

Transformando Aspirações de Futuros Professores de Matemática em Estratégias Contextualizadas

Introdução

O projeto MathTASK é um programa de pesquisa e de desenvolvimento colaborativo sobre os discursos matemático e pedagógico de professores de matemática do Ensino Médio e sobre a transformação desses discursos na prática pedagógica. A pesquisa reconhece a evidente discrepância entre as crenças teóricas e descontextualizadas expressas por professores sobre a matemática e a pedagogia e a prática real (e.g. Speer, 2005) e um corpo de trabalho considerável na educação matemática explora a utilização de casos de ensino específicos (e.g. Kersting, 2008, Markovits e Smith, 2008) na formação de professores. Nossa pesquisa baseia-se no pressuposto de que o discurso matemático e pedagógico dos professores é mais bem explorado e desenvolvido em contextos específicos e, para isso, criamos *tarefas específicas contextualizadas* (a partir daqui, *Tarefas*) – ou seja, tarefas baseadas em situações específicas de ensino de matemática – e depois as utilizamos para pesquisa e no ensino. Essas situações de ensino: são hipotéticas mas baseadas em questões de ensino e de aprendizagem que pesquisas e experiências anteriores destacaram como seminais; são suscetíveis de ocorrerem na prática real; têm finalidade e utilidade; e podem ser usadas tanto na formação (inicial e em serviço) do professor quanto na pesquisa através do acesso aos pontos de vista dos professores e das suas práticas intencionadas.

Até agora, educadores matemáticos do Reino Unido, da Grécia e do Brasil estiveram envolvidos neste programa e a pesquisa que realizamos – e pretendemos realizar nos anos que se seguem – está dividida em quatro eixos: (1) *pensamento matemático* (por exemplo, práticas pedagógicas e didáticas em relação ao ensino de certos tópicos matemáticos); (2) *gestão da sala de aula* (por exemplo, a interferência da gestão da sala de aula na aprendizagem matemática); (3) [*CAPTeaM: a deficiência e a inclusão na sala de aula de matemática*](#) (por exemplo, estratégias de alunos surdos e cegos para lidar com problemas matemáticos); e (4) o papel da tecnologia digital e de outros recursos no ensino e na aprendizagem em matemática (por exemplo, mudanças nas práticas matemáticas dos professores quando usam tecnologia). Além disso, novas ideias baseiam-se nas experiências dos professores para o desenvolvimento posterior

de tarefas. O formato da *Tarefa* varia no programa – por exemplo, monólogo ou diálogo; script ou em formato de vídeo; um ou mais estudantes; com ou sem a intervenção do professor; etc – a fim de abordar a diversidade de questões e diferentes aspectos dessas questões em relação ao ensino e à aprendizagem de matemática. Nas seções a seguir, descrevemos resumidamente cada um desses eixos.

Pensamento matemático

Nas *Tarefas* deste eixo convidamos os professores para: resolver um problema de matemática; examinar uma solução (fictícia mas baseada em pesquisa) proposta por um (ou mais de um) estudante na aula e, em algumas versões, uma resposta (fictícia mas baseada em pesquisa) do professor para o estudante; e descrever a abordagem que eles próprios adotariam nessa situação de sala de aula (Biza, Nardi & Zachariades, 2007, 2009, 2014, 2018; Nardi, Biza & Zachariades, 2012; Zachariades, Nardi & Biza, 2013).

A partir das respostas dos professores a essas *Tarefas*, inicialmente tínhamos o objetivo de explorar o conhecimento dos professores sobre o conteúdo e o seu “jogo de cintura” para lidar com certos tipos de práticas pedagógicas e didáticas (Biza *et al.*, 2007). Até agora, as respostas dos professores para essas *Tarefas*, juntamente com as *entrevistas individuais semiestruturadas pós-Tarefas*, permitiram-nos acessar a uma vasta gama de conhecimentos e crenças (epistemológicos e pedagógicos) dos professores. Por exemplo, em (Biza *et al.*, 2009) discutimos os vários contratos didáticos sobre o papel da visualização em matemática e na aprendizagem matemática que os professores provavelmente oferecem aos seus estudantes sob aquelas influências (por exemplo um argumento baseado num gráfico é um argumento aceitável na sala de aula de matemática?). Além disso, as respostas dos professores a essas tarefas e as entrevistas revelaram um conjunto complexo de considerações que os professores levam em conta quando determinam suas ações (Nardi *et al.*, 2012) – o que Herbst e colaboradores (ex. Herbst e Chazan 2003) descrevem como *racionalidade prática de ensino*. Mostramos como os argumentos dos professores, analisados não apenas pela sua precisão matemática, podem ser reconsiderados, de forma mais produtiva, à luz de outras considerações e prioridades dos professores: pedagógicas, curriculares, pessoais e profissionais que influenciam as decisões dos professores tomadas na sala de aula. Recentemente, elaboramos e enriquecemos o design anterior a partir da introdução de uma resposta fictícia de um professor, além

das respostas (fictícias) falhas do estudante (Biza, *et al.* 2018; Zachariades, *et al.* 2013). Com esse design pretendemos explorar não apenas se o professor pode diagnosticar um erro matemático do estudante e quais são as suas intenções pedagógicas em resposta a esse erro, mas também como avaliam a abordagem pedagógica seguida por outro professor (fictício). A análise das respostas escritas a essa tarefa revelou uma grande variação nas competências dos professores no diagnóstico e no tratamento de questões de ensino. Descrevemos essa variação em termos de uma tipologia de quatro características inter-relacionadas: *consistência* entre crenças/conhecimentos e a prática intencionada, *especificidade* da resposta a uma dada situação de sala de aula, *reificação de discursos pedagógicos* e *reificação de discursos matemáticos* (Biza *et al.*, 2018).

Gestão da sala de aula

A motivação para este eixo veio da pesquisa e da observação baseada na prática sobre a interferência frequente da gestão de sala de aula no trabalho que visa a objetivos louváveis de aprendizagem matemática. (e.g. Biza, Joel & Nardi, 2015; Biza, Nardi & Joel, 2015).

As *Tarefas* que criamos para este eixo apresentam situações de sala de aula nas quais esse tipo de interferência prolifera, geralmente na forma de conflito entre estudantes ou entre estudantes e o professor. Por exemplo, em uma dessas *Tarefas*, a turma é convidada a resolver o problema: “Sabendo que $p=2,8$ e $c=1,2$, calcule a expressão: $3c^2+5p-3c(c-2)-4p$ ”. Dois estudantes alcançam o resultado (10) de maneiras diferentes: a Estudante A substitui os valores para p e c e realiza o cálculo; o Estudante B simplifica a expressão primeiro e, em seguida, substitui os valores para p e c . Quando a Estudante A reconhece sua dificuldade com a simplificação de expressões, o Estudante B replica ofensivamente (“você é grosseira”) e com desdém (“o que posso esperar de você?”). Ambas as soluções estão corretas e a abordagem do Estudante B demonstra, em particular, proficiência em importantes habilidades algébricas. Mas o comportamento do Estudante B é questionável. Professores de matemática foram convidados a escrever, e depois a discutir, como eles lidariam com essa situação em sala de aula. As repostas variam de acordo com o contexto educacional, mas, por exemplo, um uso dessa *Tarefa* com 21 futuros professores de matemática no Reino Unido (Biza, Nardi & Joel, 2015) revelou uma série de normas sociais e sociomatemáticas recomendáveis (Cobb e Yackel, 1996) que esses professores aspiram a estabelecer em sua sala de aula, tais como respeito pelos

pares, valor da discussão e aprendizagem matemática investigativa. No entanto, a análise das respostas revela que a oportunidade de envolver os estudantes com discussões metamatemáticas sobre o valor e a eficiência dos vários métodos de resolver um problema matemático em geral foi perdida, dado que as respostas se concentram principalmente em questões comportamentais ou dicotomias endossadas – por exemplo, compreensão instrumental vs relacional (Skemp, 1976) – e visões simplistas da aprendizagem matemática.

Inclusão

Desde 2014 um eixo do nosso programa tem se dedicado à educação inclusiva e às perspectivas dos professores sobre a aprendizagem matemática de alunos com deficiência (até agora, nossos estudos envolvem estudantes surdos, cegos e com síndrome de Down). Este eixo é chamado [CAPTeaM](#) (Challenging Ableist Perspectives on the Teaching of Mathematics – Desafiando as Perspectivas Discriminatórias no Ensino de Matemática) e é financiado pela British Academy.

Essa visão discriminatória considera indivíduos sãos como norma na sociedade e a deficiência como uma falha, uma desvantagem que deve ser superada. Na Educação, essas perspectivas resultam em exclusões institucional e pessoal de aprendizes com deficiência (*ableism*) e tem um efeito drástico nas abordagens do ensino (Nardi, Healy & Biza, 2015; Nardi, Healy, Biza & Fernandes, 2016, 2018). Nosso projeto investiga como tais perspectivas preconceituosas impactam o ensino da matemática, uma disciplina em que a percepção pública de habilidade como inata geralmente molda perspectivas e práticas pedagógicas.

Este eixo reúne a experiência de uma equipe de pesquisadores em educação matemática inclusiva com base no Brasil ([Rumo à Educação Matemática Inclusiva](#), REMI) com nossas abordagens de design de *Tarefas* (Biza *et al.*, 2007). Juntas, desenvolvemos e testamos *Tarefas* que convidam os professores a refletirem sobre os desafios do ensino de matemática em salas de aula inclusivas. As *Tarefas* neste eixo são de dois tipos. Nas *Tarefas* do Tipo I, um episódio de aprendizagem, que tipicamente envolve a contribuição matemática de um aprendiz deficiente, é inserido (em geral, esse vídeo é dos arquivos do REMI) com uma breve narrativa sobre uma sala de aula de matemática. Convidamos, então, os participantes (futuros professores e professores de matemática) a assumirem o papel do professor dessa turma e a avaliarem as interações dos estudantes com deficiência apresentados no vídeo –

primeiro individualmente, respondendo por escrito a um conjunto de perguntas e depois em uma discussão em grupo (que também gravamos em vídeo). Nas tarefas do Tipo II, que visam a provocar reflexões sobre como o acesso a diferentes meios mediadores molda a atividade matemática, os participantes trabalham em trios. Dois membros do grupo são convidados a resolver um problema matemático, privados, temporariamente e artificialmente, de um dos seus canais sensoriais ou de comunicação. O terceiro membro do grupo observa e registra as ações dos outros dois. Em seguida, é realizada uma discussão em grupo sobre suas experiências (Nardi et al., 2016, 2018).

Por exemplo, em uma das *Tarefas* do Tipo I (Nardi et al., 2016), os estudantes trabalham explorando como descreveriam uma pirâmide de base quadrada. André, que é cego e trabalha com sólidos 3D, oferece uma descrição (vista pelos participantes em um vídeo) em torno da ideia de uma pirâmide quadrada sendo construída de quadrados encolhendo gradualmente até um ponto no topo. A abordagem de André difere substancialmente da abordagem de “contagem de faces, arestas e vértices” encontrada em muitos livros didáticos e o professor se depara com o enigma do que fazer a seguir. As repostas variam de acordo com o contexto educacional, por exemplo, o uso dessa *Tarefa* com 81 participantes no Reino Unido e no Brasil (ibid.) indica que os professores, enquanto veem valor matemático na proposição de André, também tendem a priorizar a mudança da perspectiva de André para a definição de livro didático de uma pirâmide de base quadrada (faces, arestas e vértices) e uma descrição de uma pirâmide de base quadrada como uma composição de formas fixas (quatro triângulos e um quadrado).

Em uma das *Tarefas* de Tipo II, trios de participantes são convidados a assumir os seguintes papéis: um participante, que não podia falar (o professor), tem que comunicar um problema matemático a um participante, que não pode ver (o estudante). Depois ambos tem que trabalhar na solução de um problema. O terceiro participante observa o trabalho deles. Análise de dados da aplicação desta *Tarefa* no Reino Unido e no Brasil (Nardi et al., 2018) indica que pelo menos duas mudanças de discurso ocorrem durante o envolvimento dos professores com essas *Tarefas*, ambas relacionadas a dois temas rotulados em nossa análise como *sintonização* e *ressignificação*. Os sentimentos iniciais de desamparo e de frustração evoluem para entusiasmo, prazer e surpresa com o sucesso em resolver o problema matemático – que, em geral, os participantes conseguem resolver. Engajar professores com esse

tipo de *Tarefa* possibilita essas mudanças. Nossa análise também indica que, no processo de estabelecer novas formas de se comunicar matematicamente – a necessidade emergente da privação temporária de acesso à audição ou à visão de alguns membros do grupo – os participantes redefinem os papéis tradicionalmente associados ao professor e ao estudante e encontram um novo equilíbrio em que as necessidades de cada membro do grupo são tratadas como igualmente importantes.

Tecnologia digital e outros recursos

Neste eixo, nos concentramos em recursos e tecnologia digital no ensino e na aprendizagem de matemática. Especificamente, criamos *Tarefas* que convidam os professores a refletirem e discutirem sobre situações de sala de aula nas quais professores e estudantes usam *software* educacional (por exemplo, Geometria Dinâmica, Sistemas de Computação Algébrica, etc.) e recursos *on-line* ou outros (por exemplo, motores de busca, *e-books*, livros didáticos, papel e lápis, etc.) para introduzir um tópico matemático ou para resolver um problema. Essas *Tarefas* discutem uma série de maneiras de abordar a matemática – visualmente, simbolicamente ou em palavras – e conexões potenciais entre essas diferentes maneiras. Elas também visam a abordar questões como potencialidades e limitações de tecnologias digitais e conflitos entre diferentes formas de comunicar-se matematicamente. O design dessas *Tarefas* baseia-se na literatura de pesquisa e na prática de ensino (e.g. Giraldo, Gaetano & Mattos, 2013). Recentemente, as *Tarefas* também são inspiradas nas observações da sala de aula realizadas para o projeto de doutorado em andamento da integrante da equipe Lina Kayali (Kayali & Biza, 2017, 2018).

Eixos Emergentes

Outra direção do MathTASK está focada na criação pelos professor de suas próprias tarefas e está em ressonância com trabalhos como os de Zazkis, Sinclair e Liljedahl (2013) nas quais professores criam o que esse autores chamam de “*lesson plays*”. Começamos a trabalhar nessa direção em 2014 quando convidamos futuros professores a escreverem breves episódios de ensino/aprendizagem a partir de suas próprias experiências escolares durante os primeiros meses do estágio. Reunimos 12 episódios, agrupados tematicamente, e convidamos *trainees* para discutirem em grupos esses episódios, produzirem cartazes dos principais pontos da discussão e depois compartilharem esses pontos com todo o grupo. Os *trainees* levantaram questões intimamente associadas com o ensino e a aprendizagem de matemática – tais como equívocos dos estudantes, compreensões instrumental e relacional na sala de aula de matemática – assim como questões tidas como mais genéricas – como gestão de sala de aula, envolvimento dos estudantes e a relação de futuros professores com professores mais experientes. As discussões em grupo e em aula foram gravadas e transcritas. Mais tarde, discutimos esses episódios de sala de aula com professores em serviço. Vemos a escrita desses episódios como oportunidades para a reflexão dos professores sobre sua prática. Além disso, vemos os benefícios

da colaboração entre pesquisadores e professores na análise desses episódios tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento profissional.

Inspiradas por várias narrativas sobre a gestão da sala de aula dos *trainees* – e com o apoio do Prêmio Ian Hunter 2015-2016 na UEA – criamos uma equipe composta por professores de matemática do Ensino Médio (recém-formados e experientes), pesquisadores em educação matemática (professores e doutorandos) e professores de matemática para explorar como alcançar o equilíbrio entre a criação de oportunidades para o pensamento matemático de alta qualidade e o atendimento à gestão de sala de aula e a questão de comportamento.

A equipe desenvolveu e implementou Tarefas que oferecem oportunidade para explorar o que impulsiona e o que impele o alcance desse equilíbrio. Como um instrumento nessa discussão, implantamos a escala de 10 pontos de Terry Haydn sobre a atmosfera de trabalho na sala de aula (Haydn, 2012), uma construção que não foi planejada especificamente para a sala de aula de matemática, mas tem sido usada mais geralmente em programas de formação de professores. Os resultados desse trabalho (Biza et al., 2016) incluem sessões de desenvolvimento profissional para professores de matemática em que os professores são convidados a refletirem sobre suas experiências em sala de aula e a darem exemplos de situações em sala de aula usando a linguagem da escala de Haydn.

Referências

- Biza, I., Nardi, E., & Joel, G. (2015). Balancing classroom management with mathematical learning: Using practice-based task design in mathematics teacher education. *Mathematics Teacher Education and Development*, 17(2), 182-198.
- Biza, I., Joel, G., & Nardi, E. (2015). Transforming trainees' aspirational thinking into solid practice. *Mathematics Teaching*, 246, 36-40.
- Biza, I., Nardi, E., Thoma, A., Kayali, L., Cook, T., Hughes, E., Wolsey, R., Joel, G., & Jagdev, M. (2016). Working atmosphere in the secondary mathematics classroom: When things do not work according to the lesson plan. In G. Adams (Ed.). *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics* 36(2), 7-12.
- Biza, I., Nardi, E., & Zachariades, T. (2007). Using tasks to explore teacher knowledge in situation-specific contexts. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 301-309
- Biza, I., Nardi, E., & Zachariades, T. (2009). Teacher beliefs and the didactic contract on visualization. *For the Learning of Mathematics*, 29(3), 31-36.
- Biza, I., Nardi, E., & Zachariades, T. (2014). Utilizando tarefas de situação específica para explorar o conhecimento matemático e as crenças pedagógicas: Exemplos de Álgebra e Análise [Using situation-specific tasks to explore teacher mathematical knowledge and pedagogical beliefs: Examples from Algebra and Analysis]. In T. Rogue & V. Giraldo (Eds.), *O saber do professor de matemática: ultrapassando a dicotomia entre didática e conteúdo* (pp. 329-378). Rio de Janeiro, Brazil: Editora Ciência Moderna Ltda.
- Biza, I., Nardi, E., & Zachariades, T. (2018). Competences of mathematics teachers in diagnosing teaching situations and offering feedback to students: Specificity, consistency and reification of pedagogical and mathematical discourses. In T. Leuders, J. Leuders, & K. Philipp (Eds.), *Diagnostic Competence of Mathematics Teachers. Unpacking a complex construct in teacher education and teacher practice*, (pp. 55-78). New York: Springer.
- Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research. *Educational Psychologist*, 31(3/4), 175-190.
- Giraldo, V., Caetano, P., & Mattos, F. (2013). *Recursos Computacionais no Ensino de Matemática*. Rio de Janeiro, Brazil: SBM.
- Haydn, T. (2012). *Managing pupil behaviour: working to improve classroom climate*. London: Routledge.

- Herbst, P., & Chazan, D. (2003). Exploring the practical rationality of mathematics teaching through conversations about videotaped episodes: The case of engaging students in proving. *For the Learning of Mathematics*, 23(1), 2–14.
- Kayali, L., & Biza, I. (2017). “One of the beauties of Autograph is ... that you don’t really have to think”: Integration of resources in mathematics teaching. In T. Dooley & G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the 10th Conference of European Research in Mathematics Education (CERME)* (pp. 2405-2413). Dublin, Ireland.
- Kayali, L., & Biza, I. (2018). Micro-evolution of documentational work in the teaching of the volume of revolution. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)* (Vol. 3, pp. 195-202). Umeå, Sweden: PME.
- Kersting, N. (2008). Using video clips of mathematics classroom instruction as item prompts to measure teachers’ knowledge of teaching mathematics. *Educational and Psychological Measurement*, 68(5), 845–861.
- Markovits, Z., & Smith, M.S. (2008). Cases as tools in mathematics teacher education. In D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education: Volume 2, Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 3965). Rotterdam: Sense Publishers.
- Nardi, E., Biza, I. & Zachariades, T. (2012). Warrant’ revisited: Integrating mathematics teachers’ pedagogical and epistemological considerations into Toulmin’s model of argumentation. *Educational Studies in Mathematics*, 79(2), 157-173.
- Nardi, E., Healy, L., & Biza, I. (2015). The CAPTeaM Project (Challenging Ableist Perspectives on the Teaching of Mathematics): A preliminary report. *Proceedings of the British Society for Research into the Learning of Mathematics*, 35(2), 52-57.
- Nardi, E., Healy, L., Biza, I., & Hassan Ahmad Ali Fernandes, S. (2016). Challenging ableist perspectives on the teaching of mathematics through situation-specific tasks. In Editors TBC (Eds.). *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)* (Vol. 3, pp. 347-354). Szeged, Hungary: PME.
- Nardi, E., Healy, L., Biza, I., & Fernandes, S.H.A.A. (2018). ‘Feeling’ the mathematics of disabled learners: Supporting teachers towards attuning and resignifying in inclusive mathematics classrooms. In R. Hunter, M. Civil, B. Herbel-Eisenmann, N. Planas, & D. Wagner (Eds.), *Mathematical discourse that breaks barriers and creates space for marginalized learners*, (pp. 147-170). SENSE Publications.
- Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.
- Speer, M.N. (2005). Issues of methods and theory in the study of mathematics teachers’ professed and attributed beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 58(3), 361–391.
- Zachariades, T., Nardi, E., & Biza, I. (2013). Using multi-stage tasks in mathematics education: Raising awareness, revealing intended practice. In A.M. Lindmeier & A. Heinze (Eds.). *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)* (Vol. 4, pp. 417-424). Kiel, Germany: PME.
- Zazkis, R., Sinclair, N. & Liljedahl, P. (2013). Lesson play in mathematics education: A tool for research and professional development. New-York: Springer.