

Cartoons Matemáticos com Tecnologias Digitais

Mathematical Cartoons with Digital Technologies

ROSICACIA FLORÊNCIO COSTA¹DAISE LAGO PEREIRA SOUTO²

Resumo

O objetivo deste artigo é discutir o modo como as tecnologias digitais, utilizadas na produção de cartoons, podem influenciar o raciocínio Matemático. Os dados foram produzidos durante a realização de oficinas com alunos do Ensino Médio. Metodologicamente, este estudo insere-se no paradigma qualitativo e caracteriza-se como uma pesquisa-ação. Os instrumentos de produção dos dados foram a observação participante, notas de campo, questionário, entrevistas e registro audiovisual. A fundamentação teórica se apoiou nos conceitos presentes no Sistema de Atividade Seres-Humanos-Com-Mídias. Os principais resultados indicaram que as tecnologias digitais, utilizadas na produção dos cartoons, influenciaram e reorganizaram o raciocínio matemático. Elas possibilitaram mudanças no processo de aprendizagem da Matemática.

Palavras-chave: *Aprendizagem da Matemática, Cartoons, Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.*

Abstract

The objective of this article is to discuss how digital technologies, through the production of cartoons, can influence Mathematical Reasoning. The data was collected during workshops with high school students. Methodologically, this study is part of the qualitative paradigm and is characterized as an action research. The instruments of data collection were participant observation, field notes, questionnaires, interviews and audiovisual records. The theoretical framework was based on the concepts present in the Human-Media Interaction System. The main results indicated that the digital technologies used in the production of the cartoons, influenced and reorganized Mathematical Reasoning. They enabled changes in the learning process of Mathematics.

Keywords: *Learning process of Mathematics, Cartoons, Human-Media Interaction System.*

¹ Mestra em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT e Docente da rede estadual de ensino do estado de Mato Grosso. E-mail: rosicacia@hotmail.com

² Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECM da Universidade do Estado de Mato Grosso e do Programa de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática - REAMEC e membro associada do Grupo de Pesquisa em Informática Outras Mídias e Educação Matemática – GPIMEM - UNESP – Rio Claro. E-mail: daise@unemat.br

Introdução

A busca por compreensões sobre o modo como as Tecnologias Digitais (T.D) influenciam o processo de aprendizagem não é algo novo em pesquisas. Borba et. al. (2016) destacam que a ideia de como elas condicionam nosso pensamento vem sendo discutida há décadas e cita como exemplo os estudos de McLuhan (1964). Este apresentou ideias que levantaram discussões sobre a própria noção do que é ser humano, sugerindo que as Tecnologias Digitais (ou mídias) devem ser consideradas extensões do homem.

Na área de Educação Matemática, alguns estudiosos também direcionaram seus estudos para essa linha (e.g. BORBA, 2012; SOUTO, 2015). Nessas pesquisas, Borba (2012) e Souto (2015) apresentam, analisam e discutem como as tecnologias digitais têm influenciado/reorganizado o pensamento humano e o processo de aprendizagem da Matemática.

No entanto, pesquisas com essa temática, ainda apresentam um campo fértil, levando em consideração a breve revisão de literatura que realizamos e apresentamos na próxima seção. A revisão de literatura realizada nos permite afirmar que são poucas as pesquisas que abordam essa problemática. Os trabalhos selecionados sinalizam que as tecnologias digitais podem contribuir para distintas maneiras de aprender Matemática. Segundo Oliveira e Marcelino (2015), o uso das T.D (*software*) pode estimular o pensamento matemático, impulsionando a resolução de problemas com o emprego da interface computacional.

Essas observações sobre as possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais na aprendizagem da Matemática, discutida por esses autores, fizeram-nos levantar a seguinte questão: como as tecnologias digitais podem influenciar o raciocínio durante o processo de produção de *cartoons* matemáticos? Para tanto, a pesquisa foi realizada com alunos do Ensino Médio Inovador da Escola Estadual Oscar Soares. Assim, nosso objetivo, neste artigo³, é discutir o modo como as tecnologias digitais, utilizadas na produção de *cartoons*, podem influenciar o raciocínio Matemático.

De acordo com Souto (2015), estudos que particularizam o pensar com tecnologias digitais se harmonizam com teorias de aprendizagem mais contemporâneas. Baseando-se nessa discussão, fundamentamo-nos na perspectiva teórico-metodológica denominada

³ Vale ressaltar que este artigo apresenta um recorte da pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Dep. Est. Renê Barbours, realizado pela primeira autora, orientada pela segunda autora deste artigo.

Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias (SS-H-C-M), que vem sendo discutida por Souto (2013, 2014, 2015), Souto e Araújo (2013) e Souto e Borba (2013, 2015). O Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias tem suas raízes teóricas nas ideias da vertente da Teoria da Atividade defendida por Engeström (1987) e na visão epistemológica que permeia o construto Seres-Humanos-Com-Mídias (BORBA, 1999; BORBA; VILLARREAL, 2005).

De acordo com Souto (2013), no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, uma mídia pode desempenhar mais de um papel ou coparticipar de um mesmo papel no Sistema de Atividade. Para este artigo, a análise dos dados foi fundamentada na visão epistemológica presente no SS-H-C-M.

Metodologicamente, este estudo insere-se no paradigma qualitativo e caracteriza-se como uma pesquisa-ação. Consiste, essencialmente, em relacionar pesquisa e ação em um processo no qual os atores e pesquisadores se envolvem, participando, de modo colaborativo, na elucidação da realidade em que estão inseridos, não só identificando os problemas coletivos, como também buscando e experimentando soluções em situação real.

Os instrumentos de produção dos dados foram a observação participante, notas de campo, questionário, entrevistas e registro audiovisual. Para a análise dos dados produzidos, utilizamos a indução analítica, pois ela permite identificar os elementos fundamentais de uma pesquisa, para daí deduzir, se possível, uma explicação (DESLAURIERS, 2008). A indução analítica visa à determinação de propriedades, características, partes, elementos que constituem o fenômeno social.

Para o alcance do objetivo aqui proposto, este artigo está sistematizado da seguinte forma: inicialmente, apresentamos uma breve revisão de literatura sobre a temática discutida. Na sessão seguinte, apresentamos o nosso referencial teórico-metodológico, o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, resgatando suas raízes teóricas. Na sequência, apresentamos a metodologia, apontamos os instrumentos de produção dos dados e destacamos a importância de haver, em investigações como esta que originou este artigo, uma harmonia entre os aspectos metodológicos da pesquisa e os instrumentos utilizados na produção dos dados. Dando continuidade, apresentamos a análise dos dados e, por fim, tecemos nossas considerações finais.

Tecnologias digitais e o raciocínio Matemático

Nesta seção, apresentamos uma breve revisão de literatura sobre a temática pesquisada. A presente revisão foi estruturada, levando em consideração os apontamentos de Taylor e Procter (2008). Esses autores argumentam que a revisão de literatura é importante para situar o pesquisador sobre os avanços já realizados na área ou tema e para mostrar as possibilidades ou as limitações apontadas em estudos anteriormente desenvolvidos. Buscamos uma visão mais ampla sobre o tema, procurando compreender questões de cunho teórico ou metodológico que se relacionassem ao tema pesquisado.

Oliveira e Marcelino (2015) investigam o uso do *software* SuperLogo por um grupo de professores da Educação Básica de escolas públicas, com o objetivo de compreender de que maneira esses professores, em atividade sobre problemas matemáticos, adquirem fluência⁴ no uso da interface e pensam as questões matemáticas, a partir do emprego da tecnologia digital. Segundo esses autores, as tecnologias digitais, como estratégia para realizar exercício matemático, funcionam de modo a reorganizar o pensamento.

A pesquisa de Oliveira e Marcelino (2015) dá indicativos de que o uso SuperLogo estimulou o pensamento matemático, subsidiou o processo de pensar com essas mesmas tecnologias digitais, e permitiu que os professores passassem a entender que a construção do conhecimento matemático podia se dar a partir de um trabalho protagonizado por um coletivo de Seres-Humanos-Com-Mídias. A nosso ver, a pesquisa dos autores “dialoga” com o trabalho de Costa e Souto (2016), cujo o objetivo foi discutir limites e possibilidades que o processo de produção de *cartoons* pode trazer para a aprendizagem dos conceitos de “Probabilidade”. Isso porque ambas as pesquisas investigam como as tecnologias digitais podem influenciar o raciocínio matemático.

No trabalho de Costa e Souto (2016), foi proposto aos alunos que produzissem *cartoons* com o tema “probabilidade”, por ser um conteúdo do currículo do Ensino Médio. As autoras verificaram que as interações entre alunos-alunos, alunos-professora, alunos-*internet* e alunos-*softwares*, durante a produção dos *cartoons*, influenciaram as organizações e reorganizações do pensamento coletivo. Para as autoras, as tecnologias digitais, utilizadas na produção dos *cartoons*, são impregnadas de diferentes valores, convenções e posicionamentos dos alunos participantes, da professora e também dos

⁴ Ter fluência, segundo Oliveira e Marcelino (2015), significa ter domínio das possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais em uso. Em outras palavras, implica em conhecer os recursos que elas possuem e conseguir utilizá-los para resoluções de problemas matemáticos.

idealizadores das páginas consultadas na *internet* e, à medida que as trocas de ideias ou as consultas às páginas da *internet* ocorriam, havia reorganizações no pensamento.

A esse respeito, a pesquisa de Souto (2012) discute como as tecnologias digitais podem reorganizar o pensamento e teve como objetivo fomentar algumas reflexões sobre o papel do *software* GeoGebra na produção do conhecimento matemático, a partir do olhar e do fazer dos professores, em um curso de formação continuada realizado totalmente a distância.

Souto (2012) considera que a produção de conhecimento matemático foi diretamente influenciada pela comunicação dialógica entre humanos e tecnologias digitais, e que os movimentos desses atores, durante o curso, permitiram pontuar dois papéis principais do *software* GeoGebra durante o curso, quais sejam: os de reorganizador do pensamento e coparticipe na produção de conhecimento; e de veículo motivador para mudanças da prática docente.

Em síntese, esses autores discutem como o uso das tecnologias digitais pode influenciar/reorganizar o raciocínio matemático, possibilitando distintas formas de aprender Matemática.

Sistema seres-humanos-com-mídia

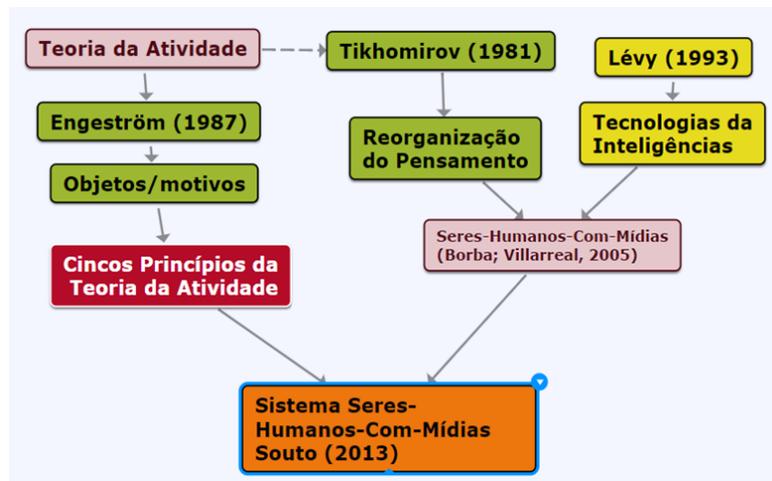
Buscamos um referencial teórico que permitisse uma análise que particularizasse um “novo” modo de pensar e aprender com tecnologias digitais. Além disso, que estivesse de acordo com nossa visão epistemológica, que considera a necessidade de um olhar para as dimensões emocionais, sociais, históricas e culturais na aprendizagem da Matemática.

O referencial adotado foi o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias que, segundo Souto (2015), pode ser utilizado para compreender aspectos do “pensar com” tecnologias digitais. Em outras palavras, esse referencial discute os diferentes papéis que uma dada tecnologia digital pode desempenhar durante o processo de aprendizagem da Matemática, atuando em conjunto com os seres humanos, permitindo ao pesquisador compreender o modo como elas podem influenciar a reorganização do pensamento nesse processo.

O sistema Seres-Humanos-Com-Mídias foi proposto e vem sendo discutido por Souto (2013, 2014, 2015), Souto e Araújo (2013) e Souto e Borba (2013, 2015). Suas vertentes teóricas se fundamentam nas ideias da Teoria da Atividade discutida e apresentada por Engeström (1987), em conjunto com a perspectiva associada ao Construto “Seres-Humanos-Com-Mídias” (BORBA, 1993, 1999; BORBA; VILLARREAL, 2005).

A figura, a seguir, apresenta os pilares que fundamentaram a perspectiva teórico-metodológica “Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias”.

Figura 1 - Mapa conceitual sobre o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.



Fonte: Baseado em Costa (2017)

Na figura 1, de uma forma simplificada, são apresentados os pilares que constituem o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias: a Teoria da Atividade e o construto Seres-Humanos-Com-Mídias.

Do lado esquerdo, apresentamos a Teoria da Atividade, indicando que foi nos estudos de Engeström (1987) que o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias apoiou-se. Vale destacar que a ligação por meio de uma linha pontilhada entre a Teoria da Atividade e Tikhomirov (1981) não foi colocada ao acaso. Isso porque esse autor é um estudioso da Teoria da Atividade, suas ideias são fundamentadas nessa teoria.

Do lado direito, é possível visualizar que do ramo do Seres-Humanos-Com-Mídias surgem dois sub-ramos: Lévy (1993) e seus estudos sobre as tecnologias da inteligência e os estudos de Tikhomirov (1981) sobre a reorganização do pensamento.

Em seus estudos, Lévy (1993) defende a constituição de um coletivo pensante homem-coisas (SOUTO, 2013). O autor explica que, no passado, aspectos sociais e culturais eram mantidos “vivos” por meio das histórias contadas e mitos, ou seja, a oralidade predominava. Mais tarde, com o surgimento da escrita, há mudanças nesse modo de comunicação e a necessidade de usar a memória diminui, assim o registro escrito pode ser considerado uma extensão da memória. Conseqüentemente, a informática pode ser considerada como uma nova extensão da memória, permeando outras formas de pensamento, com novas formas de expressão nos âmbitos visual, auditivo e sensorial.

Tikhomirov (1981), influenciado pela perspectiva vygotskyana de mediação, dedicou-se aos estudos sobre computadores e cognição. Para o autor, o computador reorganiza o pensamento humano, em vez de substituí-lo ou suplementá-lo. Desse modo, o autor afirma que o pensamento humano é exercido por um sistema de humano-computador (SOUTO, 2013), no qual a reorganização do pensamento é considerada uma nova etapa, qualitativamente distinta, pois envolve as possibilidades oferecidas pelo computador.

O construto “Seres-Humanos-Com-Mídias” apoia-se na visão epistemológica associada nesses dois estudiosos e discute que o conhecimento é produzido por um coletivo de atores humanos e não humanos, em que todos podem assumir o papel central. Os seres humanos, ao interagirem com uma dada mídia⁵, reorganizam o pensamento, de acordo com as múltiplas possibilidades e restrições que ela oferece (SOARES, 2012).

Borba (1999) propõe, nesse construto, o conceito de moldagem recíproca, em que os *feedbacks* dados pelas mídias influenciam o raciocínio de quem interage com elas. Em outras palavras, as mídias moldam os seres humanos, mas estes também as moldam à medida que as utilizam (SOUTO, 2014). Para Borba (1993, 1999), as mídias são protagonistas no processo de produção do conhecimento. Com isso, o construto Seres-Humanos-Com-Mídias possui laços com a própria Teoria da Atividade.

O outro pilar que deu suporte para o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, como pode ser observado na figura 1, foi a Teoria da Atividade. Nas ideias defendidas por Engeström (1987), o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias utilizou e ampliou a base estrutural representada pelo diagrama triangular nomeado de sistema de atividade. Para Engeström (1987), a estrutura do sistema apresentava seis elementos: artefatos, sujeitos, regras, comunidade, divisão do trabalho e objeto. Souto (2013) propõe a inserção de um novo elemento: a “proposta de estudo”.

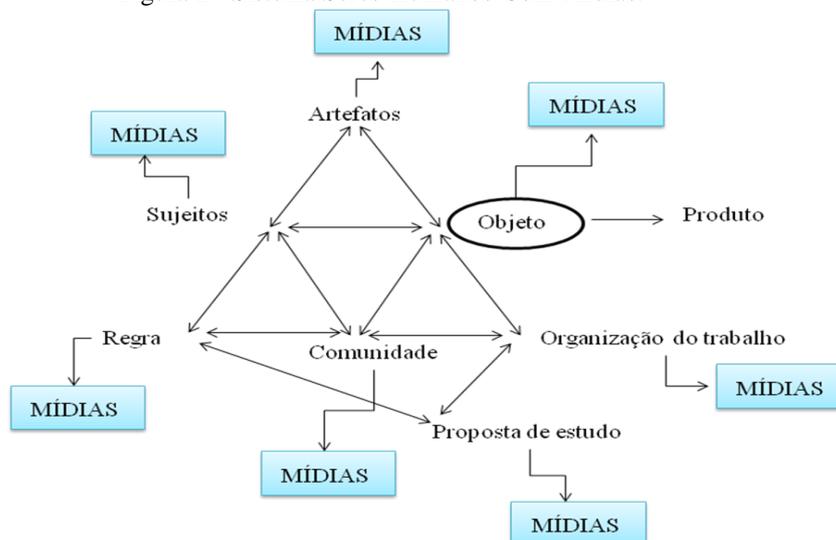
Souto (2013), ao analisar um sistema de atividade em que professores interagiam em um ambiente *online* para estudar cônicas, observou que a proposta de estudo estava fragmentada, ela aparecia em diferentes elementos do sistema, ficando em segundo plano. Assim, por considerar que a proposta de estudo é fundamental para o planejamento e desenvolvimento das aulas, a autora defende a ideia de que ela não pode ficar fragmentada no sistema de atividade e nem aparecer em segundo plano. Além disso, a autora

⁵ Manovich (2001) define as mídias como sendo objetos culturais que usam a tecnologia de computadores digitais para distribuição e exibição. Assim, *internet*, *websites*, computadores multimídia, jogos de computador, CD-ROM, DVD, realidade virtual e efeitos especiais gerados por computador recaem na categoria de mídias ou tecnologias digitais.

argumenta que Engeström (1987), quando propôs o sistema de atividade, estava pensando, inicialmente, em analisar apenas situações organizacionais do trabalho, não as relacionava com uma atividade em sala de aula, isso só foi feito por ele mais tarde.

A figura, a seguir, apresenta o diagrama da unidade mínima de análise (ou primeiro princípio) do Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.

Figura 2 - Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.



Fonte: Elaborado pelas autoras. Baseado em Souto (2013 e 2014).

A forma triangular do diagrama anterior (figura 2) vem da própria Teoria da Atividade, da representação sistêmica proposta por Engeström (1987), que o denomina como sendo o princípio da unidade de análise (primeiro princípio). Essa representação é usada para explicar as relações entre os elementos (artefato, sujeitos, objeto, regras, comunidade e divisão de trabalho) que constituem a atividade no sistema.

Além da inserção da proposta de estudo no sistema da atividade, Souto (2013, 2014) sugere o uso do termo “organização do trabalho” no lugar de “divisão do trabalho”, proposto por Engeström (1987). Isso porque, segundo Souto (2013), o termo “organização do trabalho” representa, mais claramente, a forma de trabalho colaborativo no processo de ensino e aprendizagem, enquanto “divisão do trabalho” poderia “remeter à ideia de algo fragmentado” (SOUTO, 2013, p. 123), em que um aluno ou grupo não se relaciona com o trabalho do outro ou grupo.

Além disso, para Engeström (1987), as mídias ocupariam apenas a posição de artefatos, atuando como mediadoras da relação entre os sujeitos com o objeto da atividade. Souto (2013), em suas ideias, discute que uma mídia não desempenha apenas o papel de artefato,

mas, sim, qualquer outro papel no sistema de atividade. Isso vai ao encontro da visão epistemológica que permeia o construto Seres-Humanos-Com-Mídias em que o conhecimento é produzido por um coletivo de mídias e seres humanos, em que todos podem assumir o papel central.

Além do primeiro princípio, a unidade de análise, Souto (2013) discute os outros princípios. A multivocalidade, segundo princípio, indica que uma atividade, por ser coletiva, é permeada por distintas vozes, diferentes pontos de vistas e tradições. Os indivíduos têm culturas, crenças e opiniões próprias mutuamente compartilhadas no sistema.

O terceiro princípio, o da historicidade, é o que destaca que todo o sistema de atividade deve ser analisado do ponto de vista de seu desenvolvimento ao longo do tempo (da história). Dessa forma, todos os problemas e as possibilidades só podem ser compreendidos por meio dela. Para Souto (2013), “qualquer que seja o sistema de atividade, ele deve ser visto à luz da sua história, pois é construído e transformado de forma irregular ao longo do tempo” (SOUTO, 2013, p. 26).

O quarto princípio refere-se às contradições internas que devem ser entendidas como fonte de mudança e de desenvolvimento. As contradições não equivalem a problemas ou conflitos, mas, sim, a tensões locais ou estruturais historicamente construídas.

Em relação ao quinto e último princípio (transformação ou aprendizagem expansiva), Souto (2013) trouxe, para o âmbito da Educação Matemática, uma reinterpretação das ideias de Engeström (1987). Para Souto (2013, p. 234), essas transformações devem ser entendidas como:

[...] 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.

Para além de seus apontamentos, Souto (2013) afirma que uma transformação expansiva se relaciona de forma estreita com o modo como um dado elemento do sistema de atividade se movimenta e passa a desempenhar distintos papéis. Assim, essas transformações se configuram como um caminho para se compreender as mudanças qualitativas que as mídias podem gerar na produção Matemática. Mais que isso, elas podem orientar reorganizações no modo de se propor o “fazer” Matemática.

Souto (2013; 2014), Souto e Araújo (2013) e Souto e Borba (2016) reaproximam a Teoria da Atividade com o construto Seres-Humanos-Com-Mídias e, com isso, propõem a perspectiva teórico-metodológica Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.

Em síntese, o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias não hierarquiza a aprendizagem e oportuniza a análise e discussão dos papéis que as T.D podem desempenhar no processo de aprendizagem da Matemática. Em outras palavras, esse referencial permite a compreensão do modo como as T.D podem influenciar o processo de aprendizagem da Matemática, ou seja, realça os aspectos do “pensar-com-tecnologias-digitais”. Sendo assim, consideramos esse referencial adequado para a análise dos dados do tema discutido neste artigo.

Aspectos metodológicos

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo deste artigo é discutir o modo como as tecnologias digitais podem influenciar o raciocínio durante o processo de produção de *cartoons* matemáticos. Metodologicamente, optamos pela abordagem qualitativa e utilizamos a pesquisa-ação. Com relação a essa metodologia, Thiollent (2005) destaca ser um método ou uma estratégia de pesquisa que agrega várias técnicas da pesquisa social, com as quais é estabelecida uma estrutura coletiva, participativa e ativa ao nível da captação da informação.

As pesquisas na área da Educação Matemática têm buscado realizar estudos de natureza qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), trata-se de um tipo de pesquisa que tem sempre um forte cunho descritivo, dessa forma os investigadores qualitativos abordam o mundo de forma minuciosa. Além disso, esse tipo de pesquisa estuda um grupo no seu contexto real, podendo ter propósitos diversos e utilizar uma grande variedade de instrumentos para a produção de dados.

Os instrumentos utilizados para a produção dos dados foram a observação participante, notas de campo, questionário, entrevistas e registro audiovisual. A observação participante pode ser realizada por meio de filmagens, fotos, descrições e notas de campo. Ela possibilita um contato direto do pesquisador com os participantes da pesquisa, permitindo-lhe acompanhar as experiências diárias dos participantes, tendo sido selecionada para esta pesquisa por possibilitar a captação de uma variedade de situações [gestos, expressões, atitudes] às quais não se teria acesso por meio de outros instrumentos. Porém, a observação participante possui algumas limitações, dentre as quais podemos destacar o fato de que a responsabilidade e o sucesso pela sua utilização recaem sobre o observador. Outra limitação diz respeito à relação entre o observador e o observado, ou seja, à capacidade de percepção do primeiro, que pode ser alterada em decorrência do seu envolvimento com grupo pesquisado.

Para superar os limites da observação, utilizamos também a entrevista. Pois, a partir dela é possível obtermos informações por meio das falas individuais. Nela, os entrevistados têm a possibilidade de discorrer sobre suas experiências e saberes, por meio de respostas livres e espontâneas, que podem valorizar a pesquisa. Segundo Bauer e Gaskell (2000), a compreensão em maior profundidade oferecida pela entrevista pode fornecer informação contextual valiosa para explicar alguns achados específicos.

A entrevista apresenta algumas vantagens, como as destacadas por Ribeiro (2008): a flexibilidade na aplicação; a viabilização da comprovação e o esclarecimento de respostas; a taxa de resposta elevada; e, o fato de poder ser aplicada a pessoas não aptas à leitura.

No entanto, a entrevista pode apresentar algumas desvantagens ou limitações, o que torna a sua utilização, em determinadas circunstâncias, menos viável do que outras técnicas de coleta de dados. Gil (1999) destaca algumas das principais limitações da entrevista, tais como falta de motivação do entrevistado para responder as perguntas que lhe são feitas; obtenção de respostas falsas, determinadas por razões conscientes ou inconscientes; influência exercida pelo aspecto pessoal do entrevistador sobre o entrevistado; influência das opiniões pessoais do entrevistador sobre as respostas do entrevistado. Todas essas limitações intervêm na qualidade da entrevista, mas muitas delas podem ser contornadas pelo entrevistador, visto que o sucesso dessa técnica depende, fundamentalmente, do nível da relação pessoal entre entrevistador e entrevistado.

Para auxiliar nas entrevistas, utilizamos também o questionário. Goldenberg (2005) o identifica como um dos instrumentos capazes de apreender do pesquisado, respostas que, às vezes, não seriam explicitadas em outro instrumento. “Os pesquisados se sentem mais livres para exprimir opiniões que temem ser desaprovadas ou que poderiam colocá-los em dificuldades [...]” (GOLDENBERG, 2005, p.87). Mas, essa autora alerta o pesquisador sobre a necessidade de se ter em mente que cada questão elaborada precisa estar relacionada aos objetivos da pesquisa.

Com o uso de diferentes instrumentos de produção de dados, foi possível realizar o que Araújo e Borba (2012) e Goldenberg (2005) chamam de triangulação dos dados. Em nossa pesquisa, realizamos essa triangulação com nossas observações e as entrevistas realizadas com os participantes.

Os dados foram produzidos com alunos do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio Inovador da Escola Estadual Oscar Soares, localizada no município de Juara, no estado do Mato

Grosso. O município de Juara é localizado ao norte do estado do Mato Grosso, a, aproximadamente, 760 km (setecentos e sessenta quilômetros) da capital Cuiabá.

Figura 3 - Localização do município e da escola pesquisada.



Fonte: Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/município> (Acesso em: 16/11/2017) e arquivo próprio.

Na figura 3, é possível visualizar, na parte 3A, o estado de Mato Grosso (localizado na região centro-oeste do Brasil); na 3B, a capital do estado (Cuiabá) e o município de Juara; na 3C, a localização da Escola Estadual Oscar Soares (situada no centro da cidade); e, na 3D, a sua fachada. A escola atende a um público diversificado cultural, social e economicamente, sendo alunos da periferia do centro da cidade, indígenas e alunos da zona rural do município.

Para a análise dos dados produzidos foi utilizada a indução analítica, pois ela é uma técnica que permite demonstrar os elementos fundamentais de uma pesquisa, para daí deduzir, se possível, uma explicação (DESLAURIERS, 2008). A indução analítica visa à determinação de propriedades, características, partes, elementos que constituem o fenômeno social.

Exposto os procedimentos metodológicos da pesquisa, passamos a apresentar a análise dos dados.

A reorganização do pensamento com a produção de *cartoons* matemáticos

Vários autores têm focado, em suas pesquisas, aspectos que discutem o modo como as T.D podem influenciar/reorganizar o pensamento matemático (*e.g.* COSTA; SOUTO,

2016; SOARES, 2012; OLIVEIRA; MARCELINO, 2015). O objetivo deste artigo é discutir o modo como as tecnologias digitais podem influenciar o raciocínio durante o processo de produção de *cartoons* matemáticos.

Na pesquisa, os alunos ficaram livres para formar grupos e escolher os conteúdos matemáticos a serem abordados em seus respectivos *cartoons*. Para tanto, eles realizaram pesquisas na *internet*, em livros didáticos e em outros textos não digitais disponíveis na escola. Nos excertos, a seguir, podemos observar os momentos em que realizavam a escolha dos conteúdos.

Larissa – A escolha do conteúdo se deu pela facilidade que o grupo tinha em relação ao conteúdo, só que quando começamos a pesquisar [na *internet*] vimos que tinha muito mais “coisas” do que aquelas aprendidas na sala de aula. Aí foi uma confusão para escolher a melhor maneira para produzir o roteiro (entrevista realizada em 20/01/2017).

Allana – Eu e meus colegas tínhamos bastante dificuldade em compreender logaritmo, por isso nosso grupo escolheu esse conteúdo, principalmente, por que achávamos que ele não servia para “nada” no nosso dia-a-dia. Foi aí que tivemos uma surpresa, enquanto realizávamos as pesquisas na *internet*. Percebemos que o conteúdo [logaritmo] se relacionava com várias e não tão difícil como imaginávamos (questionário aplicado em 20/01/2017).

No excerto anterior, a aluna Allana relata que a escolha do conteúdo foi motivada pela necessidade de o seu grupo compreender logaritmo: “achávamos que ele não servia para “nada” no nosso dia a dia”. O enunciado da aluna indica o modo como a Matemática vinha sendo apresentada: de forma descontextualizada. Ao que parece, os alunos não conseguiam relacioná-la ao seu dia a dia, nem visualizar aplicações do conteúdo para situações cotidianas. Por outro lado, pode-se observar, ainda, na fala dessa aluna: “foi aí que tivemos uma surpresa, enquanto realizávamos as pesquisas na *internet*” que as pesquisas realizadas na *internet*, durante a produção do *cartoon*, mobilizaram o grupo para novas experiências e outras perspectivas em relação ao conteúdo.

A nosso ver, essa interação com a *internet* pode ter influenciado o processo de resolução desses desafios apresentados pela aluna Allana, por exemplo. Isso porque, à medida que ela percebe como os logaritmos podem ser aplicados em várias coisas de sua vida cotidiana, modifica suas compreensões (raciocínio) sobre os logaritmos.

Nesse momento em que os alunos realizam as pesquisas na *internet* sobre os conteúdos escolhidos, dá-se início ao desenvolvimento do sistema de atividade. A *internet*

desempenha o papel de artefato, visto que esse papel inicial é considerado como “natural” para quaisquer tecnologias digitais (SOUTO; BORBA 2016).

Isso pode ser observado no excerto de Larissa quando relata: “só que quando começamos a pesquisar [na internet] vimos que tinha muito mais “coisas” do que aquelas aprendidas na sala de aula”. Tal enunciado nos permite perceber que as pesquisas proporcionaram descobertas ainda não vistas pelo grupo de Larissa. Aqui, a nosso ver, a tecnologia digital (*internet*) desempenhou o papel de artefato, mediando as relações entre os sujeitos e o objeto.

Em momentos como esse, em que os alunos utilizaram a *internet* para descobrir “coisas”, em que buscaram informações sobre o conteúdo escolhido para a produção do *cartoons*, a *internet* pode ter desempenhado também o papel de comunidade, sem deixar de ser artefato. Isso porque, além da escolha do conteúdo para a produção dos *cartoons*, ao que parece, o objetivo dos alunos, com as pesquisas na *internet*, era “buscar ajuda” para a compreensão de alguns conceitos matemáticos e para a elaboração do roteiro. Esse aspecto pode ser observado nos excertos a seguir:

Karina - Não sabíamos o conceito [de trigonometria no triângulo retângulo], a definição, sua aplicação no dia a dia do nosso conteúdo [trigonometria]. Por isso decidimos pesquisar na *internet* (entrevista realizada em 20/01/2017).

No excerto de Karina, pode-se perceber que o grupo apresentava dificuldades quanto à compreensão do conteúdo escolhido. Para superar essas dificuldades, os alunos realizaram “buscas” na *internet*, o que, a nosso ver, foi um trabalho coletivo mediado pela *internet*, durante o processo de produção dos *cartoons*, que contribuiu para que os alunos pensassem o conteúdo como um todo, em seus conceitos, em suas aplicações, contextualizações e na própria história da Matemática.

As palavras da aluna dão a ideia de que o trabalho com as tecnologias digitais foi realizado de forma coletiva e colaborativa. Isso porque Karina e seu grupo realizavam pesquisas com a *internet*, na tentativa de buscar possíveis soluções e entendimentos para o conteúdo de trigonometria. Esse comportamento pode indicar também que processos de reorganização do pensamento (BORBA; VILLARREAL, 2005) estão ocorrendo, pois, as informações da *internet*, ao que parece, influenciaram o raciocínio do grupo, visto que as respostas apresentadas por essa tecnologia digital reorganizaram o pensamento coletivo. Nesse momento da atividade, a nosso ver, formou-se um coletivo alunos-com-*internet* desempenhando o papel de comunidade, isso porque um dos papéis da comunidade é

situar o sistema de atividade dentro do contexto sociocultural daqueles que compartilham o mesmo objeto (ENGESTRÖM, 1999). Pode-se perceber que a *internet* utilizada para a produção dos *cartoons* movimentou-se do papel de artefato para o de comunidade, sem deixar de ser artefato.

Ainda sobre esse excerto, pode-se observar o que dizem Souto e Borba (2013): “o coletivo de seres-humanos-com-*internet* seria não só a unidade básica de produção de conhecimento, mas também uma parte da atividade que se metamorfoseia de acordo com o movimento” (SOUTO; BORBA, 2013 p. 55). A *internet* utilizada para a produção dos *cartoons*, ao que parece, movimentou-se e desempenhou vários papéis no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.

Assim, é possível sugerir, novamente, que, no momento da pesquisa na *internet*, estava se constituindo um coletivo alunos-com-*internet* e que as inter-relações dão indicativos de que a *internet* influenciou o raciocínio matemático dos seus participantes. De acordo com Souto e Borba (2016), em um sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, quando uma dada mídia influencia ou reorganiza o pensamento, pode ser um indicativo de que ela está desempenhando o papel de objeto do sistema. Porém, para caracterizar o papel do objeto outros aspectos devem ser observados. De acordo com Souto (2014), é necessário verificar se a mídia transformou e, ao mesmo tempo, foi transformada. A autora argumenta que essa reciprocidade de transformações pode ser observada quando há uma moldagem recíproca. A esse respeito, Borba (1999) explica que “o computador pode dar *feedback* a passos intermediários da atividade humana, que seriam impossíveis de serem dados por observadores externos” (BORBA 1999, p.287).

Além desses aspectos, Souto (2014) alerta que para identificar o papel do objeto deve-se refletir sobre as seguintes questões: o que se deseja trabalhar ou estudar? O que se está efetivamente trabalhando ou estudando? Em seguida, é necessário verificar o poder de mobilização, o que significa entender como os sujeitos se mobilizam em busca de superação ou de caminhos alternativos nunca antes pensados por eles para solucionar determinada situação, e compreender por que eles se mobilizaram. (SOUTO, 2014). Nos excertos, a seguir, estão algumas falas que dão indicativos do papel do objeto:

Marcos – Verifiquei que uma definição [matemática] que colocamos no *cartoon* estava errada, usamos um “A” maiúsculo para representar um elemento na equação do primeiro grau. Esse nosso erro fez com que pudéssemos perceber a importância dos cuidados com todos os detalhes na produção dos *cartoons* (Entrevista realizada em 20/01/2017).

Juliana – Gente como um “A” faz tanta diferença na linguagem e nos conceitos matemáticos, só agora que fui perceber. (Nota de campo realizada em 16/01/2017).

Nos excertos de Marcos e Juliana, pode-se perceber o cuidado que os alunos tiveram em relação à apresentação dos conceitos matemáticos. Isso ocorreu, após a realização das pesquisas dos conceitos matemáticos e de suas aplicações ao dia a dia. Os alunos precisavam construir um roteiro para o *cartoon* que explicasse os conceitos, de forma “suave”, e de modo que todos conseguissem compreendê-los. Observamos que, nesse momento, as tecnologias digitais (*internet* e computador) proporcionaram aos alunos uma “resposta” sobre os conceitos matemáticos, estimulando-lhes a transformar essas informações em um roteiro. A nosso ver, essa evolução ocorreu, com base na reorganização do pensamento, provocado pelas respostas dadas pela *internet* em relação aos conteúdos. A influência da *internet* nas reorganizações do pensamento, que aconteceram durante o processo de produção dos *cartoons*, ao que parece, foram importantes para que tais transformações ocorressem.

Os alunos Marcos e Juliana pertenciam ao mesmo grupo e, durante a elaboração do roteiro e a construção das imagens, identificaram que a linguagem matemática tem que ser expressa com muita atenção e cuidado, compreendendo que um simples detalhe poderia dificultar a definição de um conceito. O conteúdo escolhido por eles foi equação do primeiro grau e, no momento em que explicavam a definição da equação $ax + b = 0$, em que a e b são números reais e $a \neq 0$, usaram a expressão $A \neq 0$, como pode ser vista na figura, a seguir:

Figura 4 - Imagens do momento em que os alunos identificam o erro conceitual.



Fonte: Dados da autora. Esse *cartoon* pode ser visualizado no link <https://youtu.be/UEjByQexAgM>

Na figura 4B, é possível observar que os alunos utilizaram uma letra maiúscula para representar um elemento. Quando questionados sobre essa representação, observamos que, até então, não fazia sentido para eles o uso de uma letra minúscula para representar elementos e de uma letra maiúscula para um conjunto. O que me chamou atenção, nessa produção, foi o fato de esses alunos estarem cursando o 3º ano do Ensino Médio. Presume-se, portanto, que alunos desse nível de ensino da escola básica, já tenham ouvido, por várias vezes, a explicação de professores sobre a diferença entre elementos e conjunto. Porém, isso só fez sentido para eles com a produção dos *cartoons*, o que nos levou a considerar que ocorreu uma reorganização do pensamento, ou seja, os *cartoons* influenciaram o raciocínio matemático.

De acordo com Souto (2014), esse tipo de influência sobre o raciocínio matemático pode mobilizar o sistema ou não. Se mobilizar, como pode ser observado no excerto dos alunos Marcos e Juliana, pode ser indicativo de que a *internet* está compartilhando o papel de sujeito no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. No excerto, a seguir, há indicativo de como a *internet* mobilizou o sistema de atividade.

Fernanda - Conseguimos [com pesquisas na *internet*] relacionar o conteúdo escolhido [trigonometria] com outra disciplina [física] e com ela [a trigonometria] é utilizada em algumas profissões. No final, ainda produzimos uma paródia (entrevista realizada em 20/01/2017).

Fernanda relata que, com o uso da *internet*, o grupo conseguiu associar o conteúdo pesquisado a outras disciplinas e profissões, isso reforça a ideia de que a produção dos *cartoons* é um trabalho coletivo e colaborativo. Isso porque Fernanda e seu grupo realizavam pesquisas (*internet*), na tentativa de relacionar o conteúdo a outras áreas do conhecimento e a possíveis soluções. Esse comportamento indica também que o processo de moldagem recíproca ocorre de modo parcial, porque a *internet* moldou as ações do grupo, à medida que seus *feedbacks* influenciaram o raciocínio dos alunos, ou seja, as respostas da *internet* às ações do grupo reorganizaram o pensamento coletivo.

No excerto, a seguir, é possível observar mais indicativos do papel do sujeito no sistema.

Luiza - Trabalhar com os *cartoons* [usando a *internet*] mexeu com nossas estruturas, tivemos que aprender a utilizar os *softwares*, visitamos o site da Anima Escola [*internet*] para pegar “dicas”. Foi uma aprendizagem além da Matemática (entrevista realizada em 20/01/2017).

É importante observar, no excerto de Luiza, que a produção do *cartoon* “mexeu” com a estrutura do grupo. Isso porque eles tiveram que realizar pesquisas na *internet* e aprender a utilizar os *softwares*, ou seja, a produção dos *cartoons* possibilitou aos alunos rever,

reavaliar e reconstruí-lo por meio das pesquisas. Souto (2013) afirma que os diferentes papéis que podem ser desempenhados por uma dada tecnologia digital em um sistema SS-H-C-M contribui para as transformações do próprio. No caso deste trabalho, esses movimentos decorreram das reorganizações do pensamento que foram influenciadas pelas pesquisas na *internet* e pelo uso dos *softwares* na produção dos *cartoons*.

Voltando aos movimentos realizados no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias em análise, pode-se observar outros papéis desempenhados pelas tecnologias digitais na produção dos *cartoons*. Os excertos seguintes sugerem que a proposta de estudo pode ter provocado mudanças nas regras da sala de aula e na organização do trabalho.

Carlos- Fizemos o papel do professor, planejamos, definimos as metas, desenvolvemos e avaliamos os resultados. Bem diferente do que estamos acostumados (entrevista realizada em 23/01/2017).

Marcela- Aprendemos a usar novos programas [*paint, moiver maker e power point*] que ainda não havia usado, e, principalmente, a expressar a Matemática de outra maneira. Realizamos várias pesquisas, assistimos vídeos aulas e trabalhamos em grupos (entrevista realizada em 20/01/2017).

Os excertos de Carlos e Marcela sugerem que a produção dos *cartoons* possibilitou que os alunos aprendessem os conceitos matemáticos de uma maneira distinta daquela utilizada pelo professor, em sala de aula. Especificamente, na parte da entrevista do Carlos, em que ele enuncia “fizemos o papel do professor, planejamos, definimos as metas, desenvolvemos e avaliamos os resultados” e na parte em que Marcela diz “realizamos várias pesquisas, assistimos vídeos aulas e trabalhamos em grupos”, observa-se que há um reforço na ideia de que ocorreu algo diferente do que, usualmente, vinha acontecendo nas aulas de Matemática.

Com a produção dos *cartoons*, as regras da sala de aula tida como “tradicional” sofreram alterações e, conseqüentemente, a organização do trabalho também, visto que esta passou a ser com o grupo e com o computador conectado à *internet*. Ou seja, algumas regras usuais em uma sala de aula foram modificadas pelas interações com a *internet* e pela troca do papel do professor.

A seguir, apresentamos imagens das cenas de trabalho em grupo e de pesquisas na *internet*:

Figura 5- Imagens dos alunos realizando pesquisa na *internet*.



Fonte: Dados da autora.

Nas figuras 5A e 5B, é possível perceber as imagens dos alunos utilizando o laboratório de informática. Foi possível verificar, por meio de nossas observações, que essa atividade modificou as regras daquelas ministradas em sala de aula, com trabalhos em grupos e uso de computadores conectados à *internet* o que, conseqüentemente, alterou também a organização do trabalho. Segundo Souto (2014, p. 148), “as regras podem ser consideradas referências para as formas de organização do trabalho”. No caso em análise, as mudanças estão relacionadas ao processo de produção dos *cartoons*.

Todos os elementos de um SS-H-C-M se relacionam dialeticamente. Assim, as mudanças nas regras e na organização do trabalho também podem colaborar para a transformação do objeto em produto (SOUTO; ARAÚJO, 2013). Nos excertos, a seguir, pode-se observar indicativos dessa transformação:

Mateus - Tenho certeza que nunca mais vou esquecer o conteúdo que utilizamos para produzir o *cartoon*. Toda vez que eu escutar algo do tipo “Terremoto”, vou lembrar que usamos logaritmo para calcular a magnitude (entrevista realizada em 15/04/2017).

Juliana - Todos os jovens gostam de tecnologias digitais, o desafio foi usar para aprender e ensinar Matemática. Com as pesquisas [na *internet*] aprendi muitas “coisas” sobre meu conteúdo que não vou esquecer (entrevista realizada em 15/04/2017).

Os excertos dos alunos Mateus e Juliana dão indicativos de que a elaboração dos roteiros provocou mudanças em seus raciocínios. As tecnologias digitais impactaram a aprendizagem, ou seja, esse impacto vai resultar no produto, levando os alunos a

elaborarem estratégias para apresentarem o conteúdo. A fala do aluno Mateus, em especial, sugere que ele aprendeu o conteúdo (logaritmo), com a produção dos *cartoons*, porque conseguiu relacioná-lo ao cálculo da magnitude de um terremoto.

Na sequência, apresentamos nossas considerações finais, pontuando o modo como as tecnologias digitais influenciam o raciocínio matemático e podem contribuir para o processo de aprendizagem da Matemática.

Considerações Finais

Com base na análise dos dados, é possível afirmar que as tecnologias digitais, utilizadas na produção dos *cartoons*, influenciaram a reorganização do pensamento matemático e, conseqüentemente, o processo de aprendizagem da Matemática. Elas propiciaram o desenvolvimento da criatividade e da criticidade dos alunos, isso porque eles foram capazes de decidir, planejar, pesquisar, executar e avaliar seus trabalhos.

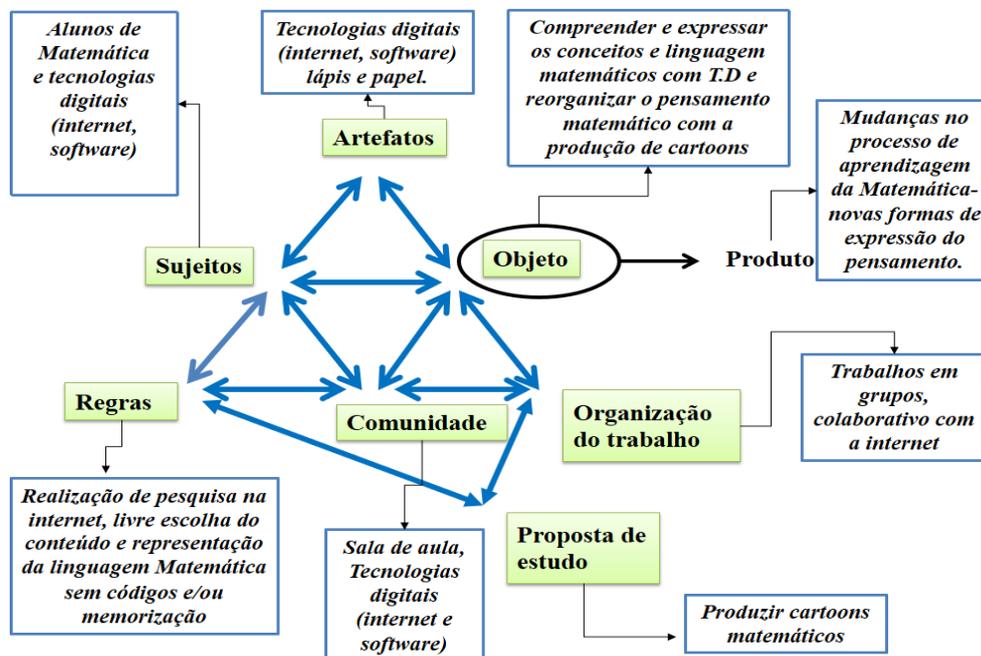
A análise dos dados indicou que as tecnologias digitais protagonizaram o sistema desempenhando distintos papéis, principalmente, atuando como agentes mobilizadores, pois suas “respostas” estimulavam processos de organização e reorganizações do pensamento dos alunos que, “*pensando com*” elas, experimentaram, simularam, testaram e analisaram conjecturas.

Foi possível verificar, também, que movimentos coletivos e colaborativos entre atores humanos e não humanos se organizaram de forma harmoniosa e não dicotômica. Neles, os conceitos Matemáticos puderam ser reorganizados e (re)construídos. Desse modo, os dados indicaram que, ao mesmo tempo em que as tecnologias digitais condicionavam (sem determinar) o sistema, também transformavam o processo de aprendizagem da Matemática.

Dito de outra forma, podemos verificar que as tecnologias digitais, utilizadas na produção dos *cartoons*, desempenharam todos os papéis do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Isso vai ao encontro das discussões de Souto (2014, 2015, 2016); Souto e Borba (2013, 2014, 2015); Souto e Araújo (2013). Esses autores indicam que uma dada tecnologia digital pode desempenhar vários papéis em um sistema de atividade. Com essa observação, queremos destacar que é importante compreender o papel das tecnologias digitais (artefato, objeto, sujeito, comunidade, regras, organização do trabalho e proposta de estudo) para que os professores possam organizar/ planejar uma proposta de estudo que se configure na resolução de problema.

Na figura, a seguir, apresentamos o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias que se constituiu durante a produção dos *cartoons*.

Figura 6 - Diagrama do Sistema Seres-Humanos-Com-Mídia do tema “influenciar o raciocínio matemático”.



Fonte: própria.

Na figura 6, destaca-se que cada elemento - artefato, objeto, sujeito, comunidade, regras e organização do trabalho - está ligado a retângulos por meio de uma seta. Essa representação foi utilizada para indicar, com ênfase, quais atores (humanos ou não humanos) passaram a desempenhar esses papéis.

Acreditamos, assim como Souto (2013), que, desse modo, é possível oportunizar aos nossos alunos a realização de discussões, questionamentos, críticas e argumentações, ou seja, estimular e possibilitar a ampliação dos espaços de produção matemática.

Verificamos também que as tecnologias digitais, utilizadas na produção dos *cartoons*, possibilitaram o desenvolvimento da criatividade e da criticidade dos alunos. Isso porque eles foram capazes de decidir, planejar, pesquisar, executar e avaliar o trabalho que desenvolveram. Para tanto, tiveram que compreender os conceitos matemáticos envolvidos e utilizar as tecnologias digitais que estavam disponíveis.

Referências

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. (org.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 448.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C. *Students Understanding of transformations of functions using multi-representational software*. 1993. Tese (Doctor of Philosophy) – Faculty of graduate school of Cornell University, Ithaca, 1993.

_____. *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.

_____. *Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments*. *Revista ZDM Mathematics Education*, v. 44, n. 6, p. 801-814. 2012.

_____. et al. *Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education*. *Revista ZDM Mathematics Education*. v. 48, p. 589-610, 2016.

_____. VILLARREAL, M. E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer, 2005.

COSTA, R. F.; SOUTO, D. L. P. *Cartoons no Ensino da Matemática: limites e possibilidades*. In: *Anais XII ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática*. São Paulo-SP. 2016.

DESLAURIERS, J. P. A Indução Analítica. In. POUPART, J. et al. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 2008.

ENGESTRÖM, Y. *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, 1987. Disponível em: <<http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engeström/expanding/toc.thm>>. Acesso em: 10 julho 2017.

_____. *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.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 9ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.

LÉVY, O. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora, 34, 1993.

MANOVICH, L. *The language of new media*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 2001.

MCLUHAN, M. *Understanding media: the extensions of man*. New York: McGraw Hill, 1964.

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.

RIBEIRO, E. A. *A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais*. Araxá/MG, n. 04, p.129-148, maio de 2008.

SOARES, D. S. *Uma Abordagem Pedagógica Baseada na Análise de Modelos para Alunos de Biologia: qual o papel do software?* 2012, Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

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.

_____. *Transformações Expansivas em um Curso de Educação Matemática a Distância Online*. (2013) 279f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

_____. P. *Transformações Expansivas na Produção Matemática On-Line*. 1.ed.-São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

_____. *Aprendizagem matemática on-line: quando tensões geram conflitos*. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v.17, n.5, pp. 942 – 972, 2015.

_____. ARAÚJO, J. L. Possibilidades expansivas do sistema Seres-humanos-com-mídias: um encontro com a Teoria da Atividade. In: Borba, M. C., Chiari, A. (Eds.) *Tecnologias Digitais e Educação Matemática* (p. 71-90). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

_____. BORBA, M. C. Transformações expansivas em Sistemas de Atividade: o caso da produção matemática com a Internet. *Revista Perspectivas em Educação Matemática*, v. 6, n. 1, p. 14-57, 2013.

_____. Movimentos, estagnações, tensões e transformações na aprendizagem da matemática online. In: *Anais do VI Sípem - VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática SIPEM*. Pirenópolis, 2015.

_____. Seres-humanos-com-*internet* ou *internet-com-seres-humanos*: uma troca de papéis? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa - RELIME*. v. 19, n. 2. México, 2016.

TAYLOR, D.; PROCTER, M. *The literature review: A few tips on conducting it*. *University of Toronto Writing Support Site*. 2008. Disponível em: <<http://www.utoronto.ca/writing/litrev.html>> Acesso em: 11 setembro/2017.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 14ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

TIKHOMIROV, O.K; The psychological consequences of the computerization. In: Werstch, J. *The concept of activity in soviet psychology*. New York: Sharp, 1981.

Texto recebido: 05/12/2017
Texto aprovado: 21/11/2018