

Aprendizagem matemática on-line: quando tensões geram conflitos

Online math learning: when tensions generate conflicts

DAISE LAGO PEREIRA SOUTO¹

Resumo

São dois os objetivos deste artigo: um deles é discutir, com base na análise qualitativa de dados empíricos, possíveis tensões que geram conflitos e que podem ocorrer durante o processo de aprendizagem matemática on-line, especificamente no momento em que professores realizam um trabalho em conjunto. Outro objetivo é mostrar que a perspectiva teórico-metodológica do sistema de atividade seres-humanos-com-mídias que inclui os miniciclones de transformações expansivas pode favorecer esse tipo de análise. Essa perspectiva tem raízes na teoria da atividade e no construto seres-humanos-com-mídias. Concluiu-se que os fundamentos teórico-metodológicos adotados propiciaram a análise das tensões que deram origem a conflitos, os quais foram provenientes de rupturas nos motivos, nas regras e na organização do trabalho.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Tecnologias Digitais; Formação Continuada de professores.

Abstract

There are two purposes of this article: one is to discuss, based on the qualitative analysis of empirical data, possible tensions which generate conflicts that may occur during the process of learning mathematics online, specifically at a time when teachers perform work in ensemble. Another objective is to show that the theoretical and methodological perspective of human-beings-with-media activity system that includes minicyclones of expansive transformation may favor this type of analysis. This perspective is rooted in the theory of activity and construct human-beings-with-media. It was concluded that the theoretical and methodological foundations adopted enabled the analysis of the tensions that led to conflicts, which came from breaks in reasons, in the rules and in the work organization.

Keywords: Teaching of Mathematics; Digital Technologies; Continuing Training of Teachers.

¹ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Doutora em Educação Matemática pela UNESP. Membro do Grupo de Pesquisa em Informática Outras Mídias e Educação Matemática - GPIMEM. E-mail: daise@unemat.br

Introdução

Compreender o processo de aprendizagem tem sido um desafio para pesquisadores das mais diversas áreas, inclusive na Educação Matemática. Isso porque a aprendizagem engloba grande quantidade de elementos e/ou dimensões que, embora distintos, se relacionam e isso a torna complexa.

Illeris (2009) destaca que não existe uma definição única que seja amplamente aceita para conceituar a aprendizagem. O que se observa é uma variedade de teorias, algumas mais tradicionais que a compreendem como uma forma de aquisição de conhecimentos e habilidades. Outras, mais contemporâneas, a veem com dimensões emocionais, sociais, históricas, culturais e que incluem novos modos de pensar. É dentro dessa linha contemporânea que o estudo que deu origem a este artigo se insere. A abordagem teórica aqui é particularizada pelo pensar com tecnologias digitais em ambientes on-line.

Nos últimos anos, o interesse em buscar compreensões sobre o processo de aprendizagem em ambientes on-line nos levou a realização de estudos que culminaram com a proposição de uma perspectiva teórico-metodológica para esse fim. Trata-se do sistema de atividade seres-humanos-com-mídias que inclui a ferramenta analítica denominada miniclonos de transformações (ou aprendizagem) expansivas² (SOUTO, 2013a; 2014). Essa perspectiva vem sendo desenvolvida com base na Teoria da Atividade (TA) e no construto Seres-Humanos-Com-Mídias (S-H-C-M) que também tem forte ligação com essa teoria.

A gênese da TA está no pensamento vygostkyano de mediação e o refinamento e o aprimoramento de seus conceitos e ideias têm propiciado sua ramificação ou divisão em gerações ou vertentes. Fundamentamos nossa perspectiva na vertente proposta por Engeström (1987) que propõe uma organização sistêmica para estruturar algumas discussões sobre compreensão da natureza coletiva da atividade humana.

O S-H-C-M foi inicialmente elaborado por Borba (1999), mais tarde refinado por Borba e Villarreal (2005) e, desde então, vem sendo aprimorando pelo Grupo de Pesquisa

² As transformações (ou aprendizagens) expansivas devem ser entendidas aqui como movimentações em um sistema de atividade que visa solucionar ou construir compreensões sobre um dado problema ou conteúdo matemático de forma crítica e que até então não havia sido imaginada pelos participantes do processo (SOUTO, 2013; 2014).

em Informática Outras Mídias e Educação Matemática - GPIMEM³ e por outros estudiosos da Educação Matemática (e.g. VEGA, CANO, LÓPEZ, 2013, 2015; OCHOA, 2011; JACINTO; CARRERA, 2013; BORBA, D'AMBRÓSIO, 2010; GRACIAS, 2003).

Com base nesses fundamentos desenvolvemos, junto ao GPIMEM, pesquisas e ensaios teóricos com o intuito de dar legitimidade e ao mesmo tempo aprimorar nossa proposta (e.g. SOUTO, 2012, 2013, 2013a, 2014, 2015(no prelo), 2015a, 2015b; SOUTO; ARAÚJO, 2013; SOARES; SOUTO, 2014; SOUTO; BORBA, 2012, 2013, 2013a, 2015, 2015a). Um ponto comum nesses trabalhos é o desejo de apresentar, analisar e discutir indicativos do modo como o processo de aprendizagem pode ser alavancado por tensões (ou contradições internas).

Para este artigo, a ideia de legitimar e aprimorar nossa perspectiva teórico-metodológica se mantém, mas, o foco na análise dos dados é distinto de outras publicações que fizemos. Isso porque a discussão será sobre as tensões que geram conflitos e não sobre aquelas que alavancam transformações expansivas, ou seja, o desejo é oportunizar o debate sobre "o que não deu certo". Cremos que esse tipo de análise também pode trazer contribuições para a aprendizagem à medida que pode favorecer reflexões e conseqüentemente mudanças.

A análise dos dados é qualitativa e a produção dos mesmos ocorreu em um curso de extensão universitária desenvolvido totalmente on-line, ofertado a professores de matemática. A metodologia da proposta pedagógica do curso está apoiada em três fundamentos: na construção de uma sala de aula interativa (SILVA, 2003), na abordagem experimental-com-tecnologias proposta por Borba e Villarreal (2005) e na ideia de não encapsulação da aprendizagem escolar destacada por Engeström (2002).

Para o alcance dos objetivos propostos, este artigo está sistematizado da seguinte forma: inicialmente apresentamos uma breve revisão de alguns de nossos trabalhos para destacarmos a interlocução do presente artigo com a produção científica na área e para mostrarmos nosso percurso em busca do aprimoramento de nossa proposta. Em seguida, trazemos ao debate, resgatando suas raízes teóricas, a perspectiva teórico-metodológica do sistema de atividades seres-humanos-com-mídias e dos miniciclones de transformações (ou aprendizagem) expansivas. Na sequência apontamos os instrumentos de produção dos

³ O grupo GPIMEM desenvolve, desde 1993, estudos e pesquisas na área de Educação Matemática e Tecnologias.

dados e destacamos a importância de haver, em investigações como essa que originou este artigo, uma harmonia entre os aspectos metodológicos da pesquisa, os aspectos metodológicos da proposta pedagógica, os fundamentos teóricos e a visão de conhecimento dos pesquisadores. Encaminhando para o final, realizamos a análise de dois sistemas: um deles idealizado pelos professores que propuseram o curso e outro desenvolvido pelos participantes do curso. Nas considerações finais, enfatizamos as inter-relações entre esses dois sistemas com o foco nas tensões que geraram conflitos.

1. O caminho percorrido até aqui...

Apresentamos aqui uma breve revisão bibliográfica destacando o caminho que temos trilhado em busca de aprimoramentos para a proposta teórico-metodológica do sistema de atividades seres-humanos-com-mídias e dos miniciclones de transformações (ou aprendizagem) expansivas. Ao mesmo tempo, queremos destacar a interlocução desse artigo com a produção científica na área da Educação Matemática.

Nossos primeiros passos começaram a ser dados entre 2008 e 2009 quando iniciamos estudos e pesquisas sobre a Teoria da Atividade e o construto Seres-Humanos-Com-Mídias, que são os fundamentos que dão sustentação teórica a nossa proposta. O objetivo sempre foi buscar formas de analisar qualitativamente o processo de aprendizagem da matemática em ambientes on-line tendo como pressuposto que a separação entre atores humanos e não humanos é impraticável.

Com essa visão, em Souto (2012), discutimos o papel do software GeoGebra⁴ na produção do conhecimento matemático de professores, com base no olhar e no fazer deles durante um curso de formação continuada realizado totalmente on-line. A análise dos dados indicou que nesse processo há transformações. Isso porque, entre outros fatores, verificou-se que o trabalho com a mídia em busca de justificativas formais do ponto de vista matemático, da procura por padrões e da validação de conjecturas foi acentuado e sem nenhuma preocupação com qualquer tipo de memorização de regras ou fórmulas. O conhecimento, neste caso, foi produzido coletivamente nas interações entre os professores e o software.

Na literatura é possível encontrar estudos que dialogam com as considerações apresentadas por Souto (2012). Um exemplo são as ideias defendidas por Devlin (1997), o

⁴ www.geogebra.org

qual afirma que a matemática feita com o computador é qualitativamente diferente da matemática feita apenas com o lápis e papel. Há, segundo o autor, transformações no modo de se trabalhar com o computador que implicam em mudanças na natureza do fazer matemática. Em outras palavras, o autor destaca que no processo de produção de conhecimento o computador não é um mero assistente, ele exerce um papel importante na construção do raciocínio matemático. A esse respeito, Borba (1993, 1999) discute o modo como os *feedbacks* de uma dada mídia influenciam no raciocínio, afirmando que elas são protagonistas no processo de produção do conhecimento, pois reorganizam o pensamento.

Souto e Borba (2013a), em certa medida, estendem as ideias de Devlin (1997), quando afirmam que na há transformações qualitativas no processo de produção de conhecimento que ocorre na educação a distância on-line e que estudá-las é um desafio. Essas ideias também vão ao encontro das indicações de Maltempi e Malheiros (2010) que expressam a necessidade de se identificar e compreender os componentes essenciais da educação a distância. A nosso ver, investigar as transformações relacionadas à aprendizagem da matemática em contextos on-line pode auxiliar na compreensão de alguns desses componentes. Para tanto, optamos em adotar como referencial as transformações expansivas, um conceito que até então não havia sido empregado na educação matemática e que, portanto, precisava ser reinterpretado.

Assim, buscando entendimentos sobre esse conceito analisamos, em Souto e Borba (2012), alguns aspectos que poderiam ser caracterizados como próprios de transformações expansivas que ocorrem durante o desenvolvimento de um curso totalmente on-line. A proposta era direcionada a professores de matemática do Brasil e do exterior. Verificamos que durante o processo os *feedbacks* dados pelas mídias informáticas foram centrais e estavam fortemente relacionados às essas transformações. Isso porque eles favoreceram a reorganização do pensamento, propiciando a busca de possíveis soluções ou entendimentos para problemas matemáticos.

Em se tratando da reorganização do pensamento matemático baseado na interação com as mídias, Oliveira e Marcelino (2015) afirmam que esse é um processo recorrente e que pode ser potencializado quando os sujeitos possuem fluência⁵ sobre a tecnologia em uso. Além disso, indicam que, ao se propor a resolução de um dado problema, é

⁵ Ter fluência, segundo Oliveira e Marcelino (2015), significa ter domínio sobre o funcionamento da tecnologia em uso. Em outras palavras, implica em conhecer os recursos que ela possui a tal ponto que se saiba trabalhar com ela.

fundamental verificar a adequação entre a tecnologia que será usada e as estratégias que se tem em mente.

Nesta mesma direção, indicamos, em Souto (2013) a importância de haver coerência entre os objetivos da aula, os problemas que serão propostos e a unidade coletiva (humanos e mídias) que irá desenvolvê-los, pois diferentes mídias podem conduzir a busca de soluções de um dado problema por caminhos distintos e, assim, podem influenciar na produção de variados tipos de conhecimento.

Além dessas considerações, priorizamos, em Souto e Araújo (2013), o aprofundamento teórico de nossa proposta, analisando o construto S-H-C-M como um sistema segundo a teoria da atividade. Nesse trabalho, encontramos outros indicativos de que estávamos em um caminho possível e que havia alguns obstáculos a serem superados. A análise do construto indicou, por exemplo, que era necessário discutir o papel das mídias dentro do próprio construto quando ele é analisado como um sistema de atividade. Além disso, sugeri que era importante verificar se o papel das mídias dentro do sistema poderia se modificar.

Com essas inquietações, em Souto (2013), voltamos a analisar dados empíricos. Verificamos que as mídias podem se movimentar em um sistema de atividade e desempenhar papéis distintos. Com isso, elas podem transformar o próprio sistema e, ao mesmo tempo, ser transformadas por ele, em uma relação dialética. Essa conclusão também foi verificada em Souto (2013a, 2014) e Souto e Borba (2015a).

Avançando um pouco mais, em Souto (2013a; 2014), discutimos o modo como a Teoria da Atividade e o construto Seres-Humanos-Com-Mídias se harmonizam e se constituem em uma fonte de potência que favorece a análise da aprendizagem. Isso porque, juntos, propiciam que se leve em consideração as dimensões emocionais, sociais, históricas, culturais que incluem novos modos de pensar, indo, assim, ao encontro de nossa visão de conhecimento e, ao mesmo tempo, convergindo para as ideias defendidas pelas teorias contemporâneas.

Também em Souto (2013a; 2014, 2015, 2015a, 2015b) e em Souto e Borba (2015, 2015a) apresentamos com uma maior consistência conceitual a perspectiva teórico-metodológica que denominamos “sistemas seres-humanos-com-mídias”, que inclui os miniclonos de transformações expansivas. Esse último é uma ferramenta analítica que

está apoiada na interpretação que Engeström (1999) faz sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Essas ideias serão apresentadas com maior detalhamento na próxima seção porque elas tratam da fundamentação teórica que sustentará a análise dos dados deste artigo.

Assim, finalizamos essa breve revisão de literatura em que apresentamos uma síntese do percurso de nosso trabalho, o modo como ele dialoga com a produção científica na área de Educação Matemática e a forma como temos buscado aprimorar nossa proposta. A seguir expomos os fundamentos teóricos de nossa proposta.

2. As raízes teóricas

Como mencionamos anteriormente, a perspectiva teórico-metodológica do sistema de atividade seres-humanos-com-mídias, que inclui os miniciclones de transformações expansivas, tem suas raízes na Teoria da Atividade e no construto Seres-Humanos-Com-Mídias.

Engeström (1987) é o propositor da vertente da TA que adotamos. Para ele, a atividade humana é fundamentalmente coletiva e pode ser explicada de forma sistêmica por meio de um diagrama triangular com seis elementos, a saber: artefatos (ferramentas ou signos), sujeitos (aqueles que têm poder de ação), regras (normas ou convenções), divisão do trabalho (modo como os afazeres são realizados), comunidade (todos que compartilham o mesmo objeto) e objeto (espaço-problema). As inter-relações desses elementos podem ser um terreno fértil para o desenvolvimento do potencial transformador de um sistema de atividade.

É pertinente destacar que Engeström também se apoia no pensamento de Leontiev (1978) para reforçar a ideia de que um sistema de atividade se estrutura em três níveis interdependentes. No primeiro deles está a atividade que é coletiva e que se liga aos motivos e, conseqüentemente, ao(s) objeto(s) do sistema; no segundo nível estão as ações que se relacionam diretamente com os objetivos; e, por fim, estão as operações, que são os procedimentos ou métodos empregados para que sejam atingidos os objetivos, ou seja, são as formas como se realizam as ações. Por isso, as operações estão no mesmo nível das condições. Além disso, Engeström (2001) apresenta princípios que auxiliam na compreensão de suas ideias, dentre os quais destacamos as "contradições internas", que são

tensões locais ou estruturais que podem servir de fonte para mudanças ou energia para conflitos (discordância, desacordo, choque de opiniões, falta de aceitação do outro, etc.).

É importante considerar, também, que a teoria da atividade tem sua gênese no pensamento de Vygotsky. Portanto, não foi ao acaso que Engeström (1999a) buscou novas interpretações para os conceitos⁶ envolvidos na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), dentre os quais há o entendimento de que a aprendizagem é uma jornada coletiva que envolve "um mudar a si com os outros" (p. 382) sem relações hierárquicas ou de domínio do sujeito sobre o meio ou sobre si. Ou seja, a ZDP não é um processo exclusivamente positivo, ela também evolui por meio de negação, de destruição, de resistência, de confronto de culturas que se chocam e não se reconhecem (SOUTO, 2014).

Outro referencial que empregamos em nossa perspectiva é o construto S-H-C-M que possui laços com própria teoria da atividade, além da etnomatemática e da filosofia da técnica. A visão epistemológica associada a ele encontra sintonia com as ideias de Latour (1987), ao sugerir que, se é que existem fronteiras entre o que pode ser considerado humano e o que não pode, elas são muito tênues, frágeis e inconstantes, permitindo que se indique a não dissociação entre humanos e não-humanos (mídias) e vice-versa. Ambos protagonizam conjuntamente o processo de produção de conhecimento (BORBA, 1999).

Portanto, neste construto, a unidade básica de conhecimento é coletiva e se forma com base em um "pensar com" mídias, na medida em que a elas é atribuído um papel central mais amplo do que simplesmente um suporte ou condutor de mensagens "através do qual" se produz conhecimento. Esse "pensar com" tem forte ligação com a TA, pois foi concebido com base na abordagem da reorganização do pensamento proposta por Tikhomirov (1981). Esse autor se baseou no conceito de mediação de Vygostky para defender que uma mídia como a informática desempenha o papel de mediador da atividade humana à medida que reorganiza o pensamento, em vez de substituí-lo ou suplementá-lo. A esse respeito, Souto e Borba (2015a) complementamos que a ideia de mediação presente no S-H-C-M deve ser "estendida para uma impregnação mútua", em que não há limites claramente definidos, pois as mídias permeiam o ser humano da mesma forma como elas devem ser vistas como impregnadas de humanidade.

⁶ A internalização está ligada à reprodução da cultura, externalização à criação do novo e a ZDP é "a distância entre as ações cotidianas dos indivíduos e as formas historicamente novas da atividade social que podem ser coletivamente geradas"(ENEGSTRÖM, 1987, P. 174).

Compatíveis com essas considerações também está o ponto de vista de Lévy (1993) que propõe um coletivo pensante de homem-coisas em que o hífen é empregado para exprimir a não possibilidade de separação entre atores humanos e não humanos. Para esse autor, as tecnologias da inteligência⁷ condicionam, mas não determinam o pensamento que é exercido por esse coletivo, que é dinâmico.

A esse respeito, Borba e Villarreal (2005) apresentam a noção da moldagem recíproca. De acordo com esses autores, ao interagir com uma dada mídia, o ser humano recebe *feedbacks* que influenciam em seu raciocínio. Assim, os autores afirmam que as mídias "moldam" o pensamento humano. Por outro lado, nós seres humanos também "moldamos" as mídias, à medida que adaptamos o seu uso de acordo com as nossas necessidades. Há, portanto, neste coletivo, relações de trocas, de reciprocidade, de correspondência mútua entre os atores que o compõem.

Esses posicionamentos vão ao encontro de uma das ideias centrais da TA, qual seja a de que "as inter-relações que marcam o desenvolvimento da atividade humana são caracterizadas por trocas mútuas entre seres humanos e artefatos" (SOUTO, 2013, p. 45).

Outra relação do S-H-C-M com a vertente atual TA é possível de ser verificada na crítica feita por Borba (2000), em que esse autor assume uma posição muito próxima da defendida por Engeström (1987) em relação à ZDP. Isso porque ele defende a não existência de uma estrutura vertical em que o conhecimento fluiria do mais titulado para o menos titulado. Para ele, há uma independência linear, uma espécie de democratização, no sentido de que pais aprendem com filhos, professores com alunos e vice-versa. Assim, argumenta Borba (2000), é necessário a formação de coletivos pensantes de atores humanos e não humanos que sejam capazes de se organizar de uma forma não rigidamente hierárquica para que, desse modo, consigam abarcar a complexidade que emana do processo de produção de conhecimento.

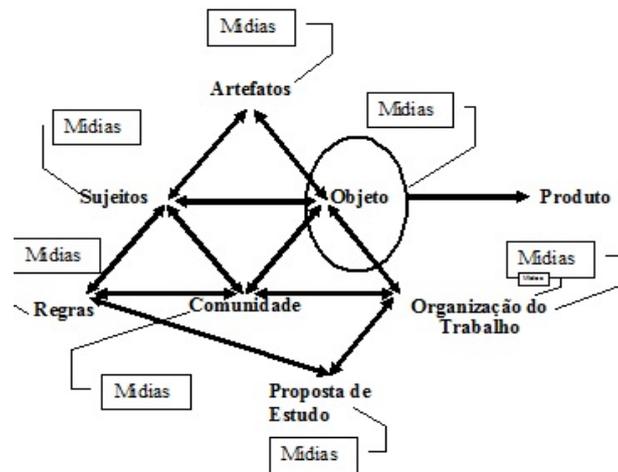
De forma bem sintetizada, esses são os fundamentos teóricos que dão sustentação a perspectiva teórico-metodológica do sistema de atividade seres-humanos-com-mídias que inclui os miniclonos de transformações expansivas, os quais passamos a apresentar na sequência.

⁷ As tecnologias da inteligência são oralidade, escrita e informática (LÉVY, 1993).

3. Sobre a perspectiva teórico-metodológica

Empregamos a expressão "Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias" para destacar que o coletivo S-H-C-M pode ser caracterizado como um sistema de atividade com características próprias. Esse sistema se metamorfoseia de acordo com o movimento de seus elementos. As mídias, por exemplo, podem desempenhar mais de um papel indo além da condição de apenas artefato como pressupõe a TA. Além disso, a proposta de estudo passou a fazer parte do sistema como um elemento chave (figura 1).

Figura 1 – Ilustração do Sistema Seres-humanos-com-mídias



Fonte: SOUTO (2013a)

O diagrama representado na figura 1 se baseia nas representações triangulares apresentadas nas ideias de Engeström e Vygostky. Nosso propósito é destacar que esse sistema é constituído por uma unidade coletiva de atores humanos e não humanos, em que seus elementos se misturam e se relacionam de forma dialética sem qualquer tipo de hierarquia. Além disso, as mídias, representando os atores não humanos, podem desempenhar qualquer um dos papéis. Com isso, reafirmamos que elas protagonizam o processo de aprendizagem tal como propõem Borba e Villarreal (2005). Em outras palavras, não há limites que definem claramente o papel que cada ator (humano ou não) pode desempenhar, há uma impregnação mútua que nos leva a interpretar a ideia de mediação como algo mais "fuzzy". Com isso, a ideia de rigidez que muitas vezes tem sido atribuída à representação triangular e criticada com ênfase por alguns estudiosos é desfeita.

O papel de um artefato, segundo a TA, é mediar a relação do sujeito com o objeto. Essa relação pode ser observada no triângulo superior da figura 1. Por outro lado,

argumentamos que uma mídia também pode desempenhar o papel de objeto no sistema, ou seja, ela pode transformar e, ao mesmo tempo, ser transformada. Isso porque tomamos como pressuposto que a aprendizagem é condicionada (não determinada) pela mídia, pois, de acordo com Borba (1999), há uma "moldagem" no raciocínio de quem interage com elas. Em outras palavras, elas provocam mudanças qualitativas no pensamento. Entretanto, por outro ângulo, esse mesmo autor argumenta que é possível verificar que os diferentes usos que os seres humanos fazem delas também podem transformá-las. Assim, ela pode desempenhar o papel de objeto do sistema.

Segundo a TA, a comunidade deve situar o sistema dentro do contexto sociocultural daqueles que compartilham o mesmo objeto. Para exemplificar o modo como uma mídia pode exercer esse papel, vamos considerar a mídia internet. Quando ela é utilizada como mecanismo de busca, propicia, além de distintas reorganizações do pensamento, a integração de múltiplas "vozes" ao sistema. Isso porque os indivíduos que constroem páginas na internet as impregnam de seus próprios valores, histórias, posicionamentos, convenções e, à medida que essas páginas são consultadas, transmitem, de alguma forma, esses aspectos ao sistema (SOUTO; BORBA, 2013).

Outros dois papéis que estão intimamente relacionados são os que envolvem as regras e a organização do trabalho, pois as regras devem ser consideradas como referenciais para a organização do trabalho e, além disso, elas devem normatizar o sistema. A esse respeito, a noção de *multiálogo* (GRACIAS, 2003) auxilia em nossa interpretação. Este conceito sugere que algumas regras que são usuais em uma sala de aula presencial são modificadas nas interações que ocorrem em ambientes on-line. Nos chats, por exemplo, todos podem "falar" ao mesmo tempo, diferente da sala de aula presencial em que a regra indica que a fala de um exige o silêncio do outro. Por outro lado, na sala de aula on-line que usa apenas o chat não existe possibilidade de expressar o pensamento por meio da oralidade ou de gestos como na sala de aula presencial. Verifica-se, portanto, como uma mídia pode mudar as regras e conseqüentemente a forma de organização do trabalho.

A proposta de estudo é um elemento novo que estamos propondo para esse sistema e que ainda precisa ser melhor refinado. Isso porque, no modelo proposto por Engeström (1987), ela é identificada de forma fragmentada (nas regras, na organização do trabalho, etc.) e muitas vezes não é trivial estabelecer conexões entre os elementos que a compõem.

Isso, a nosso ver, pode trazer prejuízos para a compreensão do processo de aprendizagem escolar tendo em vista a sua complexidade.

Por fim, argumentamos que uma mídia pode desempenhar a função de sujeito em um sistema da atividade. Para tanto, retomemos o que indica a TA sobre o papel dos sujeitos: devem ser considerados sujeitos de um sistema de atividade aqueles que têm *agency* - poder de ação - (ENGESTRÖM; SANINO, 2010). Pois bem, ao observarmos o processo de moldagem recíproca é possível verificar o modo como os *feedbacks* dados por elas mobilizam os atores humanos, ou seja, por este viés é plausível considerar que elas têm *agency* no sistema. Em Souto e Borba (2013), discutimos mais especificamente esse papel e, juntamente com a proposta da reinterpretação do conceito de mediação que colocamos anteriormente, apontamos a possibilidade de essa expansão teórica apontar novos rumos, possibilidades ou caminhos tanto para o S-H-C-M como para a própria TA.

Como mencionado anteriormente, essa é uma proposta teórico-metodológica, assim, também com base nesses dois aportes teóricos, desenvolvemos uma ferramenta de análise para este sistema: trata-se dos miniciclones de transformações expansivas.

Creemos que a análise da aprendizagem não pode ser realizada de forma linear. Isso porque, a nosso ver, não é dessa forma que esse processo ocorre. Por isso, empregamos a metáfora "miniciclones" com o intuito associar essa proposta ao conceito presente no fenômeno da natureza chamado ciclone. Ele é uma tempestade que se origina por grandes velocidades das massas de ar que realizam movimentos simultâneos de rotação e translação. Creemos que, na aprendizagem, ocorre algo muito próximo a essa ideia, pois nesse processo há "rotações", em que o indivíduo se movimenta em torno de si mesmo, de seus saberes, de sua cultura, de seus valores, enfim, de seus conhecimentos prévios. No entanto, ao mesmo tempo, há também "translações", porque não somos seres isolados, somos seres-no-mundo (HEIDEGGER, 1987). Assim, é factível considerarmos que também nos movimentamos em torno dos outros. Além disso, consideramos que a direção que um ciclone toma em um dado momento é muito difícil, senão impossível, de ser prevista com exatidão tal como acreditamos que ocorra no processo de aprendizagem.

É importante destacar que um miniciclone carrega traços marcantes da reinterpretação que Engeström (1999a) faz da Zona de Desenvolvimento Proximal. Ou seja, a indicação de que a internalização deve ser associada a movimentos que indiquem uma reprodução da cultura e a externalização àqueles que sugerem uma busca pelo novo. Para o

âmbito da Educação Matemática, entendemos que a internalização pode ser verificada quando há reprises de formas, técnicas ou padrões de produção matemática já conhecidos e consolidados pelos elementos que compõem o sistema, enquanto a externalização pode ser identificada nos movimentos que indiquem esforços para criação e/ou superação dessas formas ou padrões usuais.

De acordo com Souto e Borba (2015a) um miniciclone favorece a compreensão do desenvolvimento de sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias, em particular quando eles se constituem em ambientes on-line, pois propicia a identificação de contradições internas e a ocorrência ou não de transformações ou (aprendizagens) expansivas⁸.

Os movimentos iniciais de um miniciclone de transformações (ou aprendizagens) expansivas podem ser identificados nos momentos em que surgem dúvidas, questionamentos, críticas que indiquem a gênese de contradições internas (ou tensões). Em geral, a inserção de uma dada mídia, uma mudança de regras, uma nova forma de organização do trabalho ou a interferência de fatores externos ao sistema podem provocar essas tensões. No entanto, faz-se necessário observar se esses elementos conseguem desestabilizar o sistema de tal forma que aflore o desejo, mesmo que inconsciente, de sair de um processo de mera reprodução (internalização) em busca de outras possibilidades nunca antes pensadas dentro do próprio sistema (externalização).

Por outro lado, se pensarmos nos níveis, citados anteriormente, que estruturam um sistema de atividade, podemos afirmar que as tensões podem se configurar quando passamos no nível de operação (quando os procedimentos integrantes de nossa prática já estão automatizados) para o nível de ação (quando passamos a repensá-los).

Porém, dependendo do grau de instabilidade que essas tensões provocam no sistema, elas podem direcionar o miniciclone para, pelo menos, dois caminhos distintos: o das transformações expansivas ou o da geração de conflitos.

No primeiro deles, as próprias mídias protagonizam o processo de aprendizagem atuando com agentes mobilizadores e, com isso, se movimentam entre os elementos do sistema, passando a desempenhar diferentes papéis e contribuindo para a evolução da atividade. Uma forma de verificar se o miniciclone está sendo impulsionado (ou

⁸ Para o âmbito da Educação Matemática interpretamos o conceito de transformações (ou aprendizagens) expansivas como sendo: "movimentações em um sistema de atividade coletiva em que seres humanos com tecnologias buscam de forma crítica, um modo que não havia sido, em outras situações, pensado por eles para compreender e/ou reconstruir entendimentos sobre determinado problema ou conteúdo matemático" (SOUTO, 2013a, p. 234).

mobilizado) pelas mídias é observar se os *feedbacks* dados por elas estão provocando reorganizações no pensamento. Ou seja, se com base nessas respostas há experimentações, simulações, análise de conjecturas que deem indicativos da formação de uma unidade coletiva que interage reciprocamente propiciando a (re)construção de conceitos e/ou ideias matemáticas.

O avanço do miniciclone pode indicar que o sistema de atividade está se desenvolvendo. Nesse caminho evolutivo podem ser verificadas mudanças abruptas na dinâmica do trabalho marcadas por buscas incessantes de soluções alternativas e, com isso, podem dar origem a novas tensões e/ou distintos direcionamentos para a atividade. Por isso, afirmamos que não há como prever com certeza o início nem a direção que um miniciclone de aprendizagem expansiva vai tomar: "o que se pode afirmar é que ele não retoma, nas mesmas condições, o lugar onde já esteve" (SOUTO; BORBA, 2015, p. 7).

Podemos considerar que as tensões alavancaram transformações expansivas quando os aprendizes conseguem expressar as mudanças qualitativas em suas formas de expressar o pensamento matemático ao refletirem e fundamentarem soluções construídas por eles para um dado problema ou conceito, tendo como sustentação conexões intermédias que até então não faziam parte do sistema ou não tinham sido cogitadas por eles.

O outro caminho, que leva as tensões à geração de conflitos indica rupturas e o não desenvolvimento do sistema de atividade, implicando na paralisação do miniciclone. Os conflitos podem ser identificados nas discordâncias, nos choques de opiniões, na falta de aceitação do outro e na não abertura para o diálogo.

4. Outros aspectos metodológicos

A metodologia de uma pesquisa não deve ser resumida apenas ao tipo de abordagem, neste caso, a qualitativa e a ferramenta analítica adotada (os miniciclones de transformações expansivas). Cremos que outros aspectos também devam ser considerados, como por exemplo, o contexto de produção dos dados, os instrumentos e procedimentos empregados na produção deles, os cuidados tomados em relação ao controle de *bias*⁹ e, no caso de pesquisas como esta, a harmonia entre os aspectos metodológicos da pesquisa e os

⁹ *Bias* são os vieses, os conceitos previamente formulados ou a parcialidade do pesquisador no processo de coleta e análise dos dados (GOLDEMBERG, 2007).

aspectos metodológicos da proposta pedagógica, os fundamentos teóricos e a visão de conhecimento dos pesquisadores.

O contexto de produção dos dados foi um curso de formação continuada ofertado a professores de matemática do Brasil e do exterior e realizado totalmente on-line no ambiente virtual TIDIA-AE¹⁰. Ele foi desenvolvido em duas etapas: uma delas em que as discussões se deram em torno de textos sobre Educação Matemática e outra com foco no estudo de cunho matemático, especificamente sobre as cônicas. Para essa última etapa, os professores foram organizados em grupos de quatro componentes, sendo que o critério que adotamos foi a localização geográfica. Nosso intuito era privilegiar as interações on-line, assim, procuramos agrupar participantes de diferentes regiões. Propusemos, inicialmente, para esses grupos, a execução de um passo-a-passo para cada uma das construções geométricas (da parábola, da elipse e da hipérbole) com o *software* GeoGebra. Em um segundo momento, nessa mesma etapa, apresentamos aos participantes alguns problemas que usualmente são encontrados em livros didáticos e os convidamos a resolvê-los. Esses problemas, embora tivessem uma resposta única, eram suficientemente abertos e investigativos a ponto de possibilitar a busca de soluções por diferentes caminhos sem qualquer tipo de memorização ou utilização de técnicas rigorosas.

Adotamos como principal procedimento a observação participante (JACCOUD; MAYER, 2008). Esse tipo de observação diminui a distância entre os discursos e as práticas dos atores sociais e favorece a compreensão da realidade de forma mais minuciosa. Por outro lado, Lincoln e Guba (1985) afirmam que o adjetivo "participante" coloca em destaque a ideia de que esse procedimento não é neutro. Isso porque na interação entre os sujeitos da pesquisa e o pesquisador há trocas bilaterais que podem constituir *bias* para a pesquisa. Os procedimentos que empregamos para atenuar esses "vieses" foram a entrevista e a análise de extratos produzidos nos *chats*, fóruns, e-mails, todos relativos a segunda parte da proposta pedagógica.

Sobre a proposta pedagógica, ainda temos a destacar que seus fundamentos estão no conceito de "sala de aula interativa" de Silva (2003) e na abordagem experimental-com-tecnologias proposta por Borba e Villarreal (2005). Juntas oportunizam o trabalho coletivo, colaborativo e dialógico e, além disso, indicam que um dado problema deve estimular a geração de conjecturas e impulsionar a realização de procedimentos de tentativa e erro,

¹⁰ Disponível em: www.tidia-ae.rc.unesp/gpimem.

levando à construção de argumentos e justificativas que possam explicar a solução encontrada.

Com isso, acreditamos que alcançamos uma consonância (ou harmonia) entre a proposta pedagógica, os fundamentos teóricos apresentados anteriormente, a nossa visão de conhecimento e a abordagem qualitativa dessa pesquisa.

5. Quando as tensões geram conflitos

De acordo com a vertente da TA proposta por Engeström, um sistema de atividade, qualquer que seja, não se constitui de forma isolada, pois cada um dos participantes faz parte, de forma simultânea ou não, de mais de um sistema de atividade, seja em suas respectivas instituições, em sala de aula, em grupos de estudos ou pesquisa, entre outros. Engeström (2001) sugere que há essas distintas formações de redes de sistemas de atividade que de algum modo se relacionam. Ele aponta a necessidade de se enfrentar o desafio de desenvolver ferramentas conceituais para compreender essas múltiplas redes. Para tanto, ele sugere o desenvolvimento de diálogos com outras perspectivas teóricas.

Creemos que a nossa perspectiva teórico-metodológica é, em certa medida, um diálogo entre a TA e o SHCM, o qual pode possibilitar o desenvolvimento de ideias para a análise dessas redes. Assim, nesta seção, analisaremos algumas relações entre dois sistemas de atividade seres-humanos-com-mídias de uma miríade que pode formar uma rede. Um deles é caracterizado pelo sistema "idealizado" na proposta dos organizadores do curso; o outro é constituído pelo trabalho desenvolvido por um dos grupos na etapa de cunho matemático da proposta.

Com base no diagrama representado na figura 1, nos apontamentos de Engeström (2002) e nas considerações de Soares e Souto (2014), é possível indicar os elementos que constituem o sistema "idealizado". Na posição de artefatos estão o GeoGebra, alguns conceitos matemáticos e as Tendências em Educação Matemática, que foram discutidos durante o curso.

Desempenhando a posição de comunidade estão todos que, de alguma forma, participaram do curso e compartilharam o mesmo objeto. Por exemplo, os próprios organizadores (Prof. Marcelo Borba e a autora deste artigo), o técnico que deu suporte durante o curso. Além disso, nossa experiência em cursos como esse nos permite

conjecturar que farão parte da comunidade os familiares, os alunos dos professores participantes e os próprios colegas de trabalho deles.

Na condição de regra do sistema está o multiálogo (GRACIAS, 2003), que é a forma como as interações ocorrem nos *chats*. Esse conceito sugere que as regras usuais nas salas de aulas presenciais, que requerem organização na fala (um de cada vez) e demandam atenção a um único discurso, são transformadas quando se trata de ambientes on-line, pois nesses ambientes com *chat* não existem essas exigências: todos podem "falar" ao mesmo tempo e vários discursos podem ocorrer simultaneamente.

No que diz respeito à organização do trabalho, podemos afirmar que esse elemento contempla a formação de grupos em uma sala de aula interativa (SILVA, 2003), ou seja, abarca um trabalho coletivo, colaborativo e dialógico. Esses elementos também fazem parte da proposta de estudo, na qual estão as cônicas.

Por fim, como resultado da atividade, o objeto, que se transforma em produto do sistema. De acordo com Souto (2013a, 2014), esse elemento traz para o sistema um potencial para mudança e, ao mesmo tempo, certa ambiguidade nas ações que são orientadas por ele. Portanto, se constitui em uma fonte de instabilidade para o sistema que dificulta, senão, impossibilita sua identificação *a priori*. No entanto, consideramos importante realizarmos o esforço de encontrar, pelo menos, aproximações do objeto. Uma forma de identificá-lo é verificar os motivos da atividade (KAPTERLINI, 2005), os quais, por sua vez, surgem quando os objetivos são discutidos e negociados de forma implícita ou explícita.

Assim, consideramos que uma aproximação do objeto desse sistema "idealizado" consiste em construir um espaço extensionista de formação continuada e de pesquisa em Educação Matemática voltado para o uso de tecnologias digitais em um ambiente on-line. Isso porque os motivos discutidos e negociados foram: possibilitar que professores se tornem capazes de produzir Matemática com tecnologias digitais em um ambiente on-line; colocar em destaque a Educação Matemática e fazer ensino, pesquisa e extensão. Tais motivos decorrem dos objetivos, neste caso presentes na proposta, quais sejam: oportunizar o estudo das cônicas com o GeoGebra; oportunizar discussões sobre Tendências em Educação Matemática; desenvolver pesquisa em Educação Matemática tendo como contexto um projeto de extensão.

Entretanto, o processo de negociação dos objetivos é contínuo e, no caso do sistema "idealizado", pode ser afetado por outros fatores, entre os quais destacamos os elementos constitutivos do sistema dos participantes do curso.

Antes de avançarmos em nossa análise é importante destacar que não houve mudanças na proposta de estudo no decorrer do curso. Por isso, consideramos, a princípio, que as características iniciais desse sistema se mantiveram relativamente estáveis até o final do curso.

Passamos, então, à análise do sistema constituído por um dos grupos. Os professores¹¹ que fazem parte desse sistema são: Ismar, Rodrigo, Amália, Daniela, Caio. Reservamos inicialmente um dos fóruns de discussão para apresentações pessoais e trocas de experiências.

[Docente do Ensino Superior], no ano passado utilizei pela primeira vez o GeoGebra - apenas para trabalhar derivadas e esboço de curvas. Atualmente estou coordenando um projeto de extensão que envolve investigações Matemáticas e o uso do GeoGebra. Estou muito empolgada com o assunto. (Amália, postado no fórum de discussão em 28/03).

[Docente da Educação Básica] estou desenvolvendo um projeto pelo Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) de aplicação do software GeoGebra no ensino de Geometria para o ensino Fundamental. Tenho muito interesse no uso de novas tecnologias no ensino de Matemática. (Ismar, postado no fórum de discussão em 23/03).

No excerto acima a declaração de Amália indica seu desejo em relação ao aprimoramento de sua prática docente que está diretamente relacionada ao desenvolvimento de um projeto de extensão. O registro feito por Amália indica certa proximidade com o anseio de seu colega Ismar, que busca, por meio do PDE, formação continuada e progressão na carreira. Para tanto, ele desenvolve um projeto de pesquisa visando o desenvolvimento de um produto. Em síntese, podemos sugerir que, inicialmente, a participação de Amália e Ismar é uma ação que tem ligação com o objetivo de aperfeiçoar as suas respectivas práticas docentes. Entretanto, essas expectativas devem ser matizadas com outras colocadas pelos outros dois integrantes do grupo.

Soy profesor asistente en la asignatura Teoría e Sujeto de Aprendizaje e becario de doctorado[...], mi expectativa de éste es actualizar mis conocimientos en el área de la Educación Matemática y también como apoyo de mi trabajo de tesis de doctorado. (Caio, postado no fórum de discussão em 23/03).

Olá![...] Atualmente estou cursando Mestrado profissional [...] e atuo como professora na rede estadual. Minha linha de pesquisa seguirá as Novas Tecnologias no Ensino de Ciências Exatas. Ainda não tenho meu projeto claro. Espero que este curso possa auxiliar

¹¹ Com o intuito de preservar a identidade desses professores utilizamos pseudônimos.

no meu projeto, bem como na minha prática docente. (Daniela, postado no fórum de discussão em 24/03).

Nesses recortes é possível verificar que as expectativas de Caio e Daniela convergiram de modo mais acentuado para o interesse em discutir as Tendências em Educação Matemática, em particular a das Tecnologias de Informação e Comunicação, visando o desenvolvimento de suas respectivas pesquisas de Doutorado e Mestrado. Logo, a participação deles pode ser considerada a princípio uma ação que está relacionada ao objetivo de buscar embasamento teórico para suas respectivas pesquisas.

Embora esses objetivos indiquem algumas distinções é possível verificar que há convergências principalmente em relação à busca por refinamentos e desenvolvimento de projetos, sejam eles de pesquisa ou de extensão. Com isso, podemos sugerir que o motivo inicial desse sistema era construir uma identidade como pesquisadores em Educação Matemática. Baseados nesse motivo e na discussão realizada por Araújo, Santos e Silva (2010) acreditamos que o objeto está de alguma forma ligado à qualificação acadêmica.

Outra composição que podemos identificar nesse início é a que caracteriza os artefatos do sistema. Como mencionado anteriormente, eles são os instrumentos e signos. Logo, a nosso ver, estão na condição de artefatos a Educação a Distância On-line e as Tendências em Educação Matemática, especialmente a das Tecnologias de Informação e Comunicação.

É importante observar que a capacitação profissional, embora estivesse implícita nas colocações de Amália e Ismar, não é, a nosso ver, um espaço-problema compartilhado por todos do grupo, ao contrário da qualificação acadêmica, que, de algum modo, respeitando as especificidades de cada um, está contemplada nos comentários de todos.

Esses são os elementos do sistema constituído pelos participantes que identificamos inicialmente. A seguir analisaremos alguns recortes que indicam como ocorreu o trabalho desenvolvido durante a segunda etapa da proposta (cunho matemático - estudo das cônicas com o GeoGebra). Eles possibilitaram a verificação de outros elementos que até então não puderam ser reconhecidos, assim como o modo como esse sistema se comportou. As construções que eram orientadas por um passo-a-passo foram realizadas com entusiasmo e estudar as cônicas com o GeoGebra parecia uma novidade no grupo: - *Que bom que estamos fazendo juntos, rrsrrs tb já estou movendo o ponto P!* (comentário de **Daniela**).

No entanto, quando as questões retiradas dos livros didáticos iniciaram, nos pareceu que o grupo estava "cumprindo tabela". No campo esportivo, cumprir tabela significa jogar somente para cumprir um compromisso sem objetivo ou expectativa qualquer. Em outras palavras, consideramos que o grupo estava buscando soluções sem nenhum tipo de questionamento, crítica ou discussão. O sistema de atividade do grupo estava, em certa medida, estático. O processo de internalização (reprodução da cultura, das formas conhecidas por esses professores de produção Matemática) predominava e não havia indícios de que a externalização (rompimento com o padrão dominante de produção Matemática desses docentes) estivesse em movimento.

Quando percebemos esse comportamento decidimos provocar algumas discussões. Começamos pela questão "j" ["Escreva a equação $y^2 = -8x$ na entrada algébrica. Observe a parábola, determine suas coordenadas de foco e a equação da diretriz"], do estudo da parábola, por ela ter sido fonte de muito debate em outros grupos.

Daise - vcs conseguiram fazer a letra j? Poderiam me explicar como fizeram?

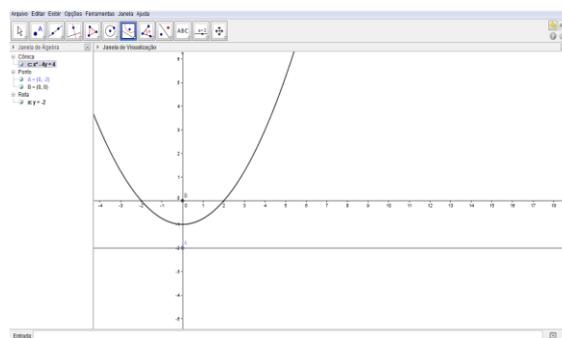
Ismar - Daise veja se é isto usei a ferramenta do botao 4 reta perpendicular e tracei a diretriz passando por -2 e marque o foco (0,0) em seguida usei a ferramenta do botao 7 que traça parabola que passa pelo foco e pela diretriz

Daise - Acho que é uma possibilidade, mas porque vc utilizou -2? poderia ser outro n?

Ismar - Rodrigo tenho que ir, amanhã continuamos, boa noite!

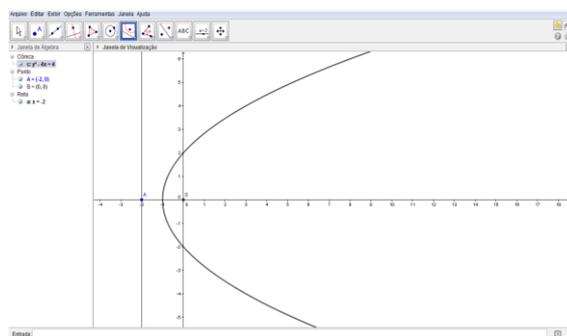
Nesse *chat* estavam presentes apenas Rodrigo e Ismar, chamamos a atenção deles para a questão. Ismar leva 43 minutos para responder e Rodrigo não responde. Notei que a solução apresentada por Ismar sugeria duas possibilidades (figuras 2 e 3), ambas com interpretações incorretas.

Figura 2 – Letra j - primeira possibilidade – Ismar



Fonte: dados da pesquisa

Figura 3 – Letra j - segunda possibilidade - Ismar



Fonte: dados da pesquisa

Percebemos, também, que o momento era delicado, pois a interação estava lenta e difícil. Optamos então, por não dizer se estava correto ou não. A ideia era estimular o raciocínio para que se buscasse justificativas e, desse modo, fosse possível compreender as relações entre as representações algébricas e geométricas e, com isso, se pudesse identificar os enganos cometidos. No entanto, nossa tentativa fracassou, pois fizemos uma nova intervenção. Então, Ismar após vinte minutos de "silêncio", desculpa-se e encerra o *chat*.

Essa discussão é retomada no encontro seguinte, mas novamente sem êxito, porque os outros membros do grupo estão em exercícios diferentes e Ismar e Rodrigo não se mostraram interessados pela continuidade da discussão¹². Insistimos através de *e-mails*, mas também não obtivemos sucesso. Esse comportamento inicial do grupo nos deixou um pouco apreensivos, pois imaginávamos que ele poderia ser o início do comprometimento de um trabalho coletivo e colaborativo, como de fato se concretizou.

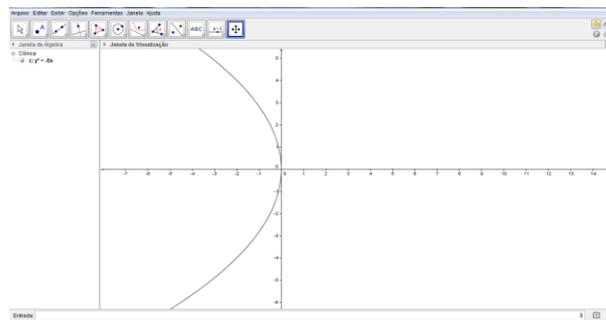
Retomando a análise do excerto anterior, é possível verificar que a forma como Ismar escreveu sua solução deixou margem para duas interpretações (figuras 2 e 3), porque ele não mencionou se a reta diretriz é perpendicular ao eixo das abscissas ou ao eixo das ordenadas. Entretanto, mesmo analisando as duas possibilidades, verifica-se que nenhuma está correta, já que foi um equívoco considerar o foco na origem do plano cartesiano (0,0). Isso sugere que não houve compreensão sobre dois elementos da parábola: o foco e o vértice. Outro engano foi a indicação da reta diretriz como "(-2)"; na verdade, a reta diretriz dessa curva é $x=2$. Acreditamos que Ismar não tenha utilizado o recurso da entrada algébrica do *software* para verificar o comportamento da parábola. Se ele o fizesse, poderia

¹² Mais tarde, o grupo teve outra oportunidade de debater sobre essa questão com os demais grupos no *chat* maior.

facilmente constatar que era o vértice que estava na origem do plano cartesiano (figura 4), e não o foco, como ele indicou.

Ele também poderia ter constatado que a reta diretriz teria que interceptar o eixo das abscissas em algum valor positivo, já que o comportamento da concavidade da curva indica que o foco deve ser um valor negativo que estará sobre o eixo das abscissas. Talvez Ismar tenha encontrado a solução algébrica " $P = -2$ " com a mídia lápis e papel e, então, propôs a solução, sem refletir sobre o que o parâmetro " P " representa na construção geométrica (distância entre o vértice e o foco), ocasionando incorreções em sua solução. Na figura 4, a parábola em discussão está corretamente representada.

Figura 4 – Representação geométrica da questão indicada na letra j com o GeoGebra.



Fonte: dados da pesquisa

Esse tipo de "confusão" conceitual, relatada nos parágrafos anteriores, foi identificada também em outros grupos. Alguns conseguiram avançar no debate e compreender as incorreções, enquanto outros, não. Por isso, em um *chat* maior com todos os grupos, trocamos ideias sobre a importância de compreendermos o significado dos parâmetros algébricos da equação na construção geométrica. Aqui, particularmente, verifica-se uma dificuldade em compreender as relações entre as representações algébricas e geométricas. Seria essa uma tensão no sistema de atividade do grupo? Acreditamos que sim. Entretanto, ao que parece, a não exploração das possibilidades do GeoGebra pode ter sido um empecilho para que essa tensão se transformasse expansivamente.

Uma nova abertura para o diálogo e para a colaboração surge durante outro *chat*, no qual estavam em pauta os seguintes exercícios da elipse: h) "*Determine a equação e as coordenadas dos focos de uma elipse de eixo maior 10 e distância focal 6*"; i) "*Determine o centro, os eixos e os focos da elipse $9x^2+4y^2=36$* ". As soluções para essas questões eram encontradas por esse grupo, com técnicas analíticas facilmente encontradas em livros

didáticos que, geralmente, são construídas por meio da escrita. Entretanto, em um determinado momento, Amália pergunta a Caio sobre alternativas de resolução e ele comenta que não conseguiu fazer de outra forma. Ismar, na tentativa de colaborar, imediatamente indica uma possibilidade com o GeoGebra, mas o diálogo não avança.

Caio - Amália, me pregunta si deduje esa ecuación que le pasé?

Amália - isso

Caio - no, la encontré en un libro, jeje. Ese fue mi recurso

Amália - ah ta, pois é, queria tentar resolver sem livro.

Caio - yo también lo intenté pro tampoco pude.

Ismar - Amália tente usar o recurso de medir segmento usando o oitavo botão, para fazer comparações e tirar conclusões.

Os excertos acima sugerem que o livro didático, o lápis e o papel estão, neste instante, na condição de artefatos do sistema. Quando Amália, no excerto anterior, destaca que sua intenção era encontrar uma solução sem o livro, a meu ver, está relacionando a situação atual com as situações anteriores em que o GeoGebra foi protagonista. Seu pensamento foi reorganizado pelos *feedbacks* do *software* nas construções anteriores em que havia o passo-a-passo (TIKHOMIROV, 1981; BORBA, 1999). A pergunta de Amália poderia ser o passo inicial para o desenvolvimento do miniciclo de aprendizagem expansiva. Entretanto, não foi o que ocorreu. Embora Caio tenha indicado que sua preocupação é semelhante à de Amália, e Ismar tenha tentado contribuir, a discussão não avançou e o *chat* foi encerrado.

Apesar da nova composição dos artefatos no sistema, o objeto, ao que parece, não sofreu nenhum tipo de mudança. Mesmo a insistência de Amália, nesse e em outros encontros, não foi suficiente para alavancar novos encaminhamentos para o trabalho do grupo. Houve um direcionamento para um trabalho mais individualizado no sentido de que as interações entre os professores desse grupo foram reduzidas à troca de *e-mails*. Isso não significa que não houve um pensamento coletivo, pois, de acordo com Lévy (1993, p.135), "Não sou 'eu' que sou inteligente, mas 'eu' com o grupo humano do qual sou membro, com minha língua, com toda a herança de métodos e tecnologias intelectuais (dentre as quais, o uso da escrita)". Ou seja, não há uma separação entre seres humanos e tecnologias (BORBA; VILLARREAL, 2005) e, nesse sentido, o pensamento é sempre coletivo.

Então, por quais razões o sistema não se desenvolveu ou o miniciclone não avançou? Que fatores podem ter contribuído para que esse comportamento? Para responder

a essas questões voltamos aos dados e identificamos alguns movimentos que podem auxiliar nessa análise. Um desses aspectos pode estar relacionado às regras e, conseqüentemente, à forma como foi realizada a organização do trabalho. Isso porque todo o sistema de atividade, por meio de mediações (dialéticas), funciona como uma unidade (SOUTO; ARAÚJO, 2013). Assim, as regras, como um dos elementos da unidade básica do sistema de atividade também colaboram para o seu desenvolvimento e avanço do miniciclone. Por isso, é importante investigar o tratamento dado a elas.

Como destacado anteriormente, no instante inicial do trabalho, em que o grupo estava realizando as primeiras construções que continham o passo-a-passo, há um entusiasmo no grupo. Nesta parte da proposta de estudo, o grupo conseguiu manter certa sincronia ao executar a proposta. Entretanto, com o passar do tempo essa situação muda, o grupo não consegue manter a combinação das ações no mesmo espaço de tempo, alguns avançam sem considerar as dificuldades de seus colegas. Além desse descompasso no desenrolar do trabalho, outro aspecto importante a ser observado foi a falta de assiduidade. Ela foi constatada desde o primeiro encontro do grupo e se agravou com o decorrer do tempo. Os dois excertos a seguir são registros desse comportamento.

Amália - Abraços. Terminei o item a

Ismar - na parte 3 estou nas letras f e g ,

Rodrigo - agora que comecei

Rodrigo - pois no próximo encontro não poderei participar.

Amália - Oi colegas. Na semana passada não pude participar das atividades do chat e agora não sei em que atividades vocês pararam.

Daniela - Não pude participar na terça, pois tenho alunos a noite toda.

Faltas como as de Rodrigo, Amália e Daniela, aliadas à incompatibilidade de horários, geraram um desconforto nas relações no grupo que prejudicou o andamento do trabalho, uma vez que a quantidade desses encontros extras, as datas, horários, bem como o tempo de duração de cada um deveria ser acordado dentro do próprio grupo. No entanto, esse grupo de professores não conseguiu se organizar segundo as regras colocadas pelos organizadores do curso e também não conseguiu estabelecer ou propor novas regras que pudessem atender às especificidades do grupo.

Daniela - Vou deixar meu e-mail para contato, pois tenho compromisso as 21h. Vamos ter que marcar outro encontro para acabar as atividades.

Rodrigo - tb não posso ficar depois das 21:00

Daniela - Eu posso na próxima quarta-feira no mesmo horário de hoje. E vcs?

Caio - Yo no puedo ese día. Propongo el mismo horario del chat de esta semana de la tercera feira (martes).

Ismar - para mim pode ser quarta.

Rodrigo - por mim tb pode ser quarta.

O grupo procurou organizar encontros nos *chats*: uma dessas tentativas está registrada na discussão acima, em que a maioria estava disponível na quarta com exceção de Caio. Diante desse impasse e da falta de uma decisão consensual, Rodrigo e Ismar resolvem se encontrar na quarta-feira em um *chat* longo, lento¹³ e pouco produtivo. A falta de comunicação agravou a situação:

Caio - Me sorprende que este chat ya esté con participaciones de mis compañeros ¿tuvieron algún encuentro del que no participé?

Descontentamentos como os enunciados por Caio não foram exceções, e, a partir desse momento, parece que houve uma espécie de divisão no grupo, bem sutil, é verdade. Caio, Daniela e Amália se distanciam de Rodrigo e Ismar, que também preferiram um trabalho com menos envolvimento coletivo. Essa atitude, seja ela espontânea ou não, acabou incorrendo em um trabalho fragmentado. Acredito que esses podem ser considerados indicativos do início de uma tensão causada pelos procedimentos descritos nas regras que, ao que parece, se transformou em um conflito.

No *chat* seguinte, quem não tinha conhecimento era Rodrigo: "*não sabia deste encontro de 17:30*". Após essa falta de comunicação, nossas interferências não foram suficientes para reverter a situação. Mesmo assim, conseguimos organizar alguns horários para mais três *chats*. O comportamento desses professores fez com que esses espaços de discussão servissem apenas de veículo para o cumprimento de uma formalidade, pois cada um procurava registrar o que estava desenvolvendo e ao final ocorria uma espécie de união das partes para formar o todo, conforme Caio escreve em sua entrevista.

Caio: [...] para desarrollar las actividades usando el geogebra tuvimos dificultades en principio con los horarios, no era fácil coordinar los horarios de todos. Por esto tuvimos encuentros en los que no estábamos todos.

Daise: Com esta dificuldade como vc fizeram para "pensar" e "planejar" juntos as atividades finais?

Caio:[...] en principio un encuentro en el Tidiae, ahí estuvimos compartiendo un poco sobre lo que cada uno había hecho, lo que cada uno consideraba debía ponerse en la actividad final, y empezamos a intercambiar archivos de lo que ya habíamos adelantado algunos, luego en la semana, por mail, continuamos compartiendo el material, intercambiando correcciones y observaciones sobre el trabajo de los otros y fue como armamos la propuesta final que enviamos.[...] Debo ser sincero y decirte que el curso no atendió a mis expectativas[...] yo esperaba mucho más en relación a las "Tendencias en Educación Matemática" específicamente en la investigación de este campo. (Caio, entrevista online).

¹³ Um excerto desse chat foi apresentado no início da análise desse grupo, em que Ismar apresentou duas possibilidades de soluções para o exercício "j" da parábola que estavam incorretas.

Durante a entrevista realizada ao final do curso, Caio comenta sobre a incompatibilidade de horários para os encontros extras, o que soa como uma justificativa para o trabalho mais compartimentado, em que cada um fazia uma parte e ao final o resultado era a soma dessas partes. Ele reconhece que na verdade queria apenas discutir as Tendências em Educação Matemática. Apesar de ter declarado anteriormente que sua linha de investigação no doutorado era o ensino e a aprendizagem de Geometria com contornos de Geometria Dinâmica, seu objetivo no curso era aprofundar outras questões relacionadas com as Tendências em Educação Matemática.

Diferente do que foi colocado por Caio, Amália desde o início destacou que sua preocupação era com a capacitação profissional, por ser docente do ensino superior e sentir necessidade de utilizar mais recursos tecnológicos digitais em suas aulas. Em sua entrevista, escreveu sobre o seu entusiasmo com as questões que envolviam o estudo das cônicas. Esse interesse e a satisfação no "fazer" Matemática *online* com GeoGebra é reafirmado em vários momentos, seja nas palavras ou nas ações de Amália. Entretanto essa motivação pessoal não se mostrou um objetivo partilhado pela maior parte de seus colegas de grupo.

Amália: Olha, as atividades que mais gostei foram as das construções: teve uma aula que foi muito boa! como te disse não sei se foi por ser grupo menor, ou se foi por ser o assunto, mas gostei! O fato de você poder compartilhar com outras pessoas é muito legal! (Amália, entrevista online).

O estudo das cônicas idealizado por nós, organizadores, estava ligado à parte do curso que objetivava a capacitação profissional/formação continuada. Como o objeto do sistema de atividade do grupo se aproximava mais da qualificação acadêmica, houve certo distanciamento. A negociação de objetivos, ou seja, a transformação dos motivos, não é algo fácil, ou simples, como um “toma-lá-dá-cá”, é muito mais complexa do que isso. Engeström (2002, p. 177) explica que "muitas vezes habilidades que são rotinizadas em práticas repetidas são difíceis de serem modificadas, abandonadas ou substituídas por novos procedimentos quando a tarefa e o contexto mudam".

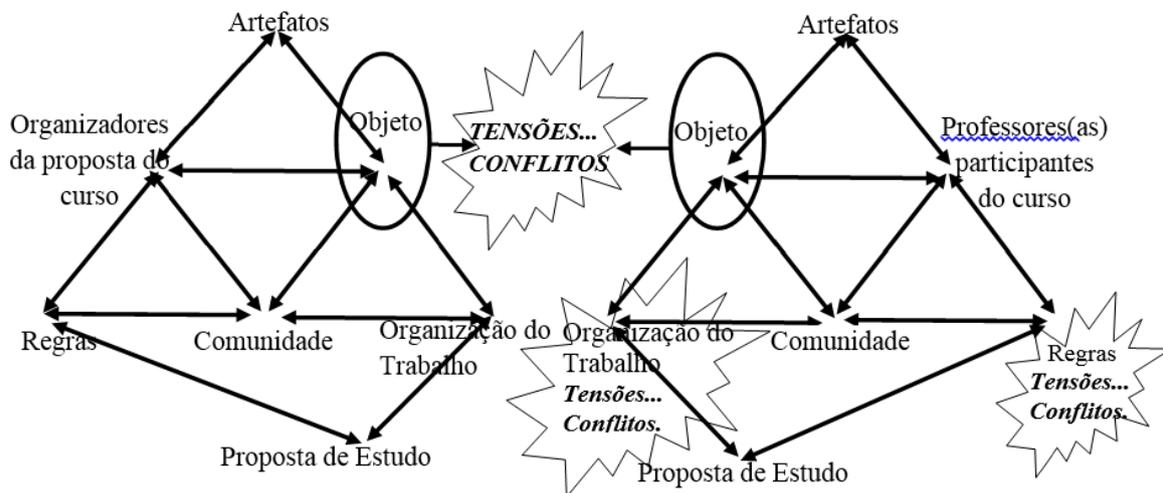
Considerações finais

Os objetivos deste artigo eram discutir as possíveis tensões que geram conflitos e que podem ocorrer durante o processo de aprendizagem matemática on-line, especificamente no momento em que professores realizam um trabalho em conjunto; mostrar que a perspectiva teórico-metodológica do sistema de atividade seres-humanos-

com-mídias que inclui os miniciclones de transformações expansivas pode favorecer esse tipo de análise.

A respeito do segundo objetivo consideramos que os fundamentos teórico-metodológicos adotados favoreceram a análise pretendida. Em relação ao primeiro objetivo verificamos que houve rupturas nas regras e na organização do trabalho do sistema constituído pelos professores participantes. Além disso, ambos os sistemas não estabeleceram relações recíprocas a ponto de os motivos e/ou objeto de um influenciar no outro e vice-versa. Isso se revelou um terreno fértil para que tensões se transformassem em conflitos. O diagrama abaixo sistematiza e auxilia na organização de uma síntese de nossas análises.

Figura 5 – Diagrama das inter-relações entre os sistemas de atividade S-H-C-M analisados.



Fonte: dados da pesquisa

No diagrama acima, o sistema apresentado à esquerda representa o "idealizado" pelos organizadores do curso e, à direita, está o sistema constituído pelos professores. Em destaque estão os principais pontos em que as tensões se transformaram em conflitos.

É preciso considerar que as regras regulam as relações dentro do sistema e é com base nelas que os sujeitos organizam o trabalho. Além disso, um elemento qualquer da atividade pode colidir com outro e gerar uma tensão que pode evoluir para uma transformação expansiva ou gerar um conflito. Neste caso, verificamos que as regras do sistema "idealizado" geraram tensões (ou colidiram) com as regras (ou na falta delas) do sistema dos professores participantes. Isso trouxe dificuldades para a organização do trabalho, contribuindo, assim, para as tensões evoluíssem para conflitos, os quais podem ter

impedido o desenvolvimento do sistema de atividade dos participantes. Essa tensão transformada em conflito também se configurou como um fator impeditivo para o avanço dos miniclones de ambos os sistemas.

Outro aspecto importante a observar diz respeito aos motivos que caracterizaram os objetos de ambos os sistemas. Os motivos iniciais do sistema "idealizado" eram possibilitar que professores se tornassem capazes de produzir Matemática com tecnologias digitais em um ambiente on-line; colocar em destaque a Educação Matemática e fazer ensino, pesquisa e extensão. Esses motivos caracterizaram o seguinte objeto: construir um espaço extensionista de formação continuada e de pesquisa em Educação Matemática voltado para o uso de tecnologias digitais em um ambiente on-line.

Em relação ao sistema constituído pelos professores participantes, verificamos inicialmente um motivo, qual seja: construir uma identidade como pesquisadores em Educação Matemática. Com base nesse motivo, indicamos que o objeto estava, de alguma forma, relacionado à qualificação acadêmica.

Verifica-se, portanto, um relativo distanciamento entre motivos e objetos de um sistema em relação ao outro. No entanto, era de se esperar que nas inter-relações entre esses dois sistemas ocorresse influências recíprocas que resultassem em mudanças para ambos. Entretanto, no caso em análise, acreditamos que os conflitos decorrentes nas tensões nas regras podem ter inibido essas trocas recíprocas e, com isso, reforçado os fatores que serviram de empecilho para o desenvolvimento do sistema dos participantes, bem como do progresso do miniclone de transformações expansivas de ambos os sistemas.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo fomento à pesquisa que originou este artigo.

Referências

ARAÚJO, J. L; SANTOS, M; SILVA, T. Identificando o(s) objeto(s) em atividades de Modelagem Matemática. X ENEM Encontro Nacional de Educação Matemática. **Anais...** Salvador, 2010.

BORBA, M. C. **Students Understanding of transformations of functions using multi-representational software**. 1993, 377f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Cornell University, Ithaca, 1993.

- BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.
- BORBA, M. C. GPIMEM e UNESP: pesquisa, extensão e ensino em informática e Educação Matemática. In: PENTEADO, M; BORBA, M. (Orgs.). **A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão**. São Paulo: Olha d'água, 2000.
- BORBA, M.C; D'AMBRÓSIO, U. Dynamics of change of mathematics education in Brazil and a scenario of current research. **ZDM Mathematics Education**, v.42, p. 271 – 279, 2010.
- BORBA, M.C; VILLARREAL, M. V. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modelling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.
- DEVLIN, K. The logical structure of computeraided mathematical reasoning. **American Mathematical Monthly**, v. 104, n. 7, p. 632-646, 1997.
- ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research**. Helsinki, 1987. Disponível em: <<http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/toc.thm>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- ENGESTRÖM, Y. Activity Theory and individual and social transformations. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. L. (Eds.). **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- ENGESTRÖM, Y. Innovative learning in Work teams: analyzing the cycles of knowledge creation in practice. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R.L. (Eds.). **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999a.
- ENGESTRÖM, Y. Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education an Work**, v. 14, n.1, 2001.
- ENGESTRÖM, Y. Nom scolae sed vitae discimus: como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, H. (Org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: foundations, findings, and future challenges. **Educational Reserarch Review**, v.5, p. 1-24. doi: 10.1016/j.edurev.2009.12.002. Acesso em: 25 set. 2015.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 10 ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.
- GRACIAS, T. A. **A natureza da reorganização do pensamento em um curso a distância sobre Tendências em Educação Matemática**. 2003. 165p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP, Rio Claro, 2003.
- HEIDEGGER, M. **Ser e tempo**. Petrópolis: Vozes, 1988.

- ILLERIS, K. (Org.) **Teorias Contemporâneas de Aprendizagem**. Penso Editora: Porto Alegre, 2009.
- JACCOUD, M; MAYER, R. A observação direta e pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. et al. **A Pesquisa Qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008.
- JACINTO, H.; CARRERA, S. Beyond-school mathematical problem solving: a case students-with-media. PME 37 Conference. **Proceedings...** Kiel, 2013.
- KAPTERLININ, V. **Activity theory: implications for human computer interaction**. 1993. Disponível em: <<http://www.comp.lleds.ac.uk/umuas/reading-group/kapterlinin-ch5.pdf>> Acesso em: 15 out. 2010.
- LATOUR, B. **Science in action**. Milton Keynes: Open University, 1987.
- LÉVY, O. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora, 34, 1993.
- LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Livros Horizonte: Lisboa, 1978.
- LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic Inquiry**. Londres: Sage Publications; Lisboa: Edições 70, 1985.
- MALHEIROS, A. P. **Educação Matemática Online: a elaboração de projetos de modelagem**. 2008. 178f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Rio Claro, 2008.
- MALTEMPI, M; MALHEIROS, A. P. Online distance mathematics education in Brazil: research, practice and policy. **ZDM Mathematics Education**, v. 42, pp. 291 – 303, 2010.
- OCHOA, J. A. V. **La comprensión de la tasa de variación para una aproximación al concepto de derivada: un análisis desde la teoría de Pirie y Kieren**. 2011. 228f. Tese (Doutorado) - Universidad de Antioquia, Medellín, 2011.
- OLIVEIRA, G.P.; MARCELINO, S.B. Estratégias didáticas com o software SuperLogo: adquirir fluência e pensar com tecnologias em Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v.17, n. 4, pp. 816-842, 2015.
- SILVA, M. **Educação Online**. São Paulo: Loyola, 2003.
- SOARES, D, S.; SOUTO, D.L.P. Tensões no processo de análise de modelos em um curso de Cálculo Diferencial e Integral. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC**. v. 9, n. 17, 2014.
- SOUTO, D. L. P. Refletindo sobre o papel do software GeoGebra na produção de conhecimento Matemático construído por um coletivo pensante formado por humanos e mídias. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (IGISP)**, v. 1, p. 22-36, 2012.

- SOUTO, D. L. P. Mídias: artefatos e/ou objeto? XVI Conferência GPIMEM: 20 anos Tecnologias Digitais em Educação Matemática. **Anais...** Rio Claro, 2013.
- SOUTO, D. L. P. *Transformações Expansivas em um curso de Educação Matemática a distância online*. 2013. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Rio Claro, 2013a.
- SOUTO, D. L. P. **Transformações Expansivas na Produção Matemática On-line**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.
- SOUTO, D. L. P. Transformações e Moldagem Recíproca na produção Matemática online com software. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia** (no prelo), 2015.
- SOUTO, D. L. P. O uso de podcasts na disciplina de Cálculo Diferencial e integral: o ponto de vista dos alunos. XIV Conferência Interamericana de Educación Matemática - CIAEM. **Anais...** Tuxtla Gutiérrez, 2015.
- SOUTO, D. L. P. Formação Continuada de Professores: tensões na produção Matemática on-line. In: SOUZA, J.; CEVALLOS, I. (Orgs) *A formação, a atuação e os desafios profissionais do professor*. Curitiba, PR: CRV, 2015b.
- SOUTO, D. L. P.; ARAÚJO, J. L. Possibilidades expansivas do sistema seres-humanos-com-mídias: um encontro com a Teoria da Atividade. In: BORBA, M. C.; CHIARI, A. (Org.) **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. Livraria da Física: São Paulo, 2013.
- SOUTO, D. L. P.; BORBA M. C. Transformações Expansivas e Tarefas Matemáticas em um Universo que envolve Seres-Humanos-Com-Mídias. I Congresso Internacional sobre a Teoria Histórico-Cultural e 11ª Jornada do Núcleo de Ensino de Marília. **Anais...** Marília: Oficina Universitária, v. 1. p. 1-15, 2012.
- SOUTO, D. L. P.; BORBA M. C. Transformações expansivas em Sistemas de Atividade: o caso da produção matemática com Internet. **Revista Perspectivas em Educação Matemática**, v. 6, 2013.
- SOUTO, D. L. P.; BORBA M. C. Movimentos, estagnações, tensões e transformações na aprendizagem da matemática online. VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática SIPEM. **Anais...** Pirenópolis, 2015.
- SOUTO, D. L. P.; BORBA M. C. **Seres-humanos-com-internet ou internet-com-seres-humanos**: uma troca de papéis? *Mimeo*, 2015a.
- VEGA, E. A. S; CANO, R. A. L; LÓPEZ, C. M. J. el teorema fundamental del cálculo en la educación a distancia online. In: *Anais - VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática*. Canoas, 2013.
- VEGA, E. A. S; CANO, R. A. L; LÓPEZ, C. M. J. La entrevista de carácter socrático como una estrategia para producir conocimiento matemático en educación a distancia online. In: XIV Conferência Interamericana de Educación Matemática - CIAEM. **Anais...** Tuxtla Gutiérrez, 2015.