

Perspectivas Metodológicas para o Ensino de Matemática – para Além da Racionalidade Instrumental¹

Prof. Dr. José Carlos Magossi²

Faculdade de Tecnologia - FT – Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

Prof. Dr. Adelino Francisco de Oliveira³

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Capivari

Resumo: O ensino da matemática, bem como das demais ciências, de maneira geral, sofre com as perspectivas de fragmentação e reducionismo próprias de uma racionalidade meramente instrumental, que se encontra na base das posturas pragmáticas e utilitaristas em educação. O presente artigo vislumbra refletir, à luz do pensamento complexo, sobre um método que suplanta o estreito horizonte da racionalidade instrumental para o ensino de matemática e das ciências. O método CHAIn – sigla que representa a interação dinâmica entre as dimensões da comunicação, da história, da abstração e da interdisciplinaridade – compõe-se como um instrumento pedagógico a serviço da complexidade que define o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras Chaves: Ensino de Matemática, Metodologia, Razão Instrumental, Complexidade

1. Introdução

O presente artigo é resultado de intensos diálogos interdisciplinares, na interlocução entre saberes matemáticos e saberes da área da filosofia. O artigo desdobra-se da percepção de experiências docentes, na interação cotidiana entre professor e aluno no ambiente de sala de aula. O ponto central, consiste na discussão e reflexão filosófica do método que se articula a partir da intersecção dinâmica entre comunicação, história, abstração e interdisciplinaridade (Cf. MAGOSSÍ, 2014) – expresso na sigla *CHAIn*. O objetivo consiste em explicitar que esse método suplanta o estreito horizonte da racionalidade instrumental, desvelando-se como um caminho inovador no processo de ensino e aprendizagem, especificamente na área de matemática, mas extensivo às demais ciências.

Em sua primeira parte, o artigo procura analisar, em perspectiva filosófica, a postura pragmática e sua relação com a educação. O pragmatismo acabou por se constituir como uma referência em educação, influenciando tanto a didática de professores quanto às expectativas de alunos.

¹Trabalho apresentado no III Simpósio Internacional de Inovação em Educação 2015.

² Professor José Carlos Magossi agradece à Fapesp, projeto FAPESP 2015/09356-8.

³ Professor Adelino Francisco de Oliveira agradece ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

Na segunda parte, o artigo passa a avaliar os limites da racionalidade instrumental como referência básica no processo de ensino e aprendizagem. Nesse ponto, o artigo retoma, principalmente, as teses de Max Horkheimer – bem como a tradição da Escola Crítica de Frankfurt. Como perspectiva de superação da razão instrumental, do pragmatismo, do utilitarismo em educação, ainda no âmbito da segunda parte, o artigo estabelece diálogo com o pensamento complexo, articulado por Edgar Morin.

A última parte do artigo trabalha as perspectivas do método CHAIn (Comunicação, História, Abstração e Interação) em educação. A partir de exemplos e situações próprias do desenvolvimento das ciências matemáticas, o artigo analisa as possibilidades do método CHAIn como uma estratégia inovadora, possibilitando a construção de um conhecimento coeso, denso e significativo, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, eficiente e eficaz.

2. O Pragmatismo e os Desafios no Campo da Educação

O pragmatismo configura-se como uma questionável referência em educação, tanto por parte da dinâmica e metodologia de aula, estabelecida pelo próprio professor, quanto por parte do aluno, a buscar conteúdos práticos, objetivos, concretos, claramente úteis. O fato é que o pragmatismo pode apontar para uma compreensão de um conhecimento dissociado da dimensão mais teórica, consubstanciando-se como um sério desafio no campo da educação. A formação humana, o preparo para a cultura, para o conhecimento mais amplo e elevado pode não guardar, em um plano óbvio e imediato, relações e aplicações na vida mais prática e cotidiana.

A postura pragmática parece despontar como o critério mais relevante ao se tomar determinada decisão. É possível situar as origens do pragmatismo em um horizonte bem remoto, com o advento do empirismo filosófico, a partir do século XVI. Mas é no positivismo de Auguste Comte, na aurora do século XIX, que o pragmatismo encontrará suas fontes e referências fundamentais. No positivismo de Comte repousa a noção de progresso e desenvolvimento, a partir de uma ordem clara, distinta, racional, na qual o aluno deve ser treinado, instrumentalizado na escola para a eficiência do fazer produtivo, dinamizador de todo progresso (Cf. ARANHA, 2006).

A dimensão pragmática ganha consistência teórica na perspectiva tecnicista, a conceber o processo do ensino e aprendizagem imbuído de métodos, planejamentos, objetivos, estratégias etc., destacando os meios e os fins em educação. A dinâmica educacional deve, então, utilizar os meios mais adequados do ponto de vista meramente pragmático para alcançar os fins previamente definidos. A clareza dos fins – os objetivos – desponta como um elemento motivador para o envolvimento do aluno no processo educacional. A educação passa a contar com metas, que devem ser claras e precisas. Como em uma linha de produção, o pragmatismo tecnicista vislumbra treinar o aluno, capacitando-o com uma série de habilidades fundamentais, para a vida produtiva.

Do ponto de vista teórico, o pensamento de John Dewey (1859-1952) desponta como uma das referências básicas para se compreender a perspectiva pragmática, tecnicista. A partir do conceito de instrumentalismo, Dewey elabora uma crítica contundente à educação tradicional – segundo ele pautada em noções de obediência e submissão, desvinculadas de questões atinentes à vida prática –, propondo que o processo de aprendizagem tenha como base a atividade pessoal do aluno. A perspectiva de Dewey aponta à Escola Ativa, a articular a vida escolar com a vida social. O processo de ensino e aprendizagem se daria tendo como pano de fundo as exigências da própria vida produtiva (Cf. MANACORDA, 1996, pp. 311-322.).

O instrumentalismo de Dewey configura-se em um processo educacional formatado de maneira a subsidiar o aluno com uma série de técnicas, habilidades adequadas a capacitá-lo para atuar nas indústrias. O aluno deve ser preparado, instrumentalizado para a vida profissional, decorrendo daí o caráter ativo da formação proposta por Dewey. Em uma sugestiva citação, Dewey elucida que:

Em vez de sugerir atividades equilibradas mais livres e melhores, é um plano limitado de ação. Na educação, a vigência desses objetivos impostos externamente é responsável pela ênfase depositada na noção de preparação para um futuro remoto e pela transformação do trabalho, tanto do professor como do aluno, em algo mecânico e servil (DEWEY. 2007, p. 27).

Na perspectiva de Dewey, a educação deve partir de objetivos claros e distintos. Tais objetivos não devem ser traçados arbitrariamente pelo professor, devem sim coincidir com os objetivos próprios da vida que espera pelo aluno. Há uma clara preocupação em articular formação escolar com as exigências do setor produtivo. Devem-se ensinar na escola aqueles conteúdos fundamentais para a atuação e inserção na vida de trabalho. O fundamental é o saber fazer. O aluno deve estar apto, treinado e preparado para atuar no setor produtivo, respondendo a uma determinada demanda das indústrias, organizações. Quando tomada pela perspectiva pragmática, instrumental a educação, em sua dinâmica de ensino e aprendizagem, passa a desfrutar de um sentido muito concreto para o aluno, na medida em que este visualiza os conteúdos apresentados e trabalhos em aula na dimensão mais objetiva de sua vida, em sua futura realidade de trabalho e produção. Essa conexão direta com a realidade produtiva ou mesmo com o mundo objetivo acaba por acentuar o lugar privilegiado da postura pragmática na sociedade contemporânea. Os fundamentos teóricos, base para um conhecimento amplo e denso, passam a ser trabalhados em vista à inserção no mundo objetivo, na realidade do aluno. A teoria somente assume valor e significado quando se revela capaz de subsidiar uma determinada prática. Neste ponto, torna-se interessante e sugestivo inserir uma reflexão de Max Horkheimer sobre o pragmatismo:

O pensamento moderno tentou extrair uma filosofia dessa visão das coisas, tal como se apresenta no pragmatismo. O centro dessa filosofia é a opinião de que uma ideia, um conceito

ou uma teoria nada mais são do que um esquema ou plano de ação, e, portanto, a verdade é nada mais do que o sucesso da ideia. (HORKHEIMER. 2013, p. 46).

O sucesso da ideia, a plena realização dos objetivos estrategicamente traçados é o que define o valor do empreendimento. Não há uma perspectiva valorativa a priori, a discernir sobre a legitimidade dos meios empregados. O fundamental consiste na concretização dos fins, no alcance das metas. Todo processo deve ser mensurado e avaliado tendo como única referência o sucesso concretamente atingido.

Desponta a formação técnica, voltada especificamente ao mercado de trabalho. O aluno passa a ser motivado a buscar uma formação rápida e específica, capaz de habilitá-lo a enfrentar com desenvoltura e competência os desafios profissionais. O viés tecnicista, pragmático revela uma concepção de educação e impõe um modelo de currículo. As disciplinas que não respondem, de maneira evidente e imediata, aos objetivos práticos de uma educação tecnicista passam a sofrer sérios questionamentos, inclusive por parte dos próprios alunos.

No ambiente de sala de aula, o pragmatismo se torna claramente manifesto por meio de típicas indagações, realizadas pelos alunos: Para que serve isso que se está ensinando? Onde se aplica este ponto que está sendo passado? Tudo isso é muito teórico, dê um exemplo prático de como isso acontece. Tais perguntas não só revelam perspectivas pragmáticas, mas também reducionistas. Pragmáticas, por buscarem sempre a aplicabilidade de determinado conhecimento, mas também reducionistas, por não conseguirem avançar para um conhecimento mais amplo e complexo, capaz de perceber as múltiplas articulações dos diversos saberes. Problematicando os limites de tal postura, Horkheimer reflete que:

É como se o próprio pensamento tivesse se reduzido ao nível do processo industrial, submetido a um programa estrito, em suma, tivesse se tornado uma parte e uma parcela da produção (...). Quanto mais as ideias se tornam automáticas, instrumentalizadas, menos alguém vê nelas pensamentos com um significado próprio. São consideradas como coisas, máquinas (HORKHEIMER. 2013, p. 29).

O pragmatismo decorre de uma leitura estritamente objetiva de mundo, a avaliar todas as coisas a partir de uma evidente, imediata utilidade e aplicabilidade. A perspectiva pragmática que norteia pode acabar por impossibilitar que o estudante perceba o mundo para além do concreto e do prático. Neste caso, o espaço do cotidiano passa a ser recortado por ações imediatas, desprovidas de significado e alcance simbólicos. Tudo deve ser claro e muito objetivo, com finalidades definidas e prontamente explicitadas. O exercício de problematização e crítica a uma educação pautada em perspectiva pragmática, utilitarista torna-se urgente, fundamental, tarefa que vislumbramos contemplar no tópico seguinte, aos refletirmos sobre os limites da razão instrumental.

3. Os Limites da Racionalidade Instrumental em Educação

A perspectiva da razão instrumental, como reducionismo, passa a ser colocada em questão também pelo pensamento complexo, dinamizado por Edgar Morin. Sob os prismas da teoria crítica frankfurtiana e da complexidade, torna-se fundamental que se avalie o quanto a racionalidade instrumental desponta como um aspecto deficitário e insuficiente na dinâmica do processo de ensino e aprendizagem.

Max Horkheimer estabelece uma oposição entre a razão instrumental e a razão crítica. A razão instrumental consiste na utilização da razão com o intuito de dominar, controlar, alcançar determinados objetivos. Os meios passam a ser subordinados aos fins, a partir do critério de eficácia.

A razão crítica desvela-se em uma dimensão humanizadora, capaz de recriar o homem e o mundo, avançando e ampliando as possibilidades humanas a partir da cultura. Toda projeção cultural no que concerne à transformação mais positiva e criativa do mundo, desdobra-se da razão crítica. As possibilidades no campo das artes, da construção política, do discernimento ético, das relações afetivas etc., situam-se como desdobramentos da razão crítica. De maneira mais pontual, os próprios conteúdos acadêmicos quando direcionados e reduzidos a uma racionalidade instrumental, são esvaziados de um caráter formativo, humanizador. Novamente torna-se elucidativo e fundamental citar Horkheimer:

Parece que enquanto o conhecimento técnico expande o horizonte da atividade e do pensamento humanos, a autonomia do homem enquanto indivíduo, a sua capacidade de opor resistência ao crescente mecanismo de manipulação de massas, o seu poder de imaginação e o seu juízo independente sofreram aparentemente uma redução. O avanço dos recursos técnicos de informação se acompanha de um processo de desumanização. Assim, o progresso ameaça anular o que se supõe ser o seu próprio objetivo: a ideia de homem (HORKHEIMER. 2013, p. 7).

Desta feita, se de um lado a razão instrumental oportuniza o aprimoramento de competências técnicas para o mundo concreto do trabalho, por outro lado, produz e gera irracionalidades, acabando assim por se contrapor ao ideário da razão crítica. O que se ganha, alcança em desenvolvimento técnico pode representar uma profunda e irreparável perda no que tange as potencialidades mais criativas e humanizadoras.

O pensador Herbert Marcuse, na análise da ideologia da sociedade industrial, em consonância com o discernimento de uma razão instrumental, avança na discussão da racionalidade tecnológica. Se, de um lado, a razão técnica promoveu a elevação do padrão de vida, por outro lado, concomitantemente, desenvolveu novas formas de controle social, a subjugar o homem (Cf. MARCUSE, 1979).

O sensível aumento da produtividade, em todas as dimensões – econômica, política e cultural –, alavancou a elevação do padrão de vida ao mesmo tempo em que promoveu e possibilitou um controle

social mais intenso. Assim, a racionalidade instrumental coloca-se a serviço de interesses determinados, ideologicamente definidos, mas não é capaz de servir à sociedade em sua totalidade.

A reflexão sobre os limites da racionalidade instrumental alcança novas perspectivas com a teoria da complexidade, de Morin, que procura discernir os aspectos de um conhecimento pertinente, opondo-se, com contundente crítica, a toda forma de fragmentação e reducionismo. Para Morin, apenas um conhecimento sedimentado a partir da visão da complexidade assume a condição de pertinência.

A complexidade consiste, grosso modo, na compreensão da realidade como uma totalidade articulada. A valorização do conhecimento apenas em uma dimensão pragmática, objetiva, utilitária consiste em não compreender a dinâmica interativa entre os múltiplos aspectos que compõem e definem o fenômeno que se apresenta como realidade (Cf. MORIN, 2001).

Para Morin – em sintonia com a crítica de Horkheimer –, os princípios de fragmentação e redução conduziram a um tipo de inteligência limitada, cega, a uma ciência desprovida da dimensão de consciência (Cf. MORIN, 2002b). A fragmentação consiste na análise de apenas um aspecto da realidade, separando-o de seu todo. Da perspectiva de fragmentação desdobra-se a dinâmica da especialização. O reducionismo, por seu lado, decorre da própria fragmentação, que conduz a uma apreensão limitada da realidade, a tomar a parte pelo todo. Assim, a realidade que se compõe como um todo complexo, passa a ser analisada apenas por um determinado prisma, desconsiderando a dinâmica interação existente entre o todo e suas partes e, concomitantemente, entre as partes e o todo e ainda entre as partes entre si.

A perspectiva pragmática, utilitária articula-se justamente em direção oposta à visão e percepção da complexidade. O pragmatismo e utilitarismo, próprios da racionalidade instrumental, almeja e produz tão somente um conhecimento fragmentado, reducionista desprovido de consciência crítica e problematizadora. Ao almejar apenas conteúdos, saberes práticos e uteis, a racionalidade instrumental empobrece as possibilidades de compreensão de uma realidade que é sempre complexa (Cf. MORIN, 2002).

Obviamente que a razão instrumental, nessa perspectiva, não conduz para um conhecimento pertinente. Outro ponto crítico a ser observado consiste justamente nos efeitos formativos de uma visão meramente pragmática, tecnicista, utilitarista em educação, alicerçada em uma racionalidade instrumental.

A razão instrumental não somente fragmenta e reduz o objeto de conhecimento, construindo um conhecimento insuficiente e impertinente, mas também torna-se cega para questões fundamentais, como as implicações éticas, políticas, ambientais, sociais, econômicas etc. Para além disso, a razão instrumental limita a expansão das potencialidades do próprio ser humano, solapando a dimensão da criatividade e do próprio processo cultural de humanização (Cf. GADOTTI, 1995).

É interessante ressaltar que, em muitos momentos, significativos avanços no campo do conhecimento não aconteceriam, não seriam possíveis sob o domínio de uma racionalidade instrumental, incapaz de acompanhar a dinâmica complexa do real. A história das ciências está repleta de bons exemplos, a ilustrarem a fecundidade da razão crítica, não pragmática e utilitária.

4. *Proposta Metodológica para o Ensino da Matemática*⁴

O ensino da matemática comumente se dá pela associação da matemática com o mundo real. Em textos de matemática destinados a alunos do ensino fundamental, ensino médio e também em universidades, as aplicações da matemática ao mundo real e à natureza estão sempre presentes. Em alguns casos quando essas aplicações não ocorrem, surgem perguntas do tipo: “*para que serve isso?*”. Esboça-se uma clara preocupação em mostrar a utilidade da matemática, no sentido de exibir as classes de problemas reais que ela, como linguagem, está adaptada a fornecer soluções factíveis. Tal postura, como já suficientemente analisado acima, não deixa de expressar uma compreensão pragmática, própria da razão instrumental.

A matemática, como ferramenta destinada a solucionar problemas práticos, da realidade física, é bem diferente da matemática, como linguagem, como um agregado de estruturas e objetos (Cf. CORRY, 2004), destinada a produzir teoremas, os quais podem, ou não, estar associados aos problemas do mundo real. A perspectiva pragmática, instrumental tende então a empobrecer as possibilidades da linguagem matemática, reduzindo-a tão somente à dimensão da utilidade e aplicabilidade concreta, desconsiderando todo seu escopo teórico, aberto a novas proposições criativas.

Torna-se fundamental ressaltar que problemas práticos podem sim conduzir à produção de estruturas matemáticas. O dinamismo da realidade, com suas exigências concretas, traz desafios, temas e questões para o campo da matemática. Nesse sentido, o conhecimento matemático passa a ser alcançado a partir de ideias práticas, por exemplo quando o físico inglês Isaac Newton (1643-1727) determinou a velocidade instantânea ou quando Claude E. Shannon (1916-2001), engenheiro e matemático americano, buscou melhorias na transmissão de telégrafos elaborando um modelo matemático para *comunicação* que se constitui hoje como base da Teoria da Informação (Cf. SHANNON, 1948).

O conhecimento matemático situa-se, em seu amplo escopo teórico, para muito além de questões práticas. Limitar a matemática à dimensão prática consiste em reduzir seu alcance e suas potencialidades, a gerarem e inspirarem novos conhecimentos. Há diversos e importantes exemplos a ilustrarem a construção do conhecimento matemático tendo como gênese apenas ideias teóricas, tendo como origem apenas o “brincar” com estruturas matemáticas. Nesta perspectiva, pode-se citar G. W. Leibniz (1646-1716), matemático alemão, que com o objetivo de determinar a inclinação de uma curva matemática, “inventa” o cálculo diferencial e integral, por volta de 1687.

Na invenção do cálculo diferencial e integral, por Newton e Leibniz, a derivada e a noção de infinitésimos estavam fortemente relacionados, os quais produziram, na comunidade acadêmica, argumentações a favor e contra. Os infinitésimos, certo tipo de estrutura matemática utilizada por Newton

⁴ A presente seção remete e inspira-se em MAGOSSÍ, 2014.

e Leibniz para dizer de derivadas, produziam muitas discussões no contexto do século XVIII. Um exemplo de uma argumentação contrária ocorre quando Berkeley, em seu artigo “*The Analyst*”, critica os infinitésimos (Cf. BERKELEY, G. 1734). Essa estrutura matemática, estritamente teórica, e seus problemas históricos motivadores surgiram numa época em que havia dúvidas sobre a veracidade desse método. Alguns pesquisadores da época – obviamente não tomados por uma racionalidade de tipo instrumental – não se preocuparam com essas interrogações e continuaram com seus trabalhos, avançando no conhecimento matemático a partir das teorias de Newton e Leibniz, produzindo uma matemática mais sólida e com ramificações utilizadas até os dias de hoje.

Apesar de fartos, ilustrativos e relevantes exemplos, extraídos da história e filosofia das ciências, a demonstrarem que nem todo conhecimento encontra aderência em realidades práticas (Cf. MAGOSSÍ e POLETTI, 2012), a perspectiva pragmática persiste. No campo da educação em geral e do ensino de matemática em particular, uma recorrente e comum pergunta consiste em indagar sobre a possibilidade de se associar a matemática e suas aplicações com o mundo real, visando melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

Vislumbrando a exposição de um genuíno caminho didático para enfrentar tal tensão – a dinâmica relação entre teoria e prática –, sem se render, contudo, a reducionismos pragmáticos, instrumentais, acreditamos, assim como O. Toeplitz (1881-1940), que a matemática, vista sob a ótica de *problemas históricos motivadores*, pode tornar-se mais consistente e, pedagogicamente, inspiradora (Cf. TOEPLITZ, O. 2007, p. VI).

É fundamental ressaltar que mesmo uma abordagem pedagógica, tendo como ponto de partida os aspectos históricos motivadores, não elimina a característica básica da matemática, constituída de estruturas e objetos. Nesse sentido, Serge Lang (1927-2005), matemático americano, enfatiza a ideia de matemática ser constituída de estruturas e objetos (Cf. LANG, S. 1986, p. 379).

Não há como negar que ciência e matemática têm, ao longo dos anos, passado por desenvolvimentos simultâneos. No entanto, o avanço das tecnologias atuais nos coloca diante de situações que lembram os antigos paradoxos. Por um lado, a quantidade imensa de ferramentas tecnológicas nos indicam atalhos na solução de problemas, sendo então a matemática desnecessária, indicando uma certa doutrina de que a prática é importante. Por outro lado, essas mesmas tecnologias, que nos encurtam os caminhos, levantam problemas até então não visualizados, fazendo com que a matemática seja fortemente necessária, indicando que estudos teóricos se fazem necessários.

Neste sentido, com o objetivo de colaborar com a clarificação de situações contraditórias relacionadas ao ensino de matemática nos tempos atuais, vislumbramos a utilização de uma metodologia para o ensino de matemática (Cf. MAGOSSÍ, 2014). Na proposta metodológica em alusão, o objetivo fundamental consiste em vincular o ensino de matemática ao processo histórico no qual surgiu determinado conteúdo matemático, aproveitando as tecnologias atuais de inovação para refazer, de modo dinâmico e

apropriado, a partir de uma didática específica, a trajetória que culminou com o desenvolvimento de conceitos, teoremas, teorias etc. Nessa metodologia, emprega-se o ensino e aprendizagem de matemática de modo indissociável da história da humanidade, em particular, da história da Matemática, de seus desenvolvimentos ao longo do tempo. Aliado a essa trajetória, faz-se necessário também o ensino da matemática no sentido abstrato, formal, não como ponto de partida, mas como consequência dos estudos de busca genética de conceitos matemáticos no momento de seu nascimento (Cf. TOEPLITZ, 2007; Cf. CORRY, 2004). Em paralelo a essas investigações, a interação com outras áreas da ciência deve ser incentivada (Cf. KLEIN, 2004a; KLEIN, 2004b). Essa interação não é somente sob a ótica de aplicações, mas sim sob a ótica de uma *interação* com o mundo em que vivemos. Outro exemplo interessante refere-se ao próprio Shannon que quando elaborou um modelo matemático, abstrato para comunicação, dando origem ao que se chama hoje de Teoria da Informação, precisou interagir com outras ciências. A interdisciplinaridade revelou-se fundamental para que sua concepção teórica obtivesse sucesso.

Além de exposições da matemática como ferramental destinado às aplicações, estratégias são desenvolvidas com o objetivo de estabelecer melhorias *no canal de comunicação* entre aluno e professor. A partir do tópico seguinte, passaremos a expor e sistematizar nossa proposta metodológica para o ensino de matemática.

4.1 Possibilidades Metodológicas para o Processo Ensino e Aprendizagem em Matemática⁵

Toda a proposição metodológica que passaremos a desenvolver assume como foco central apresentar um caminho para o ensino de matemática, em seus diversos níveis de ensino. No entanto, torna-se fundamental ressaltar, o método aqui exposto pode também ser utilizado em outras áreas de conhecimento.

O objetivo é compor um método de ensino, alicerçado em uma plataforma sustentada por quatro pilares considerados básicos nessa metodologia, qual sejam, *comunicação, história da matemática, abstração e interação com outras áreas da ciência*. A concepção metodológica em alusão configura-se também como uma resposta crítica à perspectiva pragmática e instrumental.

Sob a ótica de uma metodologia no sentido heurístico, objetiva-se, em primeira instância, estabelecer melhorias na comunicação entre aluno e professor. Comunicação no sentido de que há um emissor de mensagens, um canal de comunicação e um receptor das mensagens que foram enviadas. Como em todo processo de comunicação, há ruídos e redundâncias. Melhorias ocorrem quando se procuram por estratégias que otimizem e facilitem a comunicação⁶ —eliminar ruídos, analisar a redundância etc (Cf. SHANNON,

⁵ Esta subseção é inspirada fortemente em MAGOSS, 2014.

⁶ O objetivo é mimetizar as ideias expostas em Shannon, 1948. Utilizar das intuições e não somente das técnicas.

1948) Nesse sentido, identificamos também como uma fundamental estratégia a utilização da história da matemática, a revelar a origem dos conceitos e teoremas. Aliado a essas duas condições há o processo de abstração em matemática. A matemática é uma linguagem caracterizada por um agregado de estruturas e objetos em interação, gerando conceitos. Para dar completude ao processo metodológico, a interação com outras áreas da ciência deve ser incentivada.

Em uma descrição sistematizada, a metodologia exposta acima se situa na intersecção dos seguintes tópicos, compondo a sigla *CHAI*n (Cf. MAGOSS, 2014):

- I. **Comunicação em matemática:** Estabelecer melhorias na comunicação entre aluno e professor. Mimetização dos modelos da teoria da informação (Cf. SHANNON, 1948).
- II. **História da matemática:** Evolução orgânica dos conceitos (Cf. TOEPLITZ, 2007).
- III. **Abstração:** A matemática vista como entidade abstrata (Cf. PIAGET, 1979).
- IV. **Interação com outras ciências:** Interdisciplinaridade (Cf. KLEIN, 2004; 2004b).

É importante ressaltar que na base de toda essa concepção, proposição metodológica – decorrente da articulação dinâmica entre comunicação, história, abstração e interdisciplinaridade (*CHAI*n) – para o ensino de matemática em particular e para o ensino das demais disciplinas em geral, descortina-se, por um lado, a perspectiva da complexidade e, por outro lado, a rejeição, superação da razão instrumental em educação.

A razão instrumental, base do pragmatismo, utilitarismo configura-se como um grande desafio a ser enfrentado e suplantado em educação. Com a proposta metodológica em cena o que se almeja é que a investigação de estruturas e objetos ao longo da história indique critérios para melhorias no ensino de matemática e como consequência, desenvolvimentos de metodologias pedagógicas associadas a tópicos diversos em matemática, promovendo, assim, uma formação ampla, complexa. A partir de um tópico matemático fornecido, o objetivo é investigar sua inserção na história da matemática e sua relação com outras ciências para que com isso seja possível extrair suas estruturas matemáticas e seus conceitos.

Não há como afirmar que essas investigações se destinam apenas ao ensino de matemática, pois melhorias no processo de ensino e aprendizagem via metodologia *CHAI*n podem acarretar melhorias também no fazer matemática, bem como em outras áreas de ensino e pesquisa. Ao se identificar uma estrutura que se mostrou, ao longo da história, como factível na comunicação entre professor e aluno – digamos, com pouco ruído –, torna-se possível também perceber quais estruturas, “semelhantes” a ela, podem ser criadas e ainda mais, verificar se o processo de investigação histórica se mostrou relevante para se obter melhorias no ensino (Cf. WEIL, 1978).

Pode-se dizer – ao emprestar os termos e conceitos da teoria da informação – que o objetivo é diminuir as incertezas presentes no canal de comunicação que se estabelece entre o emissor e o receptor. É um problema de emissor e receptor, sejam eles livros, vídeos, professores, alunos, ou quaisquer outras

caracterizações factíveis associadas a remetente e destinatário, emissor e receptor. Para tal, utiliza-se de mecanismos que tornem o processo de comunicação menos *entrópico*, menos hermético, complicado, os quais estão voltados à identificação de estruturas matemáticas, à resolução de problemas históricos motivadores e a busca pela evolução orgânica (Cf. TOEPLITZ, 2007) de ideias em matemática. O aluno quando toma conhecimento de um conceito matemático está, em alguns casos, trabalhando com uma estrutura que é consequência de uma quantidade imensa de outras estruturas agregadas (Cf. KRÖMER, 2007). A perspectiva dessa metodologia consiste em elaborar o ensino de modo que as estruturas supérfluas sejam eliminadas, o canal de comunicação fique livre de ruídos (situações circunstanciais) e as informações transitem no sentido melhorado, por exemplo, entre professores e alunos. Objetiva-se que o conceito associado à determinada estrutura seja transmitido com o mínimo de interferências.

Segundo Umberto Eco é possível estabelecer uma associação entre estruturas e códigos. Desse modo, afirma o pensador que as circunstâncias mudam a escolha do código, *digam-se estruturas* (Cf. ECO, 2007).

Para a compreensão, e possivelmente descobertas de novos conceitos, o conhecimento das estruturas é essencial. Por exemplo, ao comunicar sobre retângulos em matemática e dizer de um retângulo como uma *bandeira vermelha*, se está inserindo uma quantidade de outros significantes no processo de comunicação. O conceito real do que seja um retângulo pode ficar danificado pelas circunstâncias, ruídos.

Ao se associar estruturas a códigos, conclui-se então que uma das estratégias para estabelecer melhorias no processo de ensino e aprendizagem é procurar por códigos que melhorem a transmissão de matemática. No entanto, adianta-se ser possível dizer que estruturas (códigos) que permitem uma transmissão com alta eficiência, as que já existem, são aquelas que satisfazem o que se chama de *códigos homólogos* (estruturas homólogas). São estruturas que, no sentido histórico, resistem “à poeira do tempo”, permanecem como estruturas que são facilmente assimiladas, por exemplo, o *processo de contar*. As estruturas que surgiram em meio a ruídos e interferências e assim continuaram ao longo da história, podem não ser de fácil assimilação, como por exemplo, o *estudo de funções*.

Entendemos que melhorias no ensino de matemática ocorrem quando a correspondência entre estruturas matemáticas e conceitos se tornam claros. Os problemas históricos da matemática seriam os indicadores de boa comunicação, pois funcionariam como “esclarecedores”. Não se faz necessário a preocupação imediata com as aplicações em matemática, mas sim com suas estruturas, sua contextualização (histórica) e o processo de comunicação, pois assim se abrirá espaço não só para a compreensão dos conceitos matemáticos como também para a construção de novos conceitos.

5. Considerações Conclusivas

Construir uma metodologia de ensino que supere as inconsistências presentes na relação entre teoria e prática configura-se como um grande desafio para a composição de um conhecimento crítico, significativo, inspirador, ético, criativo e, acima de tudo, humanizador. A compreensão da realidade como

um todo complexo nos lança em direção a um conhecimento pertinente acerca dessa realidade. Um conhecimento que suplante a redução da razão a um mero instrumento, a dinamizar saberes práticos e úteis.

A partir desse panorama, a nortear a educação no contemporâneo, é que refletimos sobre método CHAIn de ensino em matemática – extensivo a outras áreas de conhecimento –, a configurar-se como uma possibilidade de enfrentamento dos dilemas e limites em educação matemática, potencializando a relação de ensino e aprendizagem de maneira a torná-la mais interessante, produtiva, dinâmica e significativa.

A primeira dimensão do método CHAIn refere-se ao aspecto da comunicação. Focalizando a dinâmica do ensino, da transmissão do conhecimento, esta dimensão procura estabelecer melhorias – dirimindo os possíveis ruídos – na comunicação entre professor e aluno. A comunicação eficiente, clara, distinta, rica de sentido e conteúdo é fundamental para a qualidade do processo de ensino e aprendizagem. O que o professor comunica, deve ser captado de maneira ampla e profunda pelo aluno. Neste ponto a dimensão da comunicação contempla a utilização de múltiplas ferramentas – as modernas tecnologias de informação –, com estratégias didáticas criativas e variadas, a enriquecerem e facilitarem todo o processo comunicativo em sala de aula. A segunda dimensão consiste na compreensão do contexto histórica no qual o conceito matemático foi estabelecido. A inserção dos conceitos matemáticos em seu processo de desenvolvimento histórico acaba por possibilitar ao aluno uma compreensão muito mais viva e significativa da própria matemática. O contato com peculiaridades e com o próprio cotidiano da vida de teóricos da matemática descortina-se como um ponto inspirador, a despertar fascínio e interesse nos jovens pesquisadores. O aluno passa a compreender, então, que o conhecimento é produzido em um determinado contexto, como desdobramento de experiências históricas. O conhecimento dos fatos históricos acaba por iluminar a compreensão conceitual. Assim, além de apreender o conceito e conhecer a história, o jovem aluno também avança para uma compreensão mais interdisciplinar de ciência, rompendo com perspectivas de um conhecimento fragmentado, compartimentalizado. A terceira dimensão do presente método remete à compreensão da matemática como entidade abstrata. O reducionismo próprio do olhar pragmático revela-se incapaz de alcançar a concepção da matemática como um conceito puro, abstrato, sem relação direta, imediata com aspectos concretos da realidade. A abstração desenvolve no aluno a capacidade de estabelecer relações indiretas e criativas, a prospectar novas possibilidades para a própria realidade. Isso significa que um conceito abstrato, puro pode conduzir a compreensões sempre mais elaboradas, elevadas e criativas da realidade. Um determinado conceito que, em um primeiro momento, não manifesta nenhuma aderência à realidade – sendo então desprezado por uma racionalidade de tipo instrumental –, pode, em um futuro, articulado a outros conceitos, possibilitar avanços concretos, reais.

A quarta dimensão fundamental, compondo o método CHAIn, consiste na interdisciplinaridade, a articulação e interação do conhecimento matemático com outras ciências. A interdisciplinaridade desdobra-se de uma concepção complexa da própria realidade, a compreender que tudo está entrelaçado, articulado. Assim, o conhecimento matemático alcança pleno sentido quando inserido e analisado em sua interação

dinâmica com outros saberes. Isso significa que não há um conhecimento matemático isolado, solto, fragmentado, separado e estanque em relação às outras ciências. A interdisciplinaridade, bem mais do que uma mera estratégia didática, configura-se como um método de se aproximar da realidade que é sempre complexa.

Ao romper com a racionalidade instrumental – e com o pragmatismo, utilitarismo em educação –, o método assume como base, princípio fundamental a compreensão da realidade como um todo complexo. O método reflete a concepção de que nada é estático, mudanças ocorrem constantemente, o próprio método deve ser compreendido de maneira dinâmica, caso contrário ele também não cumprirá seu papel.

6. *Referências Bibliográficas.*

- ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. *Filosofia da Educação*. 3ª ed. Editora Moderna, 2006.
- BERKELEY, G. *The analyst: or a discourse addressed to an infidel mathematician. Wherein it is examined whether the object, principles, and inferences of modern analysis are more distinctly conceived, or more evidently deduced, than religious mysteries and points of faith*. London: printed for J. Tonson, 1734.
- CORRY, Leo. *Modern Algebra and the Rise of Mathematical Structures*, Berlin, Second Revised Edition, BirkHäuser Verlag, 2004.
- DEWEY, John. *Democracia e Educação: Capítulos essenciais*. São Paulo, Ática, 2007.
- _____. *Vida e Educação*. São Paulo, Melhoramentos, 1978.
- ECO, Umberto. *A Estrutura Ausente*. Editora Perspectiva, São Paulo, 2007.
- GADOTTI, Moacir. *Concepção Dialética da Educação: Um estudo introdutório*. 9ª ed. São Paulo, Cortez, 1995.
- HORKHEIMER, Max. *Eclipse da Razão*. 7ª ed, São Paulo, Centauro Editora, 2013.
- KLEIN, F. *Elementary Mathematics form an Advanced Standpoint. Arithmetic, Algebra and Analysis*. Dover Publications, New York, 2004a.
- _____. *Elementary Mathematics form an Advanced Standpoint. Geometry*. Dover Publications, New York, 2004b.
- KRÖMER, Ralf. *Tool and Object - A History and Philosophy of Category Theory*. Berlin, BirkHäuser Verlag, 2007.
- LANG, S. *A First Course in Calculus-Fifth Edition*. Springer-Verlag, New York, 1986.
- MAGOSSI, J.C., Poletti, E.C.C.. O Movimento das Estruturas Matemáticas. *International Journal on the History of Mathematics*, vol. 12, n.25, pp.1-13, 2012.

- MAGOSS, J. C.. Uma Metodologia Fundamentada na Comunicação, História, Abstração e Interação com outras áreas da Ciência. E-BOOK. Inovações em Atividades Curriculares. Experiências no Ensino Superior com foco na Interdisciplinaridade. FE/UNICAMP, outubro, pp.822-842. ISBN 978-85-7713-160-0. 2014.
- MANACORDA, Mario Alighiero. *História da Educação: Da Antiguidade aos nossos dias*. 5ª edição. São Paulo, Cortez Editora, 1996.
- MARCUSE, Herbert. *A Ideologia da Sociedade Industrial: O homem unidimensional*. 5ª ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1979.
- MORIN, Edgar. *A inteligência da complexidade*. São Paulo, Editora Fundação Petrópolis, 2002.
- _____. *Ciência com Consciência*. 6ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2002b.
- _____. *Introdução ao Pensamento Complexo*. 3ª ed. Lisboa, Instituto Piaget, 2001.
- OLIVEIRA, Adelino Francisco de. *A via da Educação e as Perspectivas de Humanização no Contexto da Pós-Modernidade*. In GOMES, Cândido Alberto; NASCIMENTO, Grasielle Augusta Ferreira; KOEHLER, Sônia Maria Ferreira (orgs). *Culturas de Violência, Culturas de Paz: Da reflexão à ação de educadores, operadores do Direito e defensores dos direitos humanos*. Curitiba, CRV, 2012, pp. 135-149.
- _____. *Juventude e Novos Contextos Culturais*. In PESSINI, Leo; ZACHARIAS, Ronaldo (orgs). *Ética Teológica e Juventudes*. Aparecida, SP, Editora Santuário, 2013, pp. 271-290.
- PIAGET, J. . *Le structuralisme*. Coll. Que sais-je? n. 1311. Presses universitaires de France, Paris, 1979.
- SHANNON, C. *A mathematical theory of communication*. Bell System Technical Journal, v. 27, p. 379-423, 623-656, 1948.
- TOEPLITZ, O. *The Calculus – A Genetic Approach*. Chicago University Press, Chicago, 2007.
- WEIL, A. *History of Mathematics: Why and How?* Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Helsinki. Vol. 1, 227-236, 1978.