuráveis. Recorro a Kuhn para colocar a Educação Matemática como ciência normal no momento em que vivemos; ele afirma que: "O cientista normal é um adepto da solução de enigmas e é nessa solução de enigmas - não apenas um vago solucionamento de problemas, mas uma solução de enigmas - que consiste prototipicamente a ciência normal"(7).

Há dois pontos que acredito serem importantes na teoria de Kuhn; primeiro é o conceito de *conversão* na mudança de aceitação de um paradigma a outro. Aqui Kuhn faz um forte apelo ao fenômeno irracional, donde os filósofos perguntarem se sua filosofia não é "um adeus à razão". Outro ponto é aquele em que ele escreve sobre a evolução de um paradigma; para Kuhn essa evolução não se dá por justaposição. Eu acredito que a evolução de um paradigma de fato não se dá por justaposições mas sim por *transição*, no sentido empregado por Fourier: "As transições são para o equilíbrio passional, o que são as cavilhas e os encaixes num madeiramento". (Oeuvres Completes, C.Fourier, vol.IV, pag.135) ou seja, uma articulação (lubrificação) entre um estágio e outro.

Conclusão

A análise desta questão evidentemente não se esgota nestes dois autores, teria que citar vários outros como Granger(8), Bartley(9), Waikins(10), etc., mas principalmente Imre Lakatos com sua "Metodologia dos Programas Científicos". Para ele "... la aparecián de la ciencia fue un acontecimiento puramente europeu; sin embargo, una tal investigación está condenada a continuar siendo una confusa divagación hasta que se defina claramente el término "ciência" segun alguna filosofia normativa de la ciência". No mesmo livro ele escreveu "... factores tales como la religión, la economia y la *educación* son externos"(11) (grifo meu) referindo-se à história externa da ciência. Penso então que para Lakatos educação não faz parte do domínio científico por ser fator externo a esse domínio. Outro autor que gostaria de citar é Paul Feyerabend com seu "Anarquismo Epistemológico", mas dentro desta corrente filosófica esta questão (da cientificidade da Educação Matemática) não se coloca(12).

Estes dois últimos filósofos fizeram parte do Departamento de Filosofia da Ciência da Escola de Economia de Londres, departamento este fundado por K.Popper. Ambos, apesar da forte influência de Popper, romperam com ele mais tarde. Entretanto não me sinto seguro para uma análise mais detalhada destes autores e deixo para um estudo posterior.

Por outro lado, acredito que este tema sem dúvida foi, é e sempre será digno de uma análise dentro das várias correntes filosóficas. Sendo um assunto que deve ser analisado num contexto histórico, haverá momento em que a Educação Matemática será ciência em outro não. Uma questão que não admite uma resposta universal, terá sempre sua resposta dependendo do momento histórico e ainda dos vários paradigmas vigentes.

Bibliografia

1 - Losee, J. "Introdução histórica à filosofia da ciência". Ed. Itatiaia Lim./Ed.USP. (1979)

2 - Carnap, R. "The methodological character of theoretical concepts". In: Minnesota Studies in Philosophy of Science Ed. por H.Feigl e M.Sriven, Vol.I (1956)

3 - Popper, K. "Conjecturas e Refutações". Ed. UnB (1972)

4 - Popper, K. "A miséria do historicismo". Cultrix, USP (1980)

5 - Douady, R. "A Universidade e a didática da matemática: os IREM na França". Caderno do RPM, Vol.I nº 1 (1990)

6 - Masterman, M. "A natureza do Paradigma". In: A crítica do desenvolvimento do conhecimento. Org. I.Lakatos e A. Musgrave. Cultrix, USP (1979)
7 - Kuhn, T. "A estrutura das revoluções científicas". Ed. Perspectiva (1990)
8 - Granger, G. "Por um conhecimento filosófico". Ed. Papirus (1989)
9 - Bartley, W. "Theories of demarcation between science and metaphysic". In: Problems in philosophy of Sciences", Amsterdam (1968)
10 - Waikins, J. "Contra a ciência normal". In: A crítica e o desenvolvimento do conhecimento". Org. I.Lakatos e A. Musgrave, Cultrix, USP (1979)
11 - Lakatos, I. "História de la ciencia y sus reconstrucciones racionales". Ed. Tecnos (1987)
12 - Feyerabend, P. "Contra o Método". Ed. Francisco Alves (1977)

AFINAL, POR QUE AINDA SE ENSINA LOGARITMO?

Gilda de La Rocque Palis
Depto. de Matemática - PUC-RJ

Introdução

O título deste artigo é uma pergunta que alguns professores do 2º grau já me fizeram.

Na verdade a questão foi colocada nos seguintes termos: "Afinal, por que ainda se enfatiza, no ensino, a noção de logaritmo como instrumento facilitador de cálculos aritméticos? Aqueles cálculos realizados com auxílio de "trechos" de tábuas de logaritmos ainda são importantes? Devemos ensiná-los? Afinal, para que servem os logaritmos?"

Sabemos que o papel do logaritmo como facilitador de cálculos aritméticos está presente na própria gênese de sua conceituação.

Nos séculos XV e XVI a Astronomia e a Navegação marítima de longas distâncias exigiam muitos cálculos extensos de produtos e quocientes. Vários métodos de trabalho e tabelas auxiliares eram empregados.

Mas havia uma enorme necessidade de concepção de um instrumento que viesse atenuar as dificuldades encontradas com os cálculos, reduzindo o tempo necessário para realizá-los e, além disso, melhorando a precisão dos resultados obtidos.

O instrumento que veio suprir essa necessidade foi a noção de logaritmo, cuja invenção, por J. Napier, no início do século XVII, revolucionou a arte de calcular na época.

O primeiro trabalho de Napier, "Descrição da Maravilhosa Regra dos Logaritmos", continha as primeiras tábuas de logaritmos. Esta ferramenta de cálculo foi recebida com muito entusiasmo e era sentida como extremamente necessária, tanto que a obra foi prontamente traduzida para o inglês por encomenda da Companhia das Índias Orientais.

A propósito, a "Descrição" foi publicada em 1614, em latim e sua tradução inglesa em 1616, numa época em que o meio de comunicação entre os eruditos era o latim e só excepcionalmente se faziam traduções para o vernáculo.

Aquela pergunta "Afinal, para que servem os logaritmos?" não teria sido colocada até 30 anos atrás.

As tábuas de logaritmos e a régua de cálculo, construções baseadas nos logaritmos, foram extremamente úteis na Ciência e na Técnica durante séculos.

A régua de cálculo até identificava, nas ruas, os alunos de nossas Escolas de Engenharia nos anos 60 deste século.

Atualmente podemos entender a colocação da pergunta já que a importância dos logaritmos como ferramenta de cálculo rápido e eficiente praticamente desapareceu com a difusão das calculadoras eletrônicas.

Hoje ninguém mais pensa em se utilizar de tábuas de logaritmos e réguas de cálculo para efetuar cálculos numéricos.

Podemos então concluir: "Que bom! Estamos livres dos logaritmos!"

Esta afirmativa é certamente falsa. A função exponencial (inversa da função logarítmica) é de importância fundamental na resolução de equações diferenciais que descrevem fenômenos nos quais a taxa de variação da quantidade de uma grandeza em certo instante t é proporcional à quantidade existente daquela grandeza no mesmo instante t.

Assim é que diversos fenômenos como a desintegração radioativa, a difusão do calor, a dinâmica populacional, o cálculo de juros compostos, etc. são bem modelados por funções exponenciais. Essas aplicações são encontradas em alguns livros didáticos de 2° grau e na maior parte dos livros de Cálculo Diferencial e Integral.

Procurando responder à pergunta

Ao organizar alguma reuniões de trabalho com professores de Matemática do 2° grau sobre o tema Logaritmos pretendi estender a resposta àquela pergunta. Para isso planejei algumas atividades nas quais se trabalhasse com a função logarítmica em contextos não explorados, em geral, em nível de 2° grau.

Um dos temas que propus para estudo foi o de escalas logarítmicas. A escolha deste assunto se baseou essencialmente em dois motivos:

- As escalas logarítmicas são empregadas em várias áreas do conhecimento como, por exemplo, Física, Biologia, Química, Agricultura, Engenharia Ambiental, etc... Inclusive escalas logarítmicas como a Escala Richter e a Escala Decibel são algumas vezes mencionadas nos veículos de comunicação.
- O seu estudo leva naturalmente a uma discussão das relações entre o aspecto do esboço geométrico do gráfico de uma função $y = f(x)$, em um sistema de coordenadas retangulares xOy no plano, e as escalas utilizadas nos eixos.

Daqui em diante, para não sobrecarregar o texto, gráfico de $y = f(x)$ significará o esboço geométrico do gráfico e não o conjunto de pares $(x, f(x))$. O conjunto é unicamente determinado pela função $y = f(x)$, enquanto seu aspecto geométrico depende de escolhas de eixos e respectivas escalas.

Gráficos distintos de uma mesma função

Vamos examinar algumas figuras nas quais veremos que se pode obter gráficos distintos de uma mesma função.

1) Os dois gráficos, Fig. 1 e 2, representam o mesmo conjunto de dados. No entanto eles não transmitem a mesma "mensagem". Escolhas diferentes de escalas podem induzir leituras bastante distintas da variação das medidas representadas. O uso crescente de gráficos na veiculação de informações justifica a atenção sobre a possibilidade de manipulação visual através de escolha de escalas.

Fig. 1

Fig. 2

2) Considere a questão abaixo.

Determine uma função $y = f(x)$ que admita a reta δ como seu gráfico. (Fig.3)

Muitos dos nossos alunos apresentam somente $y = x$ como resposta, não prestando atenção à ausência de escalas na figura.

Entretanto a reta δ pode ser, por exemplo, gráfico de toda função $y = ax, a > 0$, com a escolha de escalas aritméticas indicadas na Fig.4.

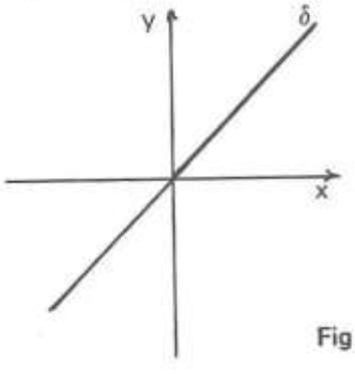

Fig. 3

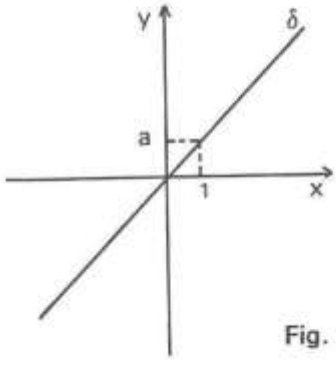

Fig. 4