

MOVIMENTO E RIGIDEZ DE CERTO TRIÂNGULO: UM ENFOQUE HISTÓRICO-CULTURAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

*Jussara de Loiola Araújo
DMat/ICEX/ UFMG
jussara@mat.ufmg.br*

*TeresinhaFumi Kawasaki
DMTE/FaE/UFMG
kawasakit@gmail.com*

Resumo:

Apresentamos, neste artigo, uma forma como o Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências, da Universidade Federal de Minas Gerais, tem utilizado o enfoque teórico histórico-cultural em suas pesquisas. Nosso objetivo é refletir sobre o uso da representação triangular de um sistema atividade, proposta pelo pesquisador finlandês YrjöEngeström, por parte dos integrantes do grupo, enfatizando a nossa preocupação de representar o dinamismo inerente à atividade devido à natureza dialética que assumem as relações estabelecidas entre seus elementos. Apresentamos três trabalhos realizados por membros desse grupo, destacando o movimento que cada um deles imprime à representação triangular do sistema atividade, muitas vezes criticada por sua rigidez.

Palavras-chave: Educação Matemática; Pesquisa; Teoria da Atividade; Representação Triangular.

1. Introdução

O tema desta mesa redonda são as pesquisas em educação matemática conduzidas sob o enfoque histórico-cultural. Uma das perspectivas que se localiza nesse enfoque teórico é a Teoria da Atividade (TA), cujas raízes estão na escola histórico-cultural da psicologia soviética e temem seus fundamentos filosóficos as ideias de Karl Marxe FriedrichEngels sobre o materialismo dialético. Embora relativamente recente no meio (acadêmico) ocidental, a teoria da atividade vem ganhando fôlego nos últimos anos e alguns pesquisadores do campo da educação (matemática)têm feito incursões teórico-práticas em suas ideias. Um grupo que tem se dedicado a discutir e utilizar a teoria da atividade em seus estudos, pesquisas e outras *atividades* é o Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências, sediado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do qual as autoras deste artigo são integrantes.

Com base em nossa experiência, um propósito mais amplo, deste artigo, é apresentar como o Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências tem utilizado o enfoque teórico histórico-cultural (em particular, a TA) em suas pesquisas. Especificamente, nosso objetivo é refletir sobre o uso da representação triangular de um sistema atividade¹, proposta pelo pesquisador finlandês YrjöEngeström, por parte dos integrantes do grupo, enfatizando a nossa preocupação de representar o dinamismo inerente à atividade devido à natureza dialética que assumem as relações estabelecidas entre seus elementos(e.g.,sujeito|objeto).

Para tal, começaremos descrevendo a representação triangular de um sistema atividade, como proposto por Engeström (1987, 2001), assim como as ideias e os conceitos da TA necessários para bem compreendê-la. Em seguida, apresentamos o Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências, relatando parte de sua história. Após apresentar o grupo, como um todo, daremos destaque a alguns trabalhos desenvolvidos por seus componentes. Esses trabalhos têm, em comum, o uso da representação triangular do sistema atividade. Aproximando-nos um pouco mais do objetivo, procuraremos, na descrição dos trabalhos, enfatizar aspectos que mostram certo *movimento* no triângulo que, muitas vezes, é questionado, inclusive por nós mesmos, por imprimir certa *rigidez*. Essas duas palavras –*movimento* e *rigidez* – vão dar o tom das considerações finais deste artigo. Com a problematização da relação entre rigidez e movimento, concretizada no uso da representação triangular, pretendemos, ao mesmo tempo, dar visibilidade ao trabalho do grupo e propor desafios teóricos para aqueles que se interessam pelo enfoque histórico-cultural em pesquisas na educação matemática (mas não apenas!).

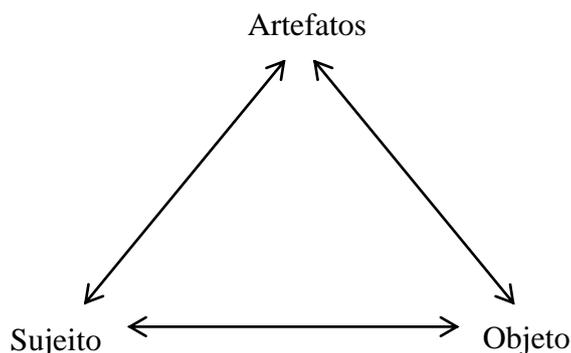
2. Teoria da atividade e a representação triangular do sistema atividade

A teoria da atividade considera a atividade como a unidade básica do desenvolvimento humano. A mediação (como compreendida por Vygotsky) entre sujeito e objeto da atividade, por meio de artefatos culturais, é o motor desse desenvolvimento.

¹Nota sobre a tradução: Engeström e Miettinen (1999) propõem *activitysystem* – sistema composto por, no mínimo, objeto, sujeito, artefatos mediadores (signos e ferramentas), regras, comunidade e divisão de trabalho (ENGESTRÖM, 1987) – como a unidade de análise de uma pesquisa que tem como foco a atividade humana. Traduzimos *activitysystem* como sistema atividade e, mais para a frente, *activitysystems* como sistemas atividades, assim como em Kawasaki (2008).

Segundo Leont'ev (1981, p. 46), “a atividade emerge como um processo de transformações recíprocas entre os polos da relação sujeito-objeto.”Essas transformações são mediadas por artefatos culturais (ferramentas ou signos) e sujeito e objeto transformam o outro e a si mesmo continuamente. De forma usual, utiliza-se um triângulo para representar a mediação entre sujeito e objeto, como na Figura 1.

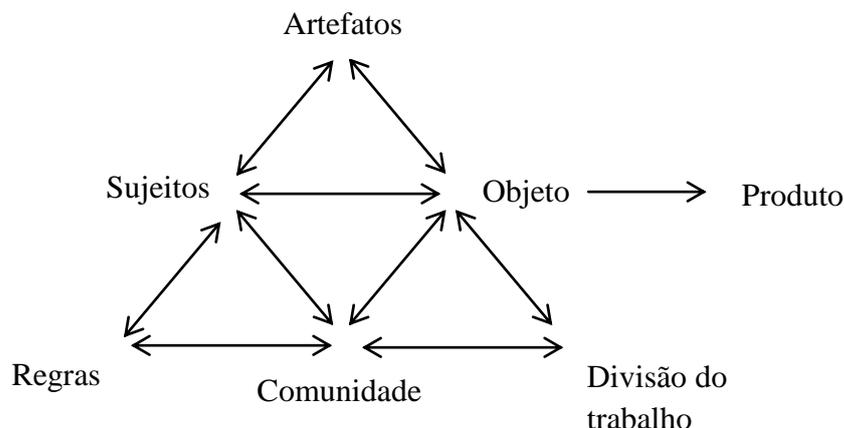
Figura 1 -A relação mediada por artefatos entre sujeito e objeto



Fonte: Engeström; Miettinen, (1999).

Esse modelo, entretanto, é centrado no indivíduo, ou seja, ele tem a atividade do sujeito como unidade de análise. À medida que a teoria da atividade foi sendo difundida pelo mundo ocidental, ela foi se deparando com novos interesses e desafios, imprimindo a ela algumas transformações. Uma mudança chave, nessas transformações, foi a da unidade de análise para o coletivo de humanos em atividade. Um novo modelo, apresentado na Figura 2, foi proposto por Engeström.

Figura 2: Representação do sistema atividade humana



Fonte: Engeström (2001).

Nesse modelo, cada triângulo representa a relação dialética entre dois elementos (representados em dois de seus vértices) mediada pelo elemento representado no terceiro vértice. Assim, à mediação entre sujeitos e objeto, por meio dos artefatos (já representada na Figura 1), é acrescentada a mediação pela comunidade na qual os sujeitos estão inseridos, o que leva ao acréscimo do triângulo com vértices “sujeitos”, “objeto” e “comunidade”. A relação entre sujeitos e comunidade é mediada pelas regras que regem a atuação de todos os indivíduos que fazem parte da comunidade, incluindo os sujeitos que protagonizam a atividade. Por fim, a relação entre comunidade e objeto é mediada pela divisão do trabalho estabelecida na comunidade. Como resultado da atividade, o objeto, entendido como “a ‘matéria-prima’ ou o ‘espaço-problema’ para o qual a atividade é direcionada” (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010, p. 6), é transformado no produto da atividade.

Essa representação triangular do sistema atividade pode dar a sensação de que a teoria da atividade é uma teoria estruturante, que tenta enquadrar algo muito complexo – a atividade humana – em uma representação relativamente simples. Roth (2004, p. 2) afirma que, “ao longo dos últimos anos, [ele] tem, repetidamente, ouvido colegas expressarem a crítica de que a teoria da atividade, representada dessa forma, é fundamentalmente estática, salientando suas dimensões estruturalistas.” O autor não concorda com a crítica, pois, segundo ele, tal caracterização “não reconhece que o modelo é inerentemente dinâmico.” (p. 2).

As impressões descritas no parágrafo anterior – representação estática em oposição à representação dinâmica – têm sido, por vezes, compartilhadas pelos componentes do Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências. Mas antes de falarmos do uso que temos feito dessa representação, é preciso conhecer um pouco de nossa história.

3. O Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências

O Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências desenvolve suas *atividades*, na acepção coloquial da palavra, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Fundado em 2006, por iniciativa de algumas professoras e alunas da UFMG², tínhamos, em princípio, o objetivo de entender a Teoria da Atividade. Por isso, informalmente, nos autodenominamos “Grupo de TA”.

Cada uma de nós tinha ouvido falar sobre a Teoria da Atividade, por meio de diferentes fontes, e ficamos curiosas sobre o assunto, uma vez que a teoria parecia ser uma possibilidade de fundamentação de nossas pesquisas. Começamos a nos reunir informalmente, com o objetivo de ler artigos, livros e outras referências com as quais tivemos contato. Com a intenção de compreendermos a teoria mais profundamente, fomos fazendo um exercício de leituras e discussões em direção às bases da TA: começamos pela leitura do trabalho de YrjöEngeström, passamos para a obra de Alexei Leont’ev e depois nos dedicamos a Lev Vygotsky. Simultaneamente, encontramos outros que nos ajudaram a compreender as ideias desses autores: Wolff-Michael Roth, VasiliDavydov, Jean Lave, Maria Inês Mafra Goulart, Flávia Asbahr, entre outros.

Com o amadurecimento das discussões, cada componente do grupo começou a tentar usar a TA em suas próprias pesquisas, o que nos levou a refletir sobre possibilidades de diálogos entre a TA e os diferentes referenciais teóricos que, até então, cada um de nós usava em suas respectivas pesquisas. Nesse sentido, refletimos sobre possíveis harmonias da TA com a cognição situada de Jean Lave, com a educação matemática crítica de OleSkovsmose, com referenciais que discutem tecnologias digitais em práticas educativas, com a perspectiva de Paulo Freire sobre a constituição docente, dentre outras.

²Somos consideradas fundadoras do grupo, em ordem alfabética: Jussara Araújo, Manuela David, Márcia Pinto, Maria Inês Goulart, Teresinha Kawasaki e Vanessa Tomaz. Atualmente, todas somos professoras da UFMG, com exceção de Márcia Pinto, que tornou-se professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Com os comentários que fazíamos pelos corredores da universidade, acabamos por encontrar outros colegas que também se interessam pelo assunto. Também passamos a orientar pesquisas de mestrado e doutorado que utilizam a TA como parte de seu referencial teórico. Isso fez com que o grupo crescesse e, hoje, contamos com a participação de dezesseis membros.

Passamos, a seguir, a apresentar alguns trabalhos desenvolvidos pelos membros do grupo, dando destaque para a forma como temos utilizado a representação triangular do sistema atividade.

4. Algumas pesquisas realizadas pelo grupo: dando movimento ao triângulo

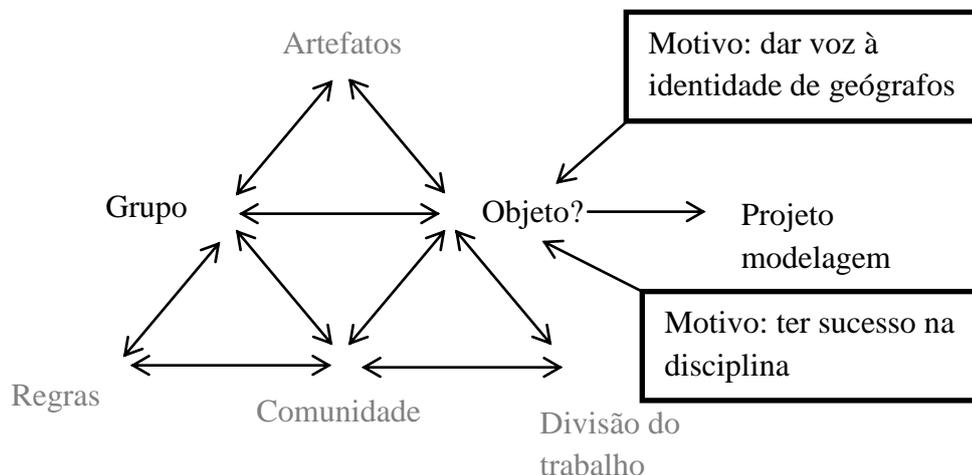
Nesta seção, apresentamos três trabalhos (ARAÚJO; SANTOS; SILVA, 2010; DAVID; TOMAZ, 2012 e MELILLO, 2011) desenvolvidos nos últimos anos por integrantes do grupo. Eles têm a TA como fundamentação e, mais especificamente, lançam mão da representação triangular da atividade.

O objetivo de Araújo, Santos e Silva (2010) foi identificar (ou tentar se aproximar de) o objeto da atividade de um grupo de alunos do curso de Geografia da UFMG ao desenvolver um projeto de modelagem matemática. A apresentação do projeto, por parte do grupo, era dividida claramente em duas partes: uma que discutia aspectos sociais, políticos e ambientais do projeto, na qual todo o grupo estava engajado, e outra que se dedicava aos aspectos matemáticos do projeto, pela qual apenas uma aluna se responsabilizou. Levando em conta que o desenvolvimento de um projeto de modelagem matemática, em sala de aula, visa convidar os alunos a se envolverem coletivamente na abordagem de um problema da realidade por meio de instrumentos matemáticos (ARAÚJO, 2012), parecia haver um conflito entre o que a professora propôs e o que os alunos realizaram.

Apoiadas em Kaptelinin (2005), segundo o qual “o objeto da atividade é determinado cooperativamente por todos os motivos efetivos” (p. 17), Araújo, Santos e Silva (2010) concluem que o grupo era movido, principalmente, por dois motivos: dar voz à identidade de geógrafos e ter sucesso na disciplina da qual o desenvolvimento do projeto fazia parte. Para as autoras, o grupo tinha um objeto compartilhado na primeira parte da apresentação. Entretanto, na atividade como um todo, o “objeto permaneceu em aberto, como questionamentos em um espaço-problema compartilhado coletivamente.” (p. 9).

A discussão realizada por Araújo, Santos e Silva (2010), na busca do objeto da atividade realizada pelo grupo de alunos, está ilustrado na Figura 3, na qual damos destaque à indefinição do objeto da atividade devido ao conflito entre motivos.

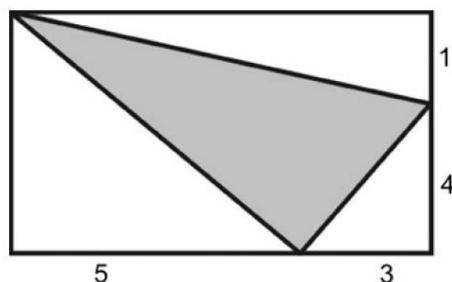
Figura 3: Identificando o(s) objeto(s) em uma atividade de modelagem matemática



Fonte: representação criada pelas autoras deste artigo.

Em David e Tomaz (2012), os conceitos de miniciclos e aprendizagem expansiva proporcionaram a oportunidade para desenvolver uma análise, em nível local, de um episódio ocorrido na sala de aula de matemática do professor Roberto. Em uma aula na qual acontece correção de exercícios, Roberto dá destaque a um que demandaria uma resolução diferente por parte de seus alunos, se comparado aos demais exercícios até então resolvidos. O exercício em questão solicitava o cálculo da área do triângulo destacado em cinza na Figura 4, inscrito em um retângulo, do qual eram fornecidas algumas medidas.

Figura 4: Figura utilizada pelo Prof. Roberto no exercício



Fonte: David e Tomaz (2012).

Dado o exercício, alunos e professores se engajaram em sua resolução. O episódio analisado por David e Tomaz (2012) já tinha sido analisado anteriormente, utilizando a abordagem da TA, mas com o olhar voltado para as ações do professor (DAVID; TOMAZ, 2009) em processos de ciclos expansivos (ENGESTRÖM, 2001). As pesquisadoras, ainda na abordagem da TA, retomam a análise em David e Tomaz (2012), mas, dessa vez, com foco no papel que assume a representação visual do retângulo na atividade de resolução do exercício. A representação visual e as fórmulas eram, inicialmente, vistas como artefatos de mediação na resolução do exercício. A equivocada representação gráfica do retângulo (observe que o desenho não apresenta as proporções corretas das medidas) gera conflito, uma vez que alunos mobilizam formas de resolução já utilizadas em situações anteriores, em que figuras com as medidas corretas lhes foram apresentadas. Ações como cortar e deslocar os diferentes triângulos que compõem um retângulo procurando formar um novo retângulo eram estratégias comuns para o cálculo da área de um triângulo que, basicamente, seria calculada pela conhecida fórmula “base vezes altura dividido por dois”.

Com a tensão gerada por essa situação, Roberto inicia um processo de negociação dos sentidos que os alunos davam à figura. Os miniciclos (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010) marcam as diferentes articulações e a construção de um novo sentido dado à representação visual do problema em questão. O miniciclo que deu inicialmente destaque ao artefato utilizado na resolução de outros exercícios se expande e, desse fato, emerge uma nova atividade em que o artefato se torna o objeto da atividade.

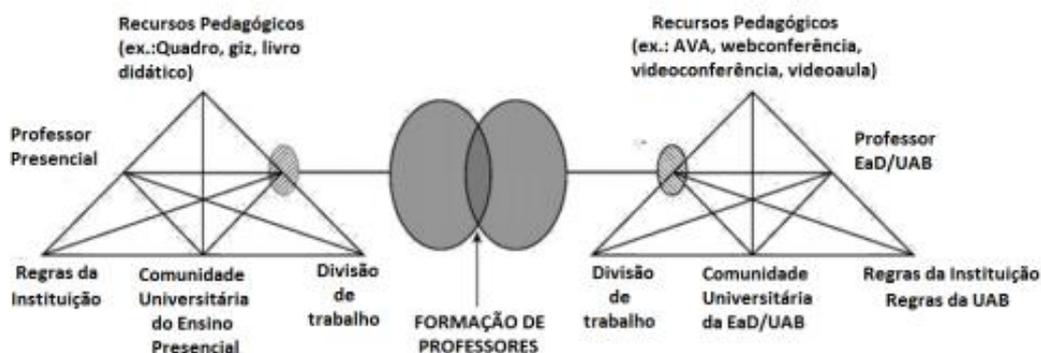
David e Tomaz (2012) apontam que as tensões geradas pelos papéis assumidos pela representação gráfica do problema deram emergência a quatro atividades cujos elementos

eram reconfigurados e reorganizados no sistema atividade. Elas esclarecem que essas atividades não aconteciam em sequência estanque, como se uma iniciasse após a finalização de outra. Por vezes elas se sobrepunham, ou seja, ocorriam em um mesmo espaço de tempo e lugar.

Em Melillo (2011), o olhar da ex-tutora à distância de um curso de matemática inserido no projeto Universidade Aberta do Brasil (EAD/UAB) voltou-se para as ações de professores que, comum longo tempo de atuação no ensino presencial, passam a atuar, repentinamente, no ensino a distância. Nesse contexto, a pesquisadora, inicialmente, identificou que o(a) professor(a), nesse processo, adquire características híbridas: levando, em um primeiro momento, práticas do ensino presencial para o ensino a distância e, em um segundo momento, trazendo práticas do ensino à distância para o ensino presencial.

A TA, por meio do conceito do sujeito que participa de, no mínimo, dois sistemas atividades e que atravessa fronteiras, fundamenta a primeira compreensão das atividades desses professores. A Figura 5 representa o professor que participa de um sistema formado por duas atividades (ENGESTRÖM, 2001): a sua atividade como professor do ensino presencial e a atividade que passa a incorporar quando passa a ensinar na modalidade a distância.

Figura 5: Dois sistemas atividades em que os sujeitos estão inseridos



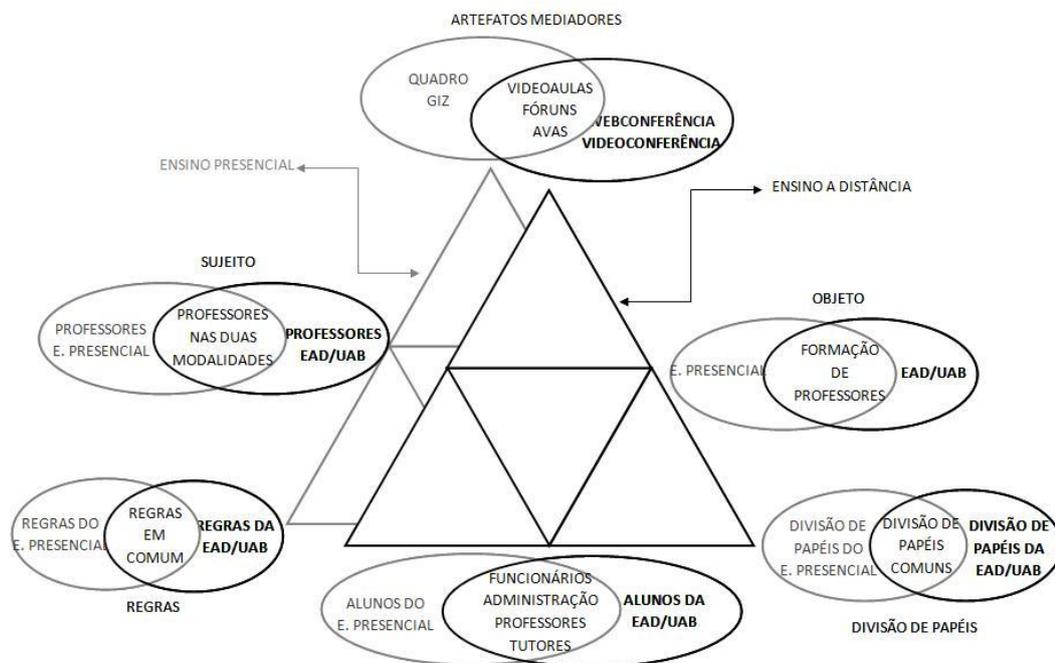
Fonte: Melillo (2011).

Nesse modelo, o objeto/motivo potencialmente compartilhado é a formação de professores. Regras, comunidade, divisão de trabalho

artefatos mediadores diferem. Entretanto, na visão de Melillo (2011), essa interpretação inicial se mostrou inadequada para representar o movimento dos professores que investigou. Sua observação, ao longo de um semestre, permitiu uma reflexão que a faz lançar mão da hipótese de que, para esses professores que atuam no ensino presencial e passam, repentinamente, a atuar na EaD/UAB, as atividades de ensinar a distância e no presencial se mesclam e constituem uma única atividade, a de formação professores, seja na modalidade a distância ou presencial.

A autora pondera que a EaD/UAB é fruto da política de expansão e interiorização do ensino superior público protagonizado pelo Governo Federal nos últimos anos e, portanto, tem características próprias oriundas da atividade de formar professores nas Instituições Públicas de Ensino Superior. Melillo (2011) apresenta, então, uma nova representação triangular em que os sistemas atividades não são mais disjuntos, mas que compartilham o mesmo espaço de tempo e lugar. Assim, há sujeitos, objetos, regras, divisão de trabalho distintos que se fazem presentes nas duas modalidades, apresentando núcleos em comum (Figura 6).

Figura 6: Sujeitos em atividade híbrida.



Fonte: Melillo (2011).

Além disso, Melillo (2011) afirma que a EaD/UAB é “assombrada” pela atividade no ensino presencial, uma vez que professores reproduzem práticas do ensino presencial na modalidade a distância e esta, por sua vez, “assombra” o ensino presencial, na medida em que a participação na EAD/UAB muda também as práticas desses professores no ensino presencial.

Apresentados os três trabalhos, destacamos o movimento que cada um deles imprime à representação triangular do sistema atividade, por mais difícil que seja enxergar esse movimento em um texto linear como este. Araújo, Santos e Silva (2010) discutem a difícil tarefa de detectar o objeto de uma atividade de alunos do curso de Geografia da UFMG no desenvolvimento de projetos de modelagem matemática, na qual diferentes motivos fazem o objeto aparecer, se esmaecer, e, finalmente, se constituir como um espaço-problema. David e Tomaz (2012) mostram o movimento da representação gráfica de um triângulo inscrito em um retângulo, ora como artefato, ora como objeto, no sistema atividade de resolução de exercícios na aula de matemática do professor Roberto. Finalmente, Melillo (2011) mostra como dois sistemas atividades se mesclam e se constituem mutuamente, na atividade de formar professores de matemática em Instituições Públicas de Ensino Superior, nas modalidades à distância e presencial.

5. Considerações Finais

O propósito deste artigo foi contribuir para o debate sobre as pesquisas em educação matemática conduzidas sob o enfoque histórico-cultural. Nele, apresentamos, inicialmente, o Grupo de Pesquisa e Estudos Histórico-culturais em Educação Matemática e em Ciências e, como integrantes do grupo, contamos um pouco de sua história. Em seguida, discutimos como integrantes do grupo fazem a leitura e utilizam a TA em suas pesquisas. Destacamos, especificamente, a utilização da representação triangular da atividade como proposta por Engeström (1987, 2001), apesar das constantes críticas que sofre como uma representação demasiadamente estática, rígida e, ainda mais grave, estruturante para a atividade. Apresentamos três estudos conduzidos por integrantes do grupo que retratam essa situação. Em comum, os estudos apresentam uma proposição inicial para a representação triangular da atividade estudada, mas tensões e contradições – inerentes à atividade humana intencional e que, na TA, são entendidas como as forças propulsoras da transformação – fazem com que, em outro momento, a representação triangular seja

reconfigurada, ora pelo movimento dos sujeitos em atividade, ora pelo movimento da própria investigação.

Nos estudos apresentados, entendemos que, como *signo* (que é um artefato – veja Figuras 1 e 2), a representação triangular da atividade é impregnada de características de um artefato cultural que medeia a nossa atividade de investigar. Assim, ela será vista, em certos momentos, em sua forma estática – enquanto recorte da pesquisa em questão – e, em outros, como um objeto dinâmico, uma vez que os processos de internalização e externalização da atividade nos expõem a transformações mútuas entre sujeito investigador e a representação triangular da atividade.

A alegada rigidez do triângulo, no nosso modo de ver, deve-se às relações historicamente constituídas entre os elementos da atividade: estes se configuram (mudam) ao longo do tempo, mas mantêm-se relativamente estáveis ao longo da história.

6. Agradecimentos

Agradecemos a organização do XI Encontro Nacional de Educação Matemática (XI ENEM) pela oportunidade de apresentar e discutir nosso jeito de realizar pesquisas em educação matemática sob o enfoque histórico-cultural. Agradecemos, com especial carinho, os componentes do grupo (em ordem alfabética: André, Dilhermando, Diva, Edmilson, Eduardo, Elizabeth, Jorge, Kelly, Manuela, Maria Cristina, Marinês, Marisa, Rutylee, Vanessa), por confiar e ajudar as autoras deste artigo a divulgar nosso trabalho.

7. Referências

ARAÚJO, J. L. Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática. *Boletim de Educação Matemática (BOLEMA)*, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 67-87, ago. 2012.

ARAÚJO, J. L.; SANTOS, M.; SILVA, T. Identificando o(s) objeto(s) em atividade(s) de modelagem matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10, 2010, Salvador. *Anais...* Salvador: SBEM, 2010. 1 CD-ROM.

DAVID, M. M.; TOMAZ, V.S. The role of visual representations for structuring classroom mathematical activity. *Educational Studies in Mathematics*, v. 80, p. 413-431, 2012

DAVID, M. M.; TOMAZ, V. S. Researching classrooms: historicity as a perspective to analyze geometry class. In: TZEKAKI, M.; KALDRIMIDOU, M.; SAKONIDIS, H.

(Eds.), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 2, pp. 377 – 384).Thessaloniki, Greece: PME. 2009

ENGESTRÖM, Y. *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit. 1987.

ENGESTRÖM, Y. Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, v.14, n.1, p. 133-156, 2001.

ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R. Introduction. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. (Eds.) *Perspectives on activity theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 1-16.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: foundations, findings, and future challenges. *Educational Research Review*, v. 5, p. 1-24, 2010.

KAPTELININ, V. The object of activity: making sense of the sense-maker. *Mind, Culture and Activity*, v.12, n.1, p. 4-18, 2005.

KAWASAKI, T. F. *Tecnologias na sala de aula de matemática: resistência e mudanças na formação continuada de professores*. Belo Horizonte: UFMG, 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LEONT'EV, A. The problem of activity in psychology. In WERTSCH, J. V. (Ed.) *The concept of activity in soviet psychology*. New York: Sharpe Inc., 1981. p. 37-71.

MELILLO, K.M. *Em um dia, professor no ensino presencial. Em outro, professor no ensino a distância: que estratégias ele utiliza para ensinar Matemática?* Ouro Preto: UFOP, 2011. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ROTH, W-M. Activity theory and education: an introduction. *Mind, Culture and Activity*, California, n. 11(1), p. 1-8, 2004.