

AS TIC E A LICENCIATURA EM MATEMÁTICA: EM DEFESA DE UM CURRÍCULO FOCADO EM PROCESSOS

Marcelo Almeida Bairral¹

Instituto de Educação, UFRRJ/PPGEduc

RESUMO

Os currículos de formação de professores são temas recorrentes na pesquisa e nas políticas públicas brasileiras. Esse artigo é destinado aos interessados na formação inicial de professores de matemática. A reflexão que faço, a partir da literatura elencada, é fruto da minha trajetória de professor-pesquisador-aprendiz em Educação Matemática com Licenciandos na UFRRJ². Minha proposição é a mudança da lógica de organização e desenvolvimento curricular de Disciplinas para uma racionalidade centrada em processos de pensamento.

Palavras-chave: Formação de Professores, Licenciatura em Matemática, Currículo, TIC, Processos de pensamento.

ABSTRACT

Curricula for teacher education are a recurrent theme, among both research and public policies in Brazil. This article, addressed to all those interested in the training of future mathematics teachers, reflects my own trajectory as learner-teacher-researcher in mathematics education, my work with future teachers at UFRRJ, as well as the literature. I suggest a shift in the rationale of curricular organization and development, towards courses focusing primarily on the process of thinking.

Keywords: Teacher Education, Undergraduate mathematics Degree, Curriculum, ICT, Processes of thinking.

¹ mbairral@ufrj.br; www.gepeticem.ufrj.br

² Agradeço ao CNPq, à Faperj e à Capes pelos financiamentos obtidos nos últimos 10 anos e cujos resultados de alguns projetos de pesquisa estão contemplados nas ideias desenvolvidas nesse artigo.

INTRODUÇÃO

As políticas de formação inicial de professores de matemática envolvem diferentes domínios, dentre eles, os curriculares e os institucionais. Apesar destes campos estarem muitas vezes relacionados, optei, neste artigo, por refletir sobre a estruturação de uma grade curricular³. Minha experiência na pesquisa e na participação em colegiados de curso de Matemática mostra que discussões epistemológicas e práticas são fortemente travadas. Lamentavelmente, esses debates acabam circunscritos na organização e implementação do currículo fazendo com que as reflexões epistemológicas fiquem reduzidas aos pré-requisitos e, as práticas, à existência de profissionais para ministrar determinada disciplina ou à limitação de espaço físico⁴ da Instituição.

Nessa relação (currículo idealizado / currículo implementado) a seleção de conteúdos assume a centralidade. É sobre este momento que gostaria de refletir neste artigo. Concretamente, minha proposição é que deveríamos mudar a ordem a lógica quando organizamos um currículo. Ao invés de pensarmos primeiro em conteúdos e disciplinas, deveríamos pensar em processos. Assim, a pergunta clássica “*o que deve saber um professor?*” seria substituída por uma do tipo: *que processos de pensamento/raciocínio deveriam as disciplinas contribuir com o seu desenvolvimento?*

São duas as principais razões que me levaram a promover a defesa pelos processos de pensamento. A primeira é a atitude de meus Licenciandos quando questionados sobre o que significa aprender matemática. Além de mostrarem-se surpresos pelo tipo de questionamento, suas respostas comumente estão pautadas na habilidade de saber resolver um exercício ou em poder explicá-lo a um colega. Vejamos algumas respostas quando os graduandos são questionados sobre quando consideram que aprenderam matemática:

³ As reflexões que faço aqui servem para ambas modalidades de formação, presencial ou EaD, considerando, obviamente, suas especificidades.

⁴ Por exemplo, disponibilidade de laboratórios de ensino ou de informática.

- “Quando consigo **utilizar o conteúdo em outro momento**⁵ oportuno”
- “Quando **consigo resolver** algum problema sozinha”
- “Quando faço um exercício **sem precisar olhar** em outro apoio (livro ou apostila)”
- “Quando consigo **resolver questões/problemas** explicando o raciocínio utilizado”

Em linhas gerais, suas ideias estão orientadas por uma concepção procedimental de aprendizagem: resolver/refazer/replicar/explicar. Essa concepção tem sido recorrente e isso muito me preocupa, pois estamos trabalhando com a formação de professores. Principalmente, no momento atual, onde os alunos estão trazendo uma bagagem tecnológica e vivência com os conteúdos de uma forma nunca antes imaginada. Surge, então, um questionamento: *que professor formar para promover o aprendizado desse novo tipo de estudante?*

A segunda razão volta-se ao lugar que as TIC ocupam no processo de ensino. Observo uma outra vertente de uma perspectiva procedimental: o uso de determinado *software* subordinado à explicação prévia no quadro. Portanto, a ideia da tecnologia como verificador de algo supostamente existente na mente dos envolvidos. E, o que é pior, algo supostamente controlável pelo docente!

Ainda que em alguns casos esse tipo de prática verificadora possa ser implementado é importante sublinhar que o uso da tecnologia no ensino deve ser para o auxílio e a descoberta de algo que não seria possível desenvolvermos em meios convencionais. Essa prática deve envolver os sujeitos (professores e alunos) como aprendizes constantes e reflexivos críticos de suas descobertas. Portanto, urge pensarmos em uma outra racionalidade formativa.

EM BUSCA DE UM DESENVOLVIMENTO CURRICULAR ORIENTADO A PROCESSOS

⁵ Negritos meus.

O professor de matemática deve saber (e muito!) matemática. Todavia, a matemática para o exercício da sua profissão deve ser diferente daquela de um Bacharel ou de um Engenheiro. Apesar de uma variedade de pesquisas no campo educacional e de um conjunto de políticas públicas terem ressaltado esta diferenciação, ainda vemos cursos pautados na racionalidade técnica. Essa lógica subordina os processos e estilos de aprendizagem às técnicas e rotinas associadas à conteúdos específicos, no nosso caso, os matemáticos.

Além de reforçar a dicotomia (conteúdo-método), mesmo entre os conteúdos, nessa racionalidade, também, há uma hierarquização. Por exemplo, a escassez de conteúdos do ramo da Geometria⁶ é visível em muitos currículos de formação inicial. Mesmo entre as Álgebras ou entre a Análise e o Cálculo Diferencial podemos observar determinada hierarquia.

No Brasil autores como Lins (2005), sublinham a necessidade de prestarmos atenção na formação pedagógica em disciplinas de conteúdo matemático nas licenciaturas. O pesquisador reflete sobre as disciplinas matemáticas em sua forma tradicional sublinhando que:

estas disciplinas (Álgebra Linear, por exemplo) se apresentam como categorias da Matemática do matemático. É possível ir muito além, e propor outras categorias nas quais realizar a formação do professor, substituindo-se a dicotomia “Pedagogia/Matemática”⁷ por Educação Matemática, e a dicotomia “teoria/prática” por teorizar (p. 122-123).

Enriquecendo sua reflexão Lins (*op cit.*) enfatiza que:

o centro da atividade profissional do professor, seja de que disciplina for, é ler os alunos e tomar decisões⁸ sobre o que está acontecendo e como seguir. E é por isso que vou defender que disciplinas de

⁶ Quando contemplada, observamos a predominância da Geometria Euclidiana. Em raros casos encontramos Geometria Espacial, Geometrias não-euclidianas, Geometria Analítica. E a Topologia? Não a tenho visto contemplada nos currículos. Ao invés de pensarmos em disciplinas isoladas, se assumíssemos a geometria como forma, como medida e como transformação de formas (BASSAREAR, 2005) seria mais fácil pensarmos em um currículo centrado em processos. Uma alternativa próxima do que estou defendendo nesse artigo pode ser vista em Johnston-Wilder e Mason (2005).

⁷ Aspas e itálicos do próprio autor.

⁸ Sublinhados meus.

Matemática “avançada” têm um potencial único na formação de professores de Matemática, desde que não sejam entendidas em si mesmas, apenas como “de conteúdo” (p. 120-121).

Ponte (2009), ratificando a ideia de que a formação do professor desenvolve uma profissionalidade diferente e de que a lógica da reprodução (outra faceta da racionalidade técnica) não deveria assumir a centralidade dos programas formativos, sublinha, que é importante

assumir que o trabalho do professor é vincadamente profissional⁹ e que, por isso, a formação de professores tem de ter uma lógica própria, mais complexa, não se reduzindo a servir de simples veículo para os conhecimentos desenvolvidos na investigação “básica” ou “aplicada” (PONTE, 2009, p. 173).

No final dos anos 80 e início dos 90 houve uma grande preocupação dos pesquisadores interessados na formação de professores sobre a natureza do saber docente e sobre o papel determinante que desempenhava este conhecimento sobre a matéria que o professor leciona¹⁰. Esse momento constituiu o chamado paradigma do conhecimento do professor e o trabalho de Shulman (1986)¹¹ foi inspirador de vários daqueles estudiosos.

Mishra e Koehler (2006), buscaram situar a tecnologia no âmbito do conteúdo¹² do conhecimento profissional¹³. Os autores consideraram os âmbitos pedagógico e disciplinar de Shulman e inseriram o tecnológico. Considerando a

⁹ Sublinhados meus.

¹⁰ Em um texto anterior (Bairral, 2003) faço um mapeamento destas pesquisas.

¹¹ O autor identificou no conteúdo do conhecimento do professor: (1) o *conteúdo pedagógico* (formas mais comuns de representar um conteúdo, analogias, ilustrações, exemplos, explicações, as formas de representar e formular o conteúdo para torná-lo compreensível aos outros, a compreensão sobre o que torna um determinado assunto mais fácil ou difícil, as concepções e pré-concepções frequentes nos estudantes); (2) o *conteúdo da disciplina* (a organização do conhecimento da disciplina); e (3) o *conhecimento do currículo*, que inclui a compreensão do programa como um todo, o conhecimento de materiais disponíveis e a articulação horizontal/vertical do conteúdo curricular.

¹² Conteúdo aqui não é sinônimo de “conteúdo matemático”. Por exemplo, equação é um conteúdo matemático que engloba um amplo espectro conceitual (igualdade, equivalência, incógnita, variável etc.). Portanto o CCP seria aquele conteúdo que permitiria ao docente elaborar um planejamento que contemplasse estes aspectos conceituais. Ou, pelo menos, que tivesse consciência crítica desse espectro. Para saber mais sobre o conhecimento matemático para o ensino de equação veja Ribeiro (2012).

¹³ Do inglês *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*.

interseção destes três aspectos, Mishra e Koehler introduziram a denominação conteúdo do conhecimento tecnológico-pedagógico¹⁴.

Inspirados no trabalho Mishra e Koehler (*op. cit.*) em publicação anterior (LEMOS e BAIRRAL, 2010) apresentamos os três aspectos (matemático, estratégico-interpretativo e afetivo-attitudinal) que consideramos para analisar o desenvolvimento do conhecimento profissional docente. Os aspectos foram observados mediante interações em ambientes virtuais de aprendizagem (BAIRRAL, 2002). Esses aspectos são imbricados e se constroem, integrando características discursivas dos espaços comunicativos¹⁵ constitutivos do cenário formativo. Minha reflexão nesse artigo está diretamente relacionada aos aspectos do âmbito matemático, pois nele estão incluídos os processos que defendo nesse artigo e que discorrei na seção seguinte.

TIC E PROCESSOS DE PENSAMENTO NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Atuo na perspectiva onde o pensamento matemático envolve a capacidade para raciocínio e ações variadas (indução, inferência, contradição, exclusão, generalização etc.). E em sintonia com Pittalis e Christon (2010), considero raciocínio matemático como um conjunto de processos ou habilidades que permitem aos indivíduos ir além da informação dada em um contexto ou problema particular. Aprendizagem, pensamento e raciocínio matemático estão em constante movimento.

Na lógica da racionalidade técnica o aprendizado matemático pode visto como um processo associado à reprodução de procedimentos. Infelizmente, essa ainda é uma concepção predominante nos meus graduandos, futuros professores de matemática. Aprender matemática é muito mais do que entender ou reproduzir determinados procedimentos ou rotinas. Esses são aspectos importantes, mas a aprendizagem deve envolver um leque maior de habilidades e processos de

¹⁴ Minha tradução para a expressão *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)*.

¹⁵ Uma sala de aula convencional, um *chat*, um fórum de discussão etc.

pensamento¹⁶. Portanto, aprender matemática para ser professor de matemática deve ser visto com o processo formativo diferente.

Como uma mudança de discurso (SFARD, 2008), a aprendizagem matemática deve favorecer o processo de matematizar (BAIRRAL, 2001; PITTALIS e CHRISTOU, 2010). Este processo deve ser visto como uma construção social, culturalmente constituída e constantemente ressignificada mediante a interação pessoa/grupo. Neste processo interativo as idéias matemáticas constituem e são constituídas de significações, a partir do que “falam” (dizem, escrevem, gesticulam, registram de diferentes modos etc.) os aprendentes.

Nessa ótica, cursos de formação inicial de professores devem desenvolver um conhecimento profissional na perspectiva da processo de matematização (BAIRRAL, *op cit.*), particularmente, focada no desenvolvimento de processos variados. Esses processos podem ser:

Exemplos de processos ¹⁷		
Natureza do pensamento		Estratégias de raciocínio
-Ampliação ¹⁸	-Modelação (ou modelagem)	-Abdução
-Associação	-Ordenação	-Contagem
-Classificação	-Orientação	-Cálculo
-Combinação	-Projeção	-Dedução
-Comparação	-Relação	-Heurísticas ²³
-Composição	-Representação	-Indução
-Conceituação ¹⁹	-Simulação	-Iteração
-Deformação ²⁰	-Transformação	-Otimização
-Descrição	-Variação	-Recursão
-Estimação	-Visualização ²²	-Seleção
-Inclinação		- (...)

¹⁶ Adoto a perspectiva de Ana Sfard (2008) que além das rotinas, considera que o discurso matemático também envolve o uso de vocabulários, de mediadores visuais e de narrativas.

¹⁷ Esses processos, dentre outros, estão presentes em diferentes ramos (Geometria, Álgebra, Análise, Cálculo, Estatística etc.) da Matemática.

¹⁸ Não podemos deixar de incluir nesse processo a ação do *zoom*, que frequentemente fazemos com nossos equipamentos *touch screen*. É uma nova forma de mexer em uma tela.

¹⁹ Para conhecer uma reflexão em um *chat* sobre o conceito de poliedro veja Nieto e Bairral (2013).

²⁰ Embora esse processo pudesse estar contemplado na ampliação, optei por exemplificá-lo uma vez que o mesmo pode ser objeto de interesse no estudos dos isomorfismos.

²² Embora a visualização seja um processo presente em outros processos elencados (por exemplo, representação), deixo-o evidente também como forma de ressaltar a sua importância de modo que o mesmo não seja esquecido. Até porque, visualizar implica analisar, descrever, representar etc.

²³ Se o leitor estiver interessado como heurísticas podem ser analisadas em um ambiente virtual veja Sales e Bairral (2012).

-Localização ²¹	- (...)
-Medição	

Quadro 1: Ilustração de processos a serem considerados em programas formativos

No quadro anterior illustrei algumas possibilidades. Minha proposição é para construirmos os programas formativos centrando nos processos. Processos não são objetivos. Tampouco, são competências. Eles podem contemplar objetivos e competências. Os processos aos quais me refiro são de dois âmbitos: um intrínseco à natureza do pensamento matemático (ordenação²⁴ ou composição²⁵) e outro relacionado às estratégias e formas de raciocinar matematicamente. Em alguns casos, é difícil estabelecer fronteiras entres eles. Por exemplo, calcular ou comparar podem ser vistos como aspectos do pensamento matemático e como uma estratégia de raciocínio.

Uma estratégia de raciocínio ainda não contemplada em matemática é a seleção, ou seja, a busca e a organização de informação, principalmente, a proveniente das consultas realizadas na Internet. A cada vez mais realizamos esse tipo de busca e precisamos desenvolver formas para selecioná-las. Então, a ação de seleção envolveria diferentes outras, tais como: classificar, organizar, descartar, deixar em *stand by*, ordenar, etc. É um novo modo de trabalhar a informação e não podemos deixá-lo sem a devida atenção e legitimidade.

Processos são desenvolvidos, em diferentes momentos de uma formação profissional. Eles não são específicos de um semestre ou ano letivo. Em sintonia com a reflexão de Lins (2005), acredito que os processos podem ser uma estratégia para ler os Licenciandos e para tomar decisões sobre o que está acontecendo em seu desenvolvimento cognitivo e propor alternativas de continuidade em seu aprendizado.

Da mesma forma que aprendemos a lidar com determinados equipamentos eletrônicos não familiares, podemos aprender a desenvolver processos. É evidente

²¹ Aqui também incluo a inscrição (ou circunscrição) em um circunferência, pois são formas de localizarmos um figura em relação a outra. Também, podemos inscrever um triângulo equilátero em três retas paralelas quaisquer. Nesse caso, cada vértice do triângulo pertence a uma das retas paralelas.

²⁴ Nos conjuntos numéricos, por exemplo.

²⁵ Composição de duas simetrias, por exemplo.

que nem todos nós desenvolvemos, ao mesmo tempo e do mesmo modo, os mesmos processos. Por exemplo, a visualização e a representação podem ser processos mais familiares a um indivíduo do campo das artes ou da arquitetura do que a um profissional da área da eletrônica. Todavia, todos podem desenvolver, de acordo com as suas habilidades pessoais e as exigências de sua profissão, esses processos.

Como ações inerentes ao pensamento matemático os processos constituem espectros cognitivos variados. Por exemplo, *modelar* pode constituir o seguinte matiz: modelar²⁶, construir, estruturar, montar, dar forma, expressar uma situação etc²⁷. E, *localizar*, contemplaria ações de busca, procura, encontro, de uso do GPS, localizar na reta numérica, localizar em um outro espaço, no *Google Earth*²⁸, dentre outros. Então, de acordo com o(s) seu objetivo(s), o professor proporá situações de aprendizagem que permitam desenvolver as ações adequadas ao seu propósito²⁹.

Processos devem estar fundamentados em um desenvolvimento curricular pautado nas potencialidades³⁰ do futuro professor, não na lógica da defectologia (suprir o que eles não sabem). Portanto, processos prescindem de pré-requisitos, embora em alguns casos o grau de aprofundamento dependerá do amadurecimento do graduando. Então, uma formação inicial de professores deve ir além da retomada e revisão de conteúdos da Educação Básica (RIBEIRO, 2012), possivelmente, aqueles que serão ensinados³¹ pelo futuro educador.

Os processos podem ser deflagrados e desenvolvidos em situações de aprendizagem diversas. Portanto, considero que uma organização curricular através de atividades seria bem apropriada. Uma exploração pode ocorrer por meio de atividades de investigação, em atividades de resolução de problemas etc. Inclusive,

²⁶ Aqui outro exemplo de relação entre processos. Por exemplo, podemos modelar uma transformação geométrica. Acesse e veja várias possibilidades: http://museo.unimo.it/theatrum/macchine/_00lab.htm (Acesso: 16/10/2012).

²⁷ Aqui recomendo a leitura de Diniz e Miranda (2009).

²⁸ Para ver um trabalho realizado com estudantes do ensino fundamental veja Bairral e Maia (2012).

²⁹ Construir mapeamentos cognitivos pode ser uma boa estratégia reflexiva. Por exemplo, para o caso da transformação (semelhança) veja um exercício reflexivo que fiz em Bairral (2000).

³⁰ Aqui sou influenciado pelos trabalhos de Vygotsky, particularmente, pela sua visão prospectiva de aprendizagem.

³¹ Embora uma formação profissional não possa estar somente focada no mercado de trabalho, quem de nós pode dizer as profissões que teremos nos próximos 5 anos? E, que conteúdos deverão ser ensinados? Nesse contexto, uma racionalidade curricular centrada em processos se fortalece ainda mais.

uma situação pode contemplar o desenvolvimento de mais de um processo. Vejamos três possibilidades que podem ser implementadas com um software de geometria dinâmica.

Situação 1³²

Selecione a ferramenta polígono regular. Clique em dois pontos (lugares) da área de trabalho e quando aparecer uma caixa, clique em aplicar. Surgirá um quadrado.

Situação 2³³

Três cidades decidiram, conjuntamente, construir um aeroporto. Em que lugar se deve construir o aeroporto? Para responder a este problema, Marcos pensou e sugeriu as seguintes possibilidades:

1. Considerar o aeroporto equidistante das duas cidades maiores.
2. Considerar o aeroporto equidistante das três cidades.
3. Considerar o aeroporto situado em um ponto tal que a soma das três distâncias desde este ponto a cada uma das cidades seja mínima.

Trabalhando em um software de geometria dinâmica analise com seus colegas cada caso. Qual foi o mais fácil? E o mais difícil? Por quê?

Situação 3³⁴

Construa um paralelogramo qualquer ABCD e trace a bissetriz de cada um de seus ângulos internos. O encontro das bissetrizes é o quadrilátero EFGH. Mova livremente os vértices do paralelogramo ABCD. O que você pode dizer sobre a natureza do quadrilátero EFGH? Justifique.

A primeira situação é muito comum nas aulas de matemática, mesmo aquelas que não utilizam as TIC. No meu entendimento este tipo de atividade desenvolve o aspecto instrumental, não necessariamente, a compreensão e o desenvolvimento conceitual e a sua problematização. De todos os modos, pode ser feito em alguns momentos de formação.

A segunda e a terceira situação são mais potencializadoras no desenvolvimento de processos. Na segunda, por exemplo, podemos pensar na localização e na otimização. E, na terceira, na análise de formas, na comparação e na conceitualização. A terceira é também ilustrativa de que processos podem ser desenvolvidos em situações do contexto matemático. Até porque sabemos que nem

³² Enunciado pensado com o GeoGebra.

³³ Para saber mais sobre o desenvolvimento interativo (via *e-mail*) desta situação veja Powell e Bairral (2006).

³⁴ Veja em Amaral (2011) como esse tipo de situação pode ser explorada com elementos transversais como a interação, a argumentação, a colaboração e a justificação.

todos os significados produzidos para a matemática do currículo escolar podem ser desenvolvidos apenas no contexto cotidiano³⁵.

A partir do apresentado cabe uma síntese sobre como estou conceituando processos:

- São ações relacionadas à natureza do pensamento matemático e à estratégias variadas de raciocínio.
- Não estão pautados em conteúdos Disciplinares, embora os diferentes ramos do conhecimento matemático possam ser subsídios para a elucidação de possíveis processos.
- São formas concretas de leitura dos Licenciandos, de tomada de decisões e de proposição de situações que contribuam com o desenvolvimento cognitivo do futuro professor.
- Implicam o entendimento do aprendizado com processo, em uma prática prospectiva.
- Não se reduzem a objetivos e competências, embora possam contemplá-los.
- Consideram aspectos procedimentais no aprendizado, mas não se reduzem a eles.
- Implicam o desenvolvimento de habilidades pessoais de diferentes domínios e constituem espectros cognitivos variados.
- Não são desenvolvidos tendo por base apenas situações cotidianas.
- Prescindem de pré-requisitos.
- Não são específicos de um determinado período letivo.
- Podem ser potencializados e desenvolvidos em situações de aprendizagem diversas.

Finalmente, como elementos transversais e constitutivos das atividades visando o desenvolvimento dos processos teremos: a argumentação, o trabalho colaborativo, a reflexão e a análise crítica, a autonomia, a autoria, a comunicação, a interação, o espírito desafiador e a criatividade, dentre outros.

É importante lembrar que minha proposição está fundamentada em um currículo impregnado de TIC em todo o seu desenvolvimento. Sendo assim, com a

³⁵ Recomendo a leitura de Lins e Giménez (1997).

intenção de oferecer uma reflexão crítica sobre a presença das TIC na implementação curricular centrada em processos, gostaria de destacar 5 dimensões, inter-relacionadas, que considero nos processos de formação inicial de professores (BAIRRAL, 2010): a dimensão *técnica* (ferramentas e domínio de procedimentos), a *cognitivo-discursiva* (conceitos e significados), a *sócio-contextual* (os artefatos mediadores), a *afetivo-motivacional* (sentimentos e motivações) e a *comunicativo-colaborativa* (formas de participação e de compartilhamento coletivo).

OS PROCESSOS E AS TIC EM DIMENSÕES DE APRENDIZAGEM DIVERSAS

Dimensão técnica

A inserção da tecnologia, em qualquer atividade, promove (des)equilíbrios, incertezas etc. Seja qual for a sua forma de uso é importante refletir que motivação, interação e avaliação devem ser vistas como processos imbricados. O exemplo ilustrado anteriormente na situação 1 não contribui com a manutenção da motivação dos envolvidos neste tipo de atividade. Além do mais, a situação ilustra uma intencionalidade voltada para o domínio de certas ferramentas do *software*. Este tipo de prática pode ser importante, mas não é potencial no desenvolvimento do pensamento matemático.

Na formação inicial de professores tenho visto que iniciativas de utilização das TIC tendem apenas a promover reflexões teóricas sobre a importância da informática sem uma implicação direta (uso e estudo crítico do/no aprendizado) no contexto da formação inicial. Ou seja, aos Licenciandos não é promovida uma reflexão crítica sobre o seu próprio aprendizado tendo a tecnologia informática como mediadora. Os futuros professores devem ser instigados a refletir sobre o que aprendem quando a tecnologia está presente. Não apenas fazer suposição ou reflexão sobre o que o seu aluno faria.

A prática do “ensinar a ensinar” ou a dos “pacotes de atividades” ainda é vigente em práticas com as TIC. Essas restrições didático-epistemológicas e de ausência qualitativa de reflexão no próprio processo tendem a gerar poucas implicações no aprendizado. Futuros professores, com ou sem experiência com a

informática, necessitam aprofundar discussões sobre o seu próprio aprendizado com as TIC e problematizar este aprendizado, constantemente, como aprendiz.

Dimensão cognitivo-discursiva

Toda tecnologia está embebida em um contexto social e cada cenário constitui um espaço discursivo específico. Portanto, cada cenário influi diferentemente em nosso modo de pensar e, dessa forma, favorece a implementação de intervenções didáticas variadas. Como exemplo, cito o cartão de crédito.



Com a sua possibilidade de utilização, também, na função de débito, é comum que um vendedor nos pergunte: “*é débito ou crédito?*”. Independentemente da opção do comprador, não teria sido a ação (compra) um débito? A diferença é que em um caso seria um débito à vista e, em outro, um débito para pagamento à prazo. No sistema anterior, figura da direita, esse tipo de pergunta não era feito.

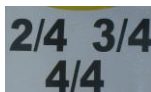
O exemplo anterior ilustra que a tecnologia em questão, o cartão magnético, interfere em nosso modo de construção do conhecimento e este tipo de discussão deve ser feito na escola pois, como vimos, a noção de débito e crédito, naquele contexto de compra, assume um significado diferente do convencionalmente conhecido (de *ter* e de *dever*) pela matemática escolar. Não quero dizer que um contexto, por estar mediado pela tecnologia, deva ser priorizado, mas que os significados emergidos em cada um deles são diferentes e devem ser objetos de atenção pelo docente. Assim, cabe sublinhar que, novas tecnologias implicam novas apropriações e (re)significações.

Dimensão sócio-contextual

A pesquisa em educação matemática atual está, em sua maioria, interessada em estudar, em diferentes perspectivas, o desenvolvimento do pensamento

matemático, sendo o contexto, a atividade constituída, o papel dos interlocutores e os artefatos (cognitivos e tecnológicos) envolvidos na construção do conhecimento. Apesar da tecnologia contribuir com novas arquiteturas sócio-cognitivas esta não deve assumir o papel essencial no aprendizado, ou seja, ela não deve ser vista como a garantia para a aprendizagem. É importante refletir sobre as percepções conceituais envolvidas em cada contexto.

Por exemplo, o que você leitor diria sobre a ilustração abaixo?



Respostas do tipo são freqüentes: números, datas de um calendário, frações, sequência de números. Agora, o que você diria para a imagem³⁶ seguinte?

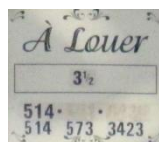


Nesta perspectiva, a aprendizagem sofre influência do contexto em que está sendo produzida. Este exemplo é também útil para a discussão sobre a questão da universalidade da aprendizagem matemática. Ou seja, continuar pensando que aprender matemática é igual³⁷ em todo o mundo deve ser relativizado.

É claro que a matemática, como linguagem, tem a particularidade em sua constituição de signos próprios, etc. Todavia, a forma de apropriação do conhecimento considerando as dimensões onde são produzidos ... Por exemplo, ainda que saibamos que “*Apartment à louer*” em Francês signifique “*Apartamento para aluguel*” em português e conheçamos os números expressos nas figuras a seguir, o que os anúncios querem dizer? Qual o significado das frações $3\frac{1}{2}$ e $4\frac{1}{2}$?

³⁶ Foto retirada por mim na região da praia do forte, na Bahia. Verifiquei que esse tipo de anúncio é muito frequente em Salvador e em seu entorno.

³⁷ É comum ouvirmos que matemática é mais fácil porque “*dois mais dois é sempre quatro*”, em qualquer lugar. Embora o resultado seja o mesmo é importante pensarmos que as formas de compreensão e de obtenção desse tipo de resultado podem ser diferenciadas.



O $\frac{1}{2}$ significa o banheiro. Portanto, um apartamento $3 \frac{1}{2}$ possui três cômodos (normalmente, cozinha, sala e um quarto) e um banheiro. Mudou o contexto, mudou a forma de produção do conhecimento. Com esses exemplos ressalto a importância de analisarmos cada situação e sua influência na forma de conceituar/definir.

Dimensão afetivo-motivacional

Há uma motivação e predisposição nos indivíduos para usar as TIC, em especial, as ferramentas da Internet, seja em atividades pessoais, seja em tarefas profissionais. Um ambiente formativo técnica e informaticamente bem elaborado³⁸ não é condição suficiente para um aprendizado de qualidade e garante a motivação. Apesar disso, ainda vemos uma escassa incorporação dos meios informáticos nas universidades públicas.

Como idealizadores e implementadores de políticas públicas temos que defender a rápida aquisição pelos futuros professores de recursos computacionais que atendam às demandas contemporâneas de sua profissão. Da mesma forma, devemos investir no equipamento e na conexão dos estabelecimentos de ensino e na formação (inicial e continuada) de professores para usar a tecnologia informática. No entanto, neste processo de aquisição de equipamentos e de estabelecimento de conexões, deve estar presente a dimensão do letramento, ou seja, a capacidade de apropriação crítica da tecnologia.

Dimensão comunicativo-colaborativa

Com base nos estudos socioculturais assumo que a linguagem matemática e o raciocínio matemático desenvolvem-se simultaneamente em interação social. Neste processo, pensar é visto como uma forma individualizada da comunicação

³⁸ Refiro-me a um cenário que dispõe de suportes informáticos de última geração.

inter-pessoal. O que for criado por uma pessoa é um produto do fazer coletivo (SFARD, 2008). De acordo com a autora, pensar pode ser interpretado como o tipo de ato humano que emerge quando os indivíduos, ao fazê-lo, tornam-se capazes de comunicar com eles mesmos da forma como se comunicam com os outros.

Comunicar é uma atividade realizada coletivamente (SFARD, *op cit.*). Os indivíduos que participam na atividade de comunicar realizam ações que são habitualmente seguidas por certo tipo de re-ação de outros sujeitos. Ações humanas de comunicação têm características distintas e variadas. Apesar de serem conduzidas por regras, estão em função das decisões voluntárias dos autores. Elas são implementadas com a ajuda de mediadores designados previamente e são, muitas vezes, sobre um determinado objeto. De acordo com Sfar, diferentes tipos de comunicação definem seus objetos, os tipos de mediadores usados e as regras seguidas pelos participantes e, assim, definem diferentes comunidades de atores comunicativos.

Colaboração é essencialmente conceituada como o processo de construção de significado compartilhado (STAHL, 2006). Os indivíduos do grupo devem trabalhar em conjunto. Devem aprender e formular respostas em conjunto. O fator principal é a interação, a troca, a vivência em conjunto. Embora a colaboração envolva o aprendizado individual, ela não se limita a isto. Ela integra indivíduos como membros do grupo, mas também articula fenômenos como a negociação e o compartilhamento dos entendimentos – incluindo a construção e a manutenção das concepções compartilhadas das tarefas – que são cumpridas interativamente através de processos em grupo. O indivíduo, enquanto componente de um grupo, deve ser analisado como parte insolúvel deste grupo. Deve haver colaboração em todas as etapas do processo.

As TIC podem ser utilizadas como ferramentas educativas. No entanto, a análise da aprendizagem que pode ocorrer neste cenário é algo desafiante, tanto para professores, como para pesquisadores, pois o estudo do desenvolvimento do conhecimento profissional docente é amplo e complexo. Sendo assim, distintas devem ser as estratégias de ensino e de pesquisa para obter uma gama significativa de informação e fonte de dados sobre o que “pensa, faz e transforma” o futuro professor de matemática.

REFLEXÕES FINAIS

Neste artigo argumentei em favor de uma formação inicial docente voltada para o desenvolvimento de processos ao invés de uma perspectiva voltada apenas para delimitação de conteúdos e saberes disciplinares. Portanto, você já pensou nossos Licenciandos decidindo em que se inscrever. Não em uma disciplina, mas em uma atividade curricular X que desenvolve os processos Y e Z. Ou, uma decisão de escolha ainda mais desafiante: *“quero saber como ver a imagem de uma figura pela translação³⁹ T de um plano”*.

Localização?

Modelação?

Otimização?



Ilustração⁴⁰: Qual(is) processo(s) selecionar?

Embora minha reflexão nesse artigo tenha assumido a presença de atores humanos e não humanos (BORBA e VILLAREAL, 2005) e a impregnação das TIC nos processos formativos, ela não prioriza apenas a utilização de recursos informáticos. Aulas com papel e lápis também têm seu valor. Ao longo dos anos várias pesquisas em educação matemática já mostraram que cada recurso (didático, TIC etc.) contribui cognitivamente⁴¹ e comunicativamente diferente no aprendizado.

Nunca é tarde lembrar que toda atividade humana é mediada por alguma tecnologia. E, sabemos que, a tecnologia, por si, só não muda a natureza do aprendizado. Tampouco, da formação profissional do professor. Não será apenas

³⁹ Aqui, por exemplo, que processos estão presentes: transformação (a translação), a associação (correspondência biunívoca) e orientação (segmento orientado).

⁴⁰ Retirada de <http://www.google.com/imghp?hl=pt-BR&tab=wi> (14/10/2012)

⁴¹ Uma grande educadora matemática que me despertou para essa diferenciação na ocasião do meu mestrado foi a professora Estela Kaufman Fainguelernt, a quem também sou muito grato pela contribuição na minha formação de pesquisador em Educação Matemática.

inserindo as TIC nos currículos das Licenciaturas que a qualidade da formação estará garantida. É preciso que os formadores também desenvolvam um conhecimento crítico para incorporá-las em seu cotidiano.

Considero que projetos voltados para as TIC na educação matemática devem promover o desenvolvimento no futuro professor de um conhecimento profissional que lhe permita implementar práticas que não coloquem a essência⁴² na informática, ou seja, práticas que considerem a tecnologia como um cosmético, um adorno. Como educadores matemáticos não podemos reduzir nossos programas formativos à mera realização de tarefas procedimentais com as TIC com o objetivo de facilitar o aprendizado ou minimizar dificuldades conceituais dos envolvidos. Reflexões mais profundas sobre o que significa ensinar e aprender devem ser propiciadas.

Inspirado nas ideias de Frant e Castro (2009) conclamo que devemos superar a compreensão da tecnologia como ferramenta: um aparato material, externo ao indivíduo e que serve para executar funções específicas. Ainda que em algumas situações de aprendizagem possamos usar a informática nesta perspectiva, considero que devemos ir além de atividades do tipo: *faça no caderno e, depois, verifique no software*. Subordinar a informática aos recursos e atividades tradicionais não deve ser a dinâmica de programas formativos que busquem uma educação matemática qualitativamente diferente.

Um currículo deve promover o desenvolvimento de um conhecimento profissional que permita ao futuro professor implementar práticas que não coloquem a essência na tecnologia informática, mas na natureza do pensamento matemático produzido nos contextos mediados e impregnados pela tecnologia. Na formação inicial é imprescindível uma reflexão crítica sobre as diferentes formas de apropriação e de aprendizagem (BAIRRAL, 2010). Ou seja, os programas de formação docente devem, também, colocar os educadores em constante reflexão crítica sobre o que eles próprios aprendem (ou não) quando estão imersos em contextos mediados e impregnados de tecnologia.

Também é necessário assumir que a apropriação dos meios tecnológicos deve ser constantemente problematizada. Uma vez que nossos alunos estão

⁴² Essa é uma reflexão fruto de resultados da pesquisa de doutorado de Abigail (Bibi) Fregni Lins (2003).

naturalmente motivados para o uso da informática, o desafio será mantê-los seduzidos para interagir e aprender, continuamente.

Enfim, acredito que pensar em um currículo centrado em processos implica uma mudança estrutural em nossas Licenciaturas, pois muitas ainda funcionam na dependência do Bacharelado. Quem sabe a criação de um Centro de Pesquisa e Formação de Professores seja um caminho? Nesse Centro estariam profissionais das diferentes áreas, mas os que realmente querem trabalhar e pesquisar a Formação Docente. Mas, essa conversa fica para um próximo artigo!

REFERÊNCIAS

- Amaral, R. B. (2011). Argumentação matemática colaborativa em um ambiente online. *Acta Scientiae*, 13(1), 55-70.
- Bairral, M. A. (Ed.). (2010). *Tecnologias informáticas, salas de aula e aprendizagens matemáticas*. Rio de Janeiro: Edur.
- Bairral, M. A. (2007). *Discurso, interação e aprendizagem matemática em ambientes virtuais a distância*. Seropédica: Edur.
- Bairral, M. A. (2003). Natureza do Conhecimento Profissional do Professor: Contribuições Teóricas para a Pesquisa em Educação Matemática. *Boletim Gepem*, n.41, 11-33.
- Bairral, M. A. (2002). Desarrollo profesional docente en geometría: análisis de un proceso de formación a distancia. 2002. *Tese* (Doutorado em Educação Matemática). Universidade de Barcelona.
- Bairral, M. A. (2001). Movendo discos, construindo torres e matematizando com futuros professores *Boletim Gepem* 38, 95-110.
- Bairral, M. A. (2000). O Conceito de Escala e a Arquitetura Das Plantas Baixas. *Revista Universidade Rural. Série Ciências Humanas*, n.22, p. 49-58.
- Bairral, M. A., & Maia, R. C. O. (2012). O uso do Google Earth em aulas de matemática. *Linhas Críticas* (prelo).
- Bassarear, T. (2005). *Mathematics for Elementary School Teachers* (3 ed.). Boston / New York: Houghton Mifflin Company.
- Borba, M. de. C., & Villareal, M. (2005). *Humans-with-Media and Reorganization of Mathematical Thinking: Information and Communication Technologies, Modeling, Experimentation and Visualization*. New York: Springer.
- Diniz, L. N., & Miranda, A. M. (2009). A matemática na Disciplina Desenho Técnico nos Cursos de Engenharia: uma abordagem com Modelagem e Informática. In L. Diniz & M. Borba, M. *Grupo EMFoco: diferentes olhares, múltiplos focos e autoformação continuada de educadores matemáticos*. São Paulo: Livraria da Física.
- Frant, J. B., & Castro, M. R. (2009). Um modelo para analisar registros de professores em contextos interativos de aprendizagem. *Acta Scientiae*, 11(1), 31-49.
- Johnston-Wilder, S., & Mason, J. (Eds.). (2005). *Developing Thinking in Geometry: The Open University* / Paul Chapman Publishing.

- Lemos, W. G., & Bairral, M. A. (2010). *Poliedros estrelados no currículo do Ensino Médio* (Vol. 2). Rio de Janeiro: Edur.
- Lins, R. C. (2005). A Formação Pedagógica em Disciplinas de Conteúdo Matemático nas Licenciaturas em Matemática. *Revista de Educação PUC-Campinas*(18), 117-123.
- Lins, R. C., & Giménez, J. (1997). *Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI*. Campinas: Papirus.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Nieto, R. Z., & Bairral, M. A. (2013). Poliedro é um sólido, correto? Um estudo com graduandos interagindo em um chat sobre a definição de poliedro. *Ciência & Educação*, 19(1), 73-88.
- Pittalis, M., & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 191-212.
- Ponte, J. P. (2009). Uma agenda para investigação sobre padrões e regularidades no ensino-aprendizagem da Matemática e na formação de professores. In I. B. Vale, A. (Ed.), *Padrões: Múltiplas Perspectivas e Contextos em Educação Matemática* (pp. 169-175). Viana do Castelo: MEC/FCT.
- Powell, A. B., & Bairral, M. A. (2006). *A escrita e o pensamento matemático: Interações e potencialidades*. Campinas: Papirus.
- Ribeiro, A. J. (2012). Equação e Conhecimento Matemático para o Ensino: relações e potencialidades para a Educação Matemática. *Bolema*, 26 (42B), 535-557.
- Salles, A. T., & Bairral, M. A. (2012). Identificando e analisando heurísticas em interações no VMT-Chat. In: Marcelo A. Bairral. (Org.). *Pesquisa, ensino e inovação com tecnologias em educação matemática: de calculadoras a ambientes virtuais*. Pesquisa, ensino e inovação com tecnologias em educação matemática: de calculadoras a ambientes virtuais. Rio de Janeiro: Edur, v. 4, p. 117-139, 2012.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses and mathematizing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*(15), 4-14.

Submetido: Dezembro 2012

Aceito: Maio 2013