

## LETRAMENTO MATEMÁTICO: DESENVOLVENDO AS PRÁTICAS COLABORATIVAS, MATEMÁTICAS, E DISCURSIVAS COM TECNOLOGIA

*Arthur B. Powell*  
Rutgers University  
powellab@rutgers.edu

*Loretta Grisi-Dicker*  
Rutgers University  
loretta.dicker@live.com

*Muteb Alqahtani*  
Rutgers University  
qmuteb@gmail.com

### **Resumo:**

O letramento matemático é indispensável para um cidadão ser responsável e comprometido na sociedade. O letramento matemático inclui três práticas essenciais: colaborativas, discursivas, e matemáticas. Usando os dados de um curso de formação continuada, investigamos perspectivas de professores secundários sobre mudanças em suas práticas discursivas ao compararem a primeira e a última parte do curso. Os participantes interagiram em um ambiente colaborativo online, conhecido como *Virtual Math Teams with GeoGebra* (VMTwG), com foco em práticas discursivas, matemáticas e colaborativas. A partir de uma perspectiva sociocultural, acreditamos que os professores desenvolvem gradualmente seu conhecimento do conteúdo tecnológico pedagógico, interagindo discursivamente em equipes. Usando a análise de conteúdo convencional, investigamos as mudanças nas práticas do ponto de vista dos professores. Nossos resultados mostram que eles perceberam que suas práticas discursivas diferiram importantemente de suas práticas da primeira parte do curso.

**Palavras-chave:** Letramento Matemático; Práticas Colaborativas, Discursivas e Matemáticas; Tecnologia; GeoGebra; Formação Continuada.

### **1. Introdução**

O letramento matemático é essencial para o exercício da cidadania de modo responsável e comprometida no século 21. Nos Estados Unidos, educadores matemáticos com perspectivas politicamente críticas têm obtido conquistas no letramento matemático como, por exemplo, a luta pelos direitos civis dos negros (MARTIN, D. B., 2006; MOSES; COBB, 2001) e têm defendido uma forma de letramento matemático que equipe os alunos atuar perante as relações de poder (FRANKENSTEIN, 1998; FRANKENSTEIN; POWELL, 1994), bem como têm argumentado que o letramento informático é uma ferramenta essencial para os adultos da classe trabalhadora (POWELL; VARDEN, 1984). A partir de uma

perspectiva diferente, letramento matemático é defendido por organizações internacionais como a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD).

A *Expert Group for Mathematics* da *Programme for International Student Assessment* (PISA) da OECD define o ‘letramento matemático’ amplamente:

Letramento matemático é a capacidade de um indivíduo de identificar e compreender o papel que a matemática desempenha no mundo, de fazer julgamentos bem fundamentados e de se envolver com a matemática de uma forma que atenda as necessidades da vida atual e futura do indivíduo como um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo. (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 1999 apud DE LANGE, 2006, p. 34, tradução nossa)

Recentemente, o PISA da OECD atualizou essa definição da seguinte maneira:

Letramento matemático é a capacidade de um indivíduo de formular, empregar e interpretar a matemática em uma variedade de contextos. Isto inclui raciocinar matematicamente e usar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever um fenômeno. Isto ajuda os indivíduos a reconhecer o papel que a matemática desempenha no mundo e de fazer bons julgamentos e decisões que um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo precisa. (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2012, p. 25, tradução nossa)

É interessante notar que a nova definição reconhece um papel para as ferramentas físicas e digitais e indica três conjuntos de processos (OECD, 2012, p. 28, tradução nossa):

- Formular situações matematicamente;
- Empregar conceitos, fatos, procedimentos e raciocínios matemáticos, e;
- Interpretar, aplicar e avaliar resultados matemáticos.

Embora esses processos tenham sido adicionados à visão da OECD do que significa fazer matemática, faltam elementos que são predominantes e essenciais na forma como as pessoas no presente século se envolvem com a matemática no forma de “analistas simbólicos”, tais como economistas, engenheiros e planejadores estratégicos (CASTELLS, 2000). Expandindo a noção de matemática da OECD e não muito diferente da perspectiva de três dimensões de D'Ambrosio. (D'AMBROSIO, 1999), nós vemos letramento matemático para o século 21 como uma multidimensão de práticas que inclui as seguintes: colaborativas, discursiva e matemáticas. Letramento matemático também contém dimensões de práticas políticas, ações que apoiam ou desafiam o *status quo* socioeconômico e cultural de uma sociedade. Neste artigo, vamos nos concentrar nessas três práticas: colaborativas, discursiva e matemáticas, e como elas podem ser melhoradas através do uso adequado das tecnologias da *Web 2.0*.

Nosso interesse é investigar mudanças nas práticas discursivas dos professores ao aprender com a tecnologia em um ambiente colaborativo online, buscando evidências de diferenças nas suas práticas discursivas resultantes da participação de professores em um curso online que visa o uso de um software de matemática dinâmica para interações discursivas, com colaboração em pequenas equipes para resolver problemas de matemática. O ambiente virtual de aprendizagem em que o curso ocorreu é *Virtual Math Teams with GeoGebra* (VMTwG), um produto de um projeto de pesquisa colaborativa entre pesquisadores da Drexel University e da Rutgers University. O ambiente contém salas de *chat* com ferramentas de colaboração para explorações matemáticas, incluindo uma versão dinâmica multiusuária do GeoGebra. Nós reportamos e analisamos perspectivas dos professores sobre mudanças em suas práticas discursivas, com base em uma análise de suas reflexões assíncronas e de seus *chats* síncronos, guiados por esta questão de pesquisa: Quais são as perspectivas dos professores sobre as diferenças em suas práticas colaborativas, discursiva e matemáticas de sessões anteriores on-line para uma sessão na segunda metade do curso de desenvolvimento profissional?

## 2. Quadro Conceitual

O foco do nosso quadro conceitual é práticas discursivas. Nossa perspectiva é que as práticas discursivas envolvam usos da linguagem natural e simbólica para alcançar uma realização. Matemática e colaboração são formas particulares de práticas discursivas em que ocorrem e são moldadas em linguagem natural e simbólica. A partir de uma perspectiva sociocultural, acreditamos que as práticas discursivas são aprendidas socialmente, como parte das interações entre as pessoas, e que o conhecimento é uma conquista evolutiva da construção de significados interpessoais. Vemos aprendizagem matemática como um processo discursivo e participativo (SFARD, 2001;2008) e acreditamos que, em ambientes de aprendizagem, normas podem ser estabelecidas para gerar um discurso matemático produtivo e responsável (MICHAELS; O'CONNOR; RESNICK, 2007; RESNICK; MICHAELS; O'CONNOR, 2010). Além disso, com base na noção vygotskiana da zona de desenvolvimento proximal, tanto presencialmente como em ambientes de aprendizagem colaborativa, um grupo de pares tem a capacidade de desenvolver novos conhecimentos que excede as capacidades que teriam individualmente (MARTIN, L.; TOWERS; PIRIE, 2006; POWELL, 2006; STAHL, 2008).

A resolução colaborativa de problemas em equipes pequenas é uma construção interativa de significados. A interação discursiva possibilita criação de objetos matemáticos e, por sua vez, estes objetos formam e evoluem o discurso. Além disso, as interações discursivas da equipe fornecem reflexões sobre as relações entre os objetos e as dinâmicas entre as relações, bem como o raciocínio e a resolução heurística de problemas. O trabalho interativo deixa a equipe com ferramentas para colaboração futura (POWELL; LAI, 2009). Como os registros são públicos e permanentes, os membros da equipe podem acompanhar suas próprias realizações matemáticas, bem como as de outros, observando e refletindo sobre o desenvolvimento do conhecimento de seus colegas, sobre a colaboração matemática bem-sucedida, e sobre a evolução do discurso (SILVERMAN, 2011).

A respeito do desenvolvimento profissional de professores em tecnologia, a literatura indica que os professores levam muito tempo para se familiarizarem com ambientes de matemática dinâmica (LABORDE, 2007). Mishra e Koehler (2006) argumentam que o uso de tecnologia no ensino requer um tipo específico de conhecimento que os professores precisam adquirir, chamado de *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK) [conhecimento do conteúdo tecnológico pedagógico]. Este conhecimento é a integração de conteúdo e conhecimento pedagógico e tecnológico que os professores utilizam para ensinar de forma eficaz usando a tecnologia. Adquirir TPCK ajuda os professores a criarem representações adequadas de conceitos com tecnologia e a estarem ciente das dificuldades epistemológicas que os alunos enfrentam.

### 3. Métodos

Este relato é baseado em quatro componentes de um projeto maior, *Computer-Supported Math Discourse Among Teachers and Students* (Discurso Matemático Suportado por Computador entre Professores e Alunos), uma colaboração entre pesquisadores da Drexel University e Rutgers University.\* O primeiro componente é um discurso modelo para aprendizagem profissional consistente com o modelo de TPCK. Os segundo, terceiro e quarto componentes são análises da mudança de perspectivas dos professores em suas práticas discursivas na sétima semana do curso em comparação com a primeira parte curso, conforme registrado em documentos descritos abaixo.

No curso de aprendizagem profissional online, 32 professores do ensino fundamental de matemática, divididos em equipes de quatro integrantes em VMTwG, possuem na sala de

*chat*, um painel de bate-papo, uma aba para resumos, e uma aba para GeoGebra na qual os membros da equipe podem definir objetos dinâmicos e arrastar seus elementos base pela tela.

O curso tem 11 semanas de duração e possui seis módulos. Exceto o primeiro e o último, cada módulo tem a duração de duas semanas e envolve professores em um ciclo de atividades, que consiste de dois pares de interações assíncronas e síncronas. No primeiro ciclo, os membros da equipe fazem uma atividade no GeoGebra individualmente em sua própria aba no VMTwG e postam as suas observações e dúvidas em um fórum de discussão assíncrono. A equipe, então, se encontra de forma síncrona e os membros conversam sobre suas observações e dúvidas. Nesta sessão síncrona, a equipe também colabora para resolver um problema matemático aberto no GeoGebra, guiados por instruções para discutir as ideias matemáticas nas quais estão envolvidos. Os membros da equipe se revezam para realizar essas atividades e para explicar as razões para as suas ações no GeoGebra. Cada membro da equipe é responsável por toda a equipe, assegurando que cada membro é capaz de realizar cada tarefa. Os membros da equipe refletem sobre: a sua própria experiência; como sua experiência se relaciona com leituras indicadas, tais como os parâmetros nacionais dos Estados Unidos, chamados *Common Core State Standard Mathematical Practices* (COMMON CORE STATE STANDARDS INITIATIVE, 2010); e o conceito sobre *Accountable Talk* [fala responsável] (MICHAELS et al., 2007); como eles vão estruturar uma atividade similar para seus alunos; e comentam sobre as reflexões uns dos outros. Finalmente, os membros da equipe refletirem sobre os registros da semana anterior à atividade síncrona, registrados no VMTwG, para identificar discursos bem sucedidos e discursos que poderiam ter prejudicado o progresso, postando suas reflexões no fórum de discussão assíncrono. Em uma sessão final síncrona, a equipe discute as reflexões interessantes de suas práticas discursivas. Cada módulo do curso repete este ciclo.

Esses ciclos de resolução de problemas seguidos de discussão, análise e reflexão, em pequenas equipes, foram projetados para incentivar os professores no sentido de facilitar a transição do fazer matemática e do apoio mútuo no desenvolvimento matemático para a síntese e a reflexão sobre as ideias matemáticas significativas que transcendem soluções particulares ou métodos de solução (Silverman, 2011). Estes ciclos integram o TPCK e envolvem os professores na resolução de problemas autênticos com a tecnologia (LEE; HOLLEBRANDS, 2008; MISHRA; KOEHLER, 2006).

Para investigar mudanças de perspectivas dos professores em suas práticas discursivas na sétima semana do curso em comparação com a primeira parte do curso, foram analisados o segundo componente de nossos dados, as individuais reflexões assíncronas dos professores sobre as atividades em grupo da semana anterior; o terceiro componente, segmentos do *chat* anterior que os professores escolheram como evidência para apoiar suas declarações; e o quarto componente, a discussão síncrona da equipe de cada uma dessas reflexões e evidências. Para cada uma das nove equipes compostas de dois a quatro professores, um documento foi criado contendo reflexões e evidências de cada membro da equipe e o *chat* da discussão síncrona da equipe sobre essas reflexões. Para cada equipe, isso combina os segundo, terceiro e quarto componentes de dados.

Para analisar estes dados, utilizamos a análise convencional de conteúdo (BERG; LUNE, 2012; DE WEVER et al., 2006; HSIEH; SHANNON, 2005), uma vez que buscou compreender como professores descrevem e fornecem evidências de mudanças em suas práticas discursivas na resolução de problemas com a tecnologia de forma colaborativa, em um ambiente online com pequenas equipes. Visto que a literatura ou teoria existentes sobre a nossa investigação é limitada, esta abordagem analítica é indicada (DE WEVER et al., 2006; HSIEH; SHANNON, 2005). Evitamos códigos, categorias e temas preconcebidos e, em vez disso, permitimos que estes emergissem dos dados, utilizando o seguinte procedimento: depois de construída uma questão de pesquisa orientadora, familiarizamo-nos com os dados de cada equipe; destacamos palavras-chave; escrevemos memorandos analíticos, com base nas palavras-chave; criamos códigos e os definimos, usando palavras dos professores; e identificamos exemplos para cada código. Em seguida, organizamos os códigos relacionados em categorias e categorias em temas e criamos um diagrama de árvore para organizar os temas, categorias e códigos numa estrutura hierárquica. Dois codificadores analisaram os dados de uma equipe até que a confiabilidade entre os códigos fosse mais de 70 por cento, considerada confiável (DE WEVER et al., 2006). Em seguida, os códigos e as categorias foram enviados a partir de um arquivo do Excel para o *software* Dedoose\* e os codificadores dividiram as restantes oito equipes para análise dentro do Dedoose, identificando exemplares de códigos que eram diferentes dos anteriormente codificados ou identificando novos códigos emergentes. Nós comparamos o nosso trabalho e modificamos o diagrama de árvore dentro Dedoose para conter os novos códigos. Na próxima seção, apresentamos os resultados de

---

\* <http://www.dedoose.com>

nossa análise com base nos temas e categorias do nosso diagrama de árvore, e em seguida, a discussão de nossos resultados.

#### 4. Resultados

Guiados por nossa pergunta de pesquisa—quais são as perspectivas de professores sobre as diferenças em suas práticas discursivas, colaborativas e matemáticas das sessões VMTwG anteriores para uma sessão na segunda metade do curso de formação continuada?—os dados das nove equipes mostraram uma ampla gama de diferenças a partir das perspectivas dos professores. A análise destes dados indicaram mudanças em suas práticas em cada uma das três principais áreas—discursivas, colaborativas e matemática—das anteriores sessões VMTwG para uma sessão na segunda metade do curso. A seguir, discutimos as principais mudanças em cada área.

##### 4.1 Práticas Discursivas

Na sétima semana em do curso, os 32 professores indicaram mudanças importantes em suas práticas discursivas. Em geral, eles acreditavam que o seu discurso matemático tornou-se mais produtivo, como escreveu um professor: “Ao analisar nossos registros antigos e discutir o que fizemos bem e como podemos melhorar, temos melhorado em ter uma conversa matemática produtiva.” Os professores relataram importante melhorias em sua *Accountable Talk*, referindo-se à questões específicas como evidências de mudança, como estes dois exemplos: “Eu também notei a implementação de dicas do artigo sobre *Accountable Talk*, quando dizemos ‘Eu ainda não ouvi de você o que você pensa sobre’ ou ‘alguém tem mais alguma coisa a acrescentar’ e ‘Queremos que todos estejam envolvidos. Se alguém está em silêncio por muito tempo, tentamos descobrir o porquê.’” Eles se certificavam que todos haviam entendido antes de continuar, oferecendo ou pedindo o controle do GeoGebra: “Nesta parte do *chat*, um membro da equipe tomou o controle para realmente compreender o movimento do figura.” Os professores utilizaram estes exemplos como evidências da sua responsabilidade melhorada para o outro.

A *Accountable Talk* era uma prática comunicativa que causou mudanças, e os professores relataram mudanças substanciais em outras práticas de comunicação. A maioria na qualidade de suas perguntas. Um professor disse: “Nós estamos cada vez melhor em fazer perguntas uns aos outros.” Eles perceberam que se questionavam mais nas sessões finais.

Além disso, professores notaram mudanças no modo como escutam, respondem, e explicam. Um professor disse: “Eu escolhi o seguinte segmento porque mostra como temos melhorado em explicar melhor as coisas antes de fazê-las, fazer mais perguntas e respondê-las melhor.” Eles chegaram à conclusão de que é importante que o membro da equipe que está construindo um objeto na aba GeoGebra (chamado controlador) explique o que ele ou ela está fazendo. Nas primeiras sessões, o controlador iria usar a aba GeoGebra e os outros geralmente não seriam capazes de acompanhar exatamente o que estava a ser construído e o porquê. Um professor forneceu evidências disso dizendo:

Nesta parte de nossa sessão VMT, Dave é o controlador e está no processo de elaboração de um quadrado. Ele faz um grande trabalho de “falar” sobre a sua construção e o porquê ele está fazendo certas coisas na aba GeoGebra. Ele também é muito responsável quanto às nossas perguntas e ele esclarece quando Dan e eu não entendemos ou pedimos mais informações. A diferença é enorme em comparação com nossas primeiras sessões VMT, pois lutávamos para nos comunicarmos e não conseguíamos realmente ver o que o controlador do GeoGebra estava fazendo durante as construções. Isso mostra não só a compreensão de Dave sobre a matemática utilizada na construção, mas também a colaboração envolvida na atividade.

Professores reconheceram melhoria em suas práticas comunicativas e a importância de explicar e justificar as suas construções no GeoGebra.

#### 4.2 Práticas Matemáticas

Para clarificar as descrições dos professores de mudanças em suas práticas discursivas, apresentamos separadamente as mudanças em suas práticas matemáticas e colaborativas. Os professores identificaram diferenças em suas práticas matemáticas em vários níveis. Eles identificaram sequências de registros de *chat* de sua equipe a partir da sexta semana que demonstrou estar de acordo com os parâmetros nacionais da prática matemática dos Estados Unidos (*Common Core State Standards Mathematical Practices*), tais como “Isto está de acordo com a ‘conjectura original’ de outra seção que fala sobre a perseverança (MP1)”, onde MP1 refere-se às *Mathematical Practices* 1: Entenda o problema e persevere em resolvê-lo. Os professores descobriram novas relações matemáticas. Um exemplo disso é o resultado da manipulação do GeoGebra de modo colaborativo, conforme indicado a seguir:

Esta é a primeira sessão em que percebemos (como equipe) que podemos criar um quadrado utilizando as ferramentas Segmento de Linha e Rotação. Além disso, na linha 220 Morgan diz: “Quando mudamos a escala, ambas as dimensões são multiplicados por esse número específico. Devido a isso, a área muda pelo quadrado do fator de escala”. ... Eu percebi que eu nunca tinha reconhecido esta relação antes. Morgan também nunca percebeu isso.



Acho que este é um grande exemplo de colaboração matemática porque nós realmente aprendemos alguma coisa com o outro.

Outra prática matemática que os professores reconheceram em suas interações discursivas foi o uso de diferentes representações no GeoGebra. Um professor afirmou: “Nós também usamos diferentes representações para explorar a ideia, usando as palavras e diagramas para esclarecer o pensamento que estava sendo desenvolvido.” Suas interações no VMTwG ao longo das sete semanas do curso rendeu mudanças em suas práticas matemáticas.

### 4.3 Práticas colaborativas

Os professores não só notaram mudanças em suas práticas matemáticas, mas também muitas diferenças em suas práticas colaborativas. Um professor descreveu como abordaram os problemas que tinham:

Quando começamos nossa sessão síncrona colaborativa em grupo, havia uma longa pausa enquanto o controlador do GeoGebra criava o objeto. Uma vez que o objeto foi criado a próxima pessoa fazia a sua parte. Houve pouca ou nenhuma explicação sobre como a forma foi criada, então, a menos que você fosse o controlador, você não sabia como criar o objeto. Por outro lado, neste segmento, Marie perguntou: “como é que você construiu o quadrado?”

Os professores observaram outras mudanças na sétima semana do curso, em comparação com *chats* anteriores. Estas alterações incluem: crescer como uma equipe, todos contribuírem para o trabalho da equipe, membros perguntando se alguém tem algo a acrescentar, tentar diferentes abordagens, discutir e chegar a acordos sobre a estratégia da equipe ao resolver problemas antes de começar manipulações no GeoGebra. Um professor disse: “Eu acho que nós, como uma equipe, tornamo-nos mais produtivos em nossas tarefas semanais por causa dessa comunicação e colaboração.” Eles encorajavam um companheiro frustrado, como outros professores disseram: “Através de sugestões e encorajamentos, Pasquale não desistiu. ... Foi através da nossa colaboração e trabalho em conjunto que temos Pasquale conosco, e isso promoveu a atividade.” Estes são exemplos de mudanças afetivas relatadas pelos professores.

Os professores foram convidados a identificar um caso em que todos em sua equipe contribuíram para o processo de resolução de problemas, referindo-se a uma leitura indicada sobre as etapas da resolução de problemas. Muitos professores identificaram essas etapas no trabalho da equipe. A seguinte observação de um professor exemplifica isso:

Este é um exemplo em que todos trabalharam em conjunto para resolver um problema. Estávamos falando sobre porque a razão entre a área e o comprimento do quadrado é sempre igual ao comprimento do lado do quadrado. Fizemos os passos de Stahl para resolução de problemas, mas não necessariamente na mesma ordem. Seguimos a frente com o trabalho e, em seguida, voltamos para entender e depois tentamos de novo. Em certo momento, Jade se adiantou em encontrar a equação antes de termos identificado o padrão. Eu acho que isso é devido à familiaridade que nós, professores de matemática, temos com este conceito. Foi bom, mas foi difícil voltar atrás para pensar mais profundamente sobre o que estava envolvido na fórmula memorizada.

Este professor identificou os passos de Stahl (2011) para a resolução de problemas no trabalho da equipe como sendo diretrizes flexíveis para abordar a resolução de problemas.

Outro professor respondeu que o processo da equipe foi feito pedagogicamente:

Acho que este foi um grande passo, porque em vez de uma pessoa construir e explicar enquanto o outro questionava os passos, nós discutimos a matemática por trás das construções, por que o que foi feito funcionava, e como poderíamos ter melhores discussões com os nossos alunos.

Os professores observaram que é importante discutir o raciocínio matemático durante a resolução de problemas e pensar em maneiras de estender essa discussão para suas salas de aula.

Na sessão síncrona, assim como discutiram suas perspectivas de mudanças, os professores também discutiram como, naquele ponto do curso, eles estavam aplicando o que aprenderam. Eles tornaram-se mais atentos às mensagens de cada um no *chat* e muitas vezes retornavam às mensagens anteriores para ler perguntas que foram postadas que poderiam ter perdido enquanto trabalhavam na aba GeoGebra.

Eu acho que nós todos nos tornamos mais conscientes no *chat*, e agora olhamos frequentemente para mensagens que ficaram para trás, e nos esforçamos para manter a conversa enquanto estamos trabalhando, e eu acho que estamos lendo mais do que a última linha digitada e pegando mais perguntas, mesmo quando outras perguntas foram feitas antes de uma resposta ter sido dada.

Eles viram benefícios para a característica de estar mais atento às mensagens do *chat*. Eles também relataram mudanças no seu uso de vocabulário matemático e incentivaram melhorias semelhantes em seus alunos: “Eu acho que estou realmente aplicando o vocabulário matemático de forma mais adequada do que nunca! E eu acho que isso realmente ajuda as crianças a compreender os tópicos de modo mais completo”. Os professores também relataram que seguiram mais de perto as instruções das atividades no VMTwG, respondendo às solicitações com melhores observações e com compreensão mais profunda. Eles relataram mudanças similares em sua prática docente, permitindo aos seus alunos mais tempo para refletir, como demonstrado nestes dois trechos: “Eu percebo que estou pensando muito mais com meus alunos. Faço pausas de modo mais frequente e eu estou tentando incentivar as crianças a fazer o mesmo” e “eu tento dar aos meus alunos mais tempo de espera do que eu fazia quando apenas explicava a solução.” Os professores relataram que eles já começaram a aplicar o que aprenderam em sala de aula.

O exemplo a seguir nos lembra de que os professores utilizaram os registros do *chat* como evidências para verificar suas percepções. Este professor reconhece que o registro no *chat* não apoiou sua percepção de como ele trabalhava com os companheiros:

Como que me colocando à parte, eu me avaliei ao ler nosso diálogo. Percebi que sou muito impetuoso e controlador. É um desafio para mim trabalhar em grupos. ... Eu não me senti assim durante a sessão, mas olhando o registro foi diferente.

Este professor foi surpreendido com o seu próprio trabalho, e reconheceu que sua percepção era imprecisa. Os registros do *chat* foram a principal fonte de apoio para as perspectivas dos professores sobre suas mudanças.

Os professores reconheceram diferenças importantes nas suas práticas nas sessões finais do VMTwG em comparação com as sessões iniciais, incluindo melhorias em suas práticas discursivas, matemáticas e colaborativas.

## 5. Discussão

Nossa pesquisa pretende contribuir para a literatura que trata das perspectivas de professores sobre mudanças em suas práticas discursivas. Em nosso trabalho, os professores participaram de um curso que foca o discurso e aprenderam tecnologia de ponta ao se engajarem colaborativamente na resolução de problemas de matemática desafiadores. Nossa análise indica que os professores reconheceram mudanças em suas práticas matemáticas, colaborativas e discursivas. À medida que essas mudanças ocorreram em linguagem natural e simbólica, os avanços descritos por eles foram evoluções em seus discursos.

Uma implicação de nosso estudo refere-se à quantidade de tempo que os professores necessitam para aprender com um suporte computacional de aprendizagem colaborativa e para usar um *software* de matemática dinâmica. Alguns pesquisadores indicam que os professores levam muito tempo para se familiarizarem com ambientes desse tipo (LABORDE, 2007). No entanto, no ambiente que usamos (VMTwG) no curso, eles não levaram muito tempo. Além disso, o curso apoiou o envolvimento dos professores com o TPCK. Uma vantagem observada pelos professores foi a característica persistente de suas interações discursivas nas mensagens de *chat*, que contrasta com a natureza efêmera do discurso da sala de aula.

O primeiro grupo de professores participará de um segundo curso em que eles vão aplicar o que aprenderam utilizando VMTwG com seus alunos. Vamos analisar essa

implementação e os registros de *chat* de seus alunos para entender como os professores estruturaram e orientaram a colaboração e o discurso de seus alunos.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho é baseado em uma pesquisa apoiada pela National Science Foundation (NSF), do programa DRK-12, sob a bolsa DRL-1118888. As conclusões e opiniões relatadas aqui são de responsabilidade do autor e não refletem necessariamente a opinião da NSF.

Agradecemos a Denival Biotto Filho, doutorando da UNESP no Estágio de Doutorado Sanduíche no Exterior na nossa universidade, por sua ajuda na tradução de nosso trabalho do inglês para o português.

## 7. Referências

- BERG, B. L.; LUNE, H. An introduction to content analysis. In: (Ed.). **Qualitative research methods for the social sciences**. 8th. Boston: Pearson, 2012. p.350-385.
- CASTELLS, M. **The end of millennium**. 2nd. Malden, MA: Blackwell, 2000.
- COMMON CORE STATE STANDARDS INITIATIVE. **Common core state standards for mathematics** National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers 2010.
- D'AMBROSIO, U. Literacy, matheracy, and technoracy: A trivium for today. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 1, n. 2, p. 131-153, 1999.
- DE LANGE, J. Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective. **Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics**, n. 25, p. 31-35, 2006.
- DE WEVER, B. et al. Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussion groups: A review. **Computers & Education**, v. 46, n. 1, p. 6-28, 2006.
- FRANKENSTEIN, M. Reading the world with math: Goals for a critical mathematical literacy curriculum. In: LEE, E.; MENKART, D., *et al* (Ed.). **Beyond heroes and holidays: A practical guide to K-12 anti-racist, multicultural education and staff development**. Washington: Network of Educators on the Americas, 1998. p.306-313.
- FRANKENSTEIN, M.; POWELL, A. B. Toward liberatory mathematics: Paulo Freire's epistemology and ethnomathematics. In: MCLAREN, P. e LANKSHEAR, C. (Ed.). **The Politics of Liberation: Paths from Freire**. London: Routledge, 1994. p.74-99.

HSIEH, H.-F.; SHANNON, S. F. Three approaches to qualitative content analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277-1288, 2005.

LABORDE, C. The role and uses of technologies in mathematics classrooms: Between challenge and modus vivendi. **Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education**, v. 7, n. 1, p. 68-92, 2007.

LEE, H.; HOLLEBRANDS, K. F. Preparing to teach mathematics with technology: An integrated approach to developing technological pedagogical content knowledge. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 8, n. 4, p. 326-341, 2008.

MARTIN, D. B. Mathematics learning and participation as racialized forms of experience: African American parents speak on the struggle for mathematics literacy. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 8, n. 3, p. 197-229, 2006.

MARTIN, L.; TOWERS, J.; PIRIE, S. Collective mathematical understanding as improvisation. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 8, n. 2, p. 149-183, 2006.

MICHAELS, S.; O'CONNOR, C.; RESNICK, L. Deliberative discourse idealized and realized: Accountable talk in the classroom and in civic life. **Studies in Philosophy and Education**, v. 27, n. 4, p. 283-297, 2007.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MOSES, R. P.; COBB, C. E., JR. **Radical equations: Math literacy and civil rights**. Boston: Beacon, 2001.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1999.

\_\_\_\_\_. PISA mathematics framework. In: OECD (Ed.). **PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2012.

POWELL, A. B. Socially emergent cognition: Particular outcome of student-to-student discursive interaction during mathematical problem solving. **Horizontes**, v. 24, n. 1, p. 33-42, 2006.

POWELL, A. B.; LAI, F. F. Inscription, mathematical ideas, and reasoning in VMT. In: STAHL, G. (Ed.). **Studying virtual math teams**. New York: Springer, 2009. p.237-259.

POWELL, A. B.; VARDEN, S. A. Computing literacy for working class adults. **Interface: The Computer Education Quarterly**, v. 5, n. 4, p. 48-52, 1984.

RESNICK, L. B.; MICHAELS, S.; O'CONNOR, M. C. How (well structured) talk builds the mind. In: PREISS, D. D. e STERNBERG, R. J. (Ed.). **Innovations in educational psychology: Perspectives on learning, teaching and human development**. New York: Springer, 2010. p.163-194.

SFARD, A. There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. **Educational Studies in Mathematics**, v. 46, n. 1-3, p. 13-57, 2001.

\_\_\_\_\_. **Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing**. Cambridge: Cambridge, 2008.

SILVERMAN, J. Supporting the development of mathematical knowledge for teaching through online asynchronous collaboration. **The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, v. 30, p. 61-78, 2011.

STAHL, G. Social practices of group cognition in virtual math teams. In: LUDVIGSEN, S.; LUND, A., *et al* (Ed.). **Learning in social practices: ICT and new artifacts—transformation of social and cultural practices**: Pergamon, 2008.

\_\_\_\_\_. How a virtual math team structured its problem solving. In: SPADA, H.; STAHL, G., *et al* (Ed.). **Connecting Computer-Supported Collaborative Learning to Policy and Practice: CSCL2011 Conference Proceedings. Volume I — Long Papers**. <http://www.lulu.com>: International Society of the Learning Sciences (ISLS), 2011. p.256-263.