



TECNOLOGIAS DIGITAIS-COM-MATEMÁTICA -E- CARTOONS

DIGITAL TECHNOLOGIES-WITH-MATHEMATICS -E- CARTOONS

Rosicacia Florêncio Costa¹

Daise Lago Pereira Souto²

Resumo

Esse artigo tem como objetivo discutir como as tecnologias digitais utilizadas na produção de *cartoons* matemáticos participam do processo de aprendizagem da Matemática. Para tanto, nos fundamentamos em uma perspectiva teórico-metodológica que tem como vertentes a Teoria da Atividade e o construto Seres-humanos-com-mídias, a qual denomina-se Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Os dados foram produzidos durante uma pesquisa a nível de mestrado com alunos do Ensino Médio Inovador da Escola Estadual Oscar Soares do município de Juara, Estado de Mato Grosso. A metodologia adotada foi a qualitativa e os instrumentos para a coleta de dados foram a observação participante, questionários, entrevista e registro áudio visual. Os resultados indicam que é possível que as tecnologias digitais utilizadas na produção dos *cartoons* matemáticos podem contribuir para o processo de aprendizagem da Matemática. Oportunizando um trabalho coletivo, colaborativo com realização de discussões, questionamentos, críticas e argumentações, ou seja, estimular e possibilitar a ampliação dos espaços de produção matemática.

Palavras-chave: Ensino da Matemática; Desenho Animado; Mídias.

Abstract

This article aims to discuss how the digital technologies used in the production of mathematical cartoons participate in the learning process of Mathematics. For that, we are based on a theoretical-methodological perspective that has as its aspects the Theory of Activity and the Beings-human-with-media construct, which is called the Seres-Humans-With-Media System. The data were produced during a master's level research with students of the Innovative High School of the State School Oscar Soares of the municipality of Juara, State of Mato Grosso. The methodology adopted was qualitative and the instruments for data collection were participant observation, questionnaires, interview and visual audio recording. The results indicate that it is possible that the digital technologies used in the production of mathematical cartoons can contribute to the learning process of Mathematics. Opting for a collective, collaborative work with discussions, questions, criticisms and arguments, that is, stimulate and enable the expansion of the spaces of mathematical production.

Keywords: Teaching of Mathematics; Cartoon; Media.

¹ Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT e Docente da rede estadual de ensino – SEDUC - MT.

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 da Universidade do Estado de Mato Grosso e Membro associado do Grupo de Pesquisa em Informática Outras Mídias e Educação Matemática – GPIMEM - UNESP – Rio Claro

1. Introdução

Nossos comportamentos sociais, culturais e econômicos não são mais os mesmos de vinte anos atrás. A inserção das tecnologias digitais em nossas vidas, contribuíram para transformações, sejam elas no jeito de nos comunicarmos, trabalharmos ou produzirmos conhecimentos.

Na educação as tecnologias digitais também têm contribuído para que ocorram mudanças. Pesquisas (e.g COSTA; SOUTO, 2016; SOUTO; BORBA, 2015; VALENTE, 2014) têm apresentado resultados que mostram as tecnologias digitais atuando como protagonista junto com os seres humanos na aprendizagem da Matemática.

Diante dessas transformações e possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais, o presente estudo busca de discutir como as tecnologias digitais utilizada na produção de *cartoons* matemáticos participam do processo de aprendizagem da Matemática.

Para tanto, optamos metodologicamente pela abordagem qualitativa e no método da pesquisa-ação. Flick (2004) discute que a pesquisa qualitativa evita números, lida com interpretações dos dados produzidos. Com relação a pesquisa-ação Thiollent (2005) argumenta que pode ser uma forma de investigação baseada na reflexão coletiva e colaborativa entre os participantes da pesquisa. Por meio dela, as pesquisadoras estariam em condição de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive ao nível pedagógico, o que promoveria condições para ações e transformações de situações dentro da própria comunidade escolar.

Os instrumentos de produção dos dados foram a observação participante, questionário, entrevistas e registro áudio visual. Para a análise dos dados produzidos com os alunos do Ensino Médio Inovador da escola Estadual Oscar Soares, localizada no município de Juara, no estado do Mato Grosso utilizamos a indução analítica. Isso por que, ela é utilizada quando algum problema ou questão específica se transforma no foco da pesquisa, permitindo identificar os elementos fundamentais de uma pesquisa, para daí deduzir, se possível, uma explicação (DESLAURIERS, 2008).

A análise dos dados será fundamentada no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, que possui suas vertentes na Teoria da Atividade proposta por Engeström (1987), e nas ideias sobre tecnologias digitais presentes no construto Seres-Humanos-Com-Mídias (BORBA, 1999)

Para o alcance do objetivo proposto, este artigo está sistematizado da seguinte forma: inicialmente apresentamos o nosso referencial teórico-metodológico, o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, resgatando suas vertentes teóricas. Na sequência apresentamos os aspectos metodológicos e apontamos os instrumentos de produção dos dados. Dando continuidade, apresentamos a análise dos dados e por fim apresentamos nossos resultados da pesquisa. Desta forma, com esse artigo, buscou-se propiciar discussões e reflexões sobre como as tecnologias digitais podem contribuir para a aprendizagem da Matemática.

2. Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias

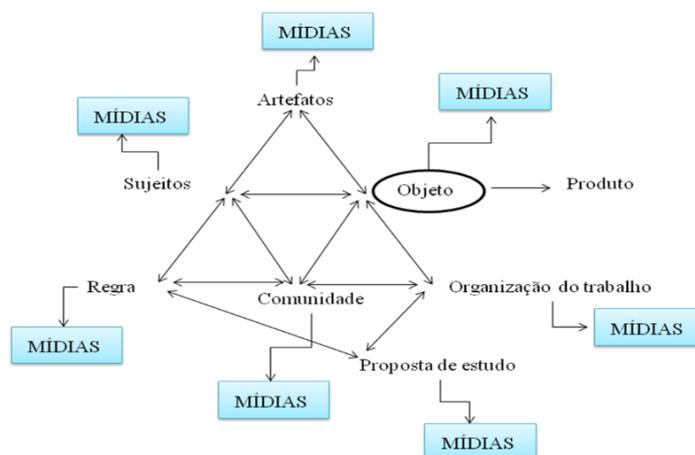
Para este artigo apoiamos na perspectiva teórico-metodológica associada ao sistema Seres-Humanos-Com-Mídias (SOUTO, 2013; SOUTO; ARAÚJO, 2013; SOUTO; BORBA, 2015), que tem suas ideias fundamentadas no construto seres-humanos-com-mídias (BORBA, 1999) e na Teoria da Atividade (ENGESTRÖM, 1987).

Em seu estudo, Souto (2013) discute o modo como as ideias da Teoria da Atividade, discutida por Engeström (1987) e do Construto seres-humanos-com-mídias de Borba (1999) harmonizam-se e se potencializam.

Souto em suas pesquisas verificou que o sistema, originalmente proposta por Engeström (1987), com seis elementos: artefatos, sujeitos, regras, comunidade, divisão do trabalho e objeto, poderia ser ampliado. Souto (2013) propõe a inserção de um novo elemento: a “proposta de estudo” e sugere a troca do termo divisão do trabalho para “organização do trabalho”.

A figura 1 apresenta o diagrama do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, proposto por Souto (2013).

Figura 1 - Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias.



A forma triangular do diagrama da figura 1 tem sua origem da Teoria da Atividade, da representação sistêmica proposta por Engeström (1987). Essa representação é usada para explicar as relações entre os elementos, artefato, sujeitos, objeto, regras, comunidade e divisão de trabalho, que constituem o sistema.

Souto (2013), ao analisar o sistema proposto por Engeström (1987) observou que a proposta de estudo surgia em diferentes elementos do sistema, ficando em segundo plano. Para a autora em um sistema de atividade pensado para a sala de aula a proposta de estudo é fundamental para o planejamento e desenvolvimento das aulas, não devendo ser dividida e nem aparecer em segundo plano.

Com relação a troca do termo “organização do trabalho” no lugar de “divisão do trabalho”, sugerido por Souto (2013). A autora considera que 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 a ideia de algo fragmentado” (SOUTO, 2013, p. 123).

Outra questão verificada por Souto (2013) está relacionada ao papel desempenhado pelas mídias no sistema de atividade. 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 pesquisas, verifica que uma mídia não desempenha apenas o papel de artefato, mas, sim, qualquer outro papel no sistema de atividade de forma simultânea, ou, não.

3. Aspectos Metodológicos

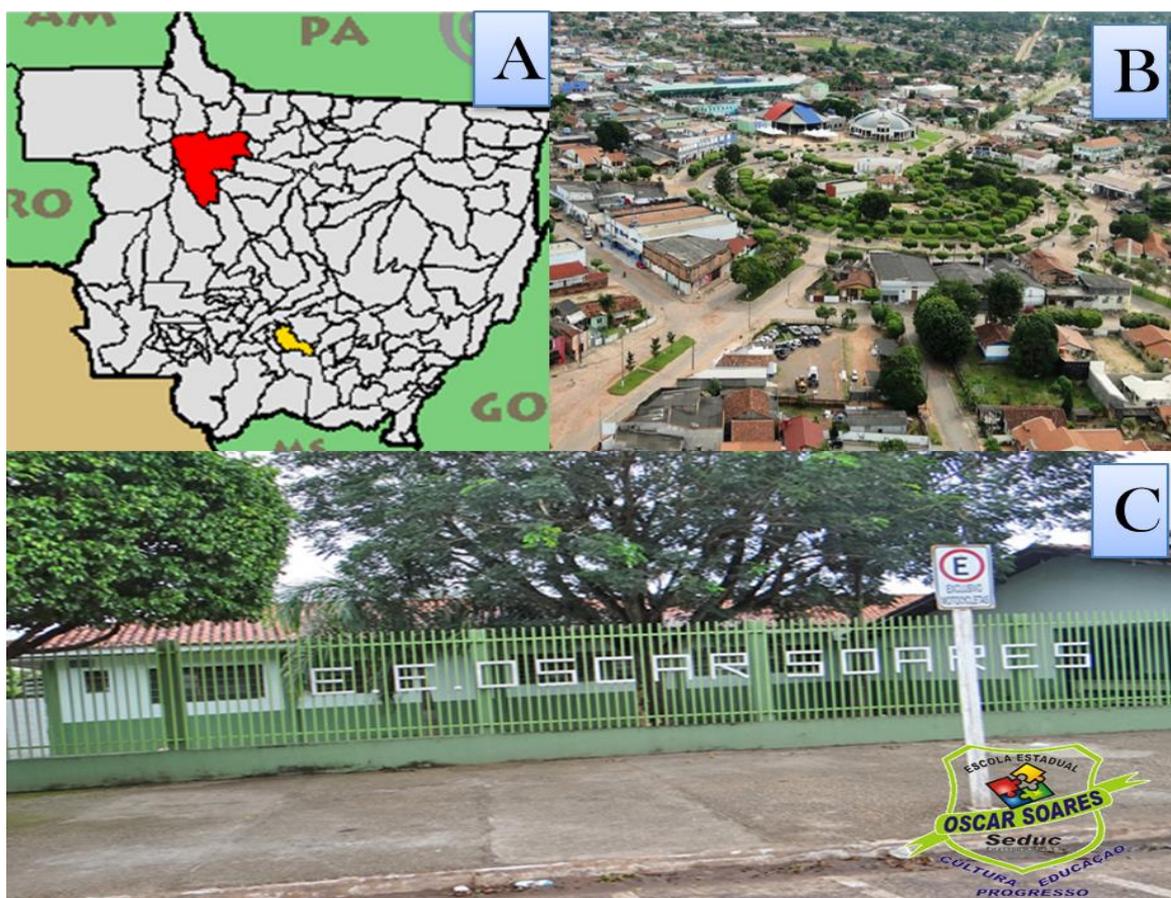
Para alcançar o nosso objetivo, apoiamos este estudo na abordagem qualitativa e no método da pesquisa-ação. Flick (2004) discute que os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes para o tema pesquisado; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de seu tema como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos.

Com relação ao método da pesquisa-ação Thiollent (2005) afirma 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. 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 participantes da pesquisa foram alunos do Ensino Médio Inovador da escola Estadual Oscar Soares, do Estado do Mato Grosso. A escola proporciona acesso a laboratórios de informática proporcionando ao aluno uma interação com as tecnologias digitais.

Figura 2: Localização do estado de Mato Grosso, capital, município de Juara e a Escola Estadual Oscar Soares.



Na figura 2, é possível observar, na parte superior e esquerda da imagem, o estado do Mato Grosso localizado no centro-oeste do Brasil. No lado direito e superior, a localidade da capital Cuiabá. Na parte inferior, à esquerda, localiza-se a Escola Estadual Oscar Soares, no centro da cidade; e, na parte inferior, à direita, observa-se a fachada da escola.

Como procedimentos de produção de dados utilizamos a observação participante com registro áudio visual e notas de campo, a entrevista e o questionário com perguntas abertas e fechadas. Para a análise dos dados produzidos, utilizamos a indução analítica, que

visa à determinação de propriedades, características, partes, elementos que constituem o fenômeno social. Segundo Soares (2012) ela possibilita que os temas de análise emergem por meio dos dados produzidos e podem estar relacionados, afirmando ainda que tais relações também precisam ser agrupadas e analisadas.

4. A Matemática com Produção de *Cartoons*

Foi proposto aos alunos que construíssem, em grupos, *cartoons*, onde deveria abordar um conteúdo da disciplina de Matemática do currículo do Ensino Médio Inovador. A proposta de trabalho foi dividida em quatro etapas.

Na primeira etapa, foram realizados encontros com palestras e debates sobre o uso das tecnologias digitais na aprendizagem da Matemática. Na segunda etapa, os alunos realizaram pesquisas sobre os conteúdos escolhidos para a produção dos *cartoons*, como esses conteúdos se relacionavam na prática do seu dia a dia e a relação com outras áreas do conhecimento. Para essa etapa eles utilizaram além do livro didático, outros materiais impressos e o laboratório de informática da escola. Na terceira etapa, as pesquisadoras apresentaram os *softwares Movie Maker e Paint* para a produção dos *cartoons* deixando a critério do aluno o uso desses ou de outros. Nessa etapa (terceira) os alunos tiveram ainda a oportunidade de escolher os personagens do *cartoons*, cenário e escrever um roteiro. Por fim, na quarta etapa, foi composta pela produção (construção dos *frames* e edição do vídeo) e apresentação dos *cartoons* em sala de aula para o professor da turma e demais colegas.

Durante a produção dos *cartoons*, os grupos de alunos ficaram livres para a escolha dos conteúdos matemáticos a serem abordados em seus respectivos *cartoons*. Para tanto, eles realizaram pesquisas na *internet* e poderiam utilizar *software* para desenvolver resolução do conteúdo escolhido. Essa interação com a *internet* e com os *softwares* pode ter contribuindo para o processo de aprendizagem da Matemática. Isso porque, os alunos puderam pesquisar a história, o contexto e as aplicações do conteúdo além das definições e resoluções. Como pode ser visto no excerto a seguir.

Larissa – escolhemos o conteúdo de logaritmo. Quando começamos a pesquisar [na *internet*] vimos que tinha muito mais “coisas” do que aquelas aprendidas na sala de aula. Conseguimos aprender e resolver problemas sobre o conteúdo que não vimos em sala de aula. Aí foi uma confusão para escolher a melhor maneira para produzir o roteiro para o *cartoons*. (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 outras áreas e profissões e não tão difícil como imaginávamos (questionário aplicado em 20/01/2017).

No excerto anterior, as alunas Larissa e Allana relatam que o conteúdo escolhido foi logaritmo, motivadas pela necessidade de o seu grupo compreender esse conteúdo e verificar suas aplicações no dia a dia. Neste momento em que começava o 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, 2015).

Com as pesquisas realizadas na *internet* as alunas e seus grupos perceberam como os logaritmos podem ser aplicados em várias situações de sua vida cotidiana, modificando sua compreensão e/ou seu raciocínio sobre o tema. Nos excertos as alunas, dão indicativos que as pesquisas realizadas na *internet*, durante a produção do *cartoon*, mobilizaram o grupo para novas experiências e outras perspectivas em relação ao conteúdo.

Em momentos como esse, em que os alunos se utilizaram da *internet* para descobrir “coisas”, ou seja, em que buscaram informações sobre o conteúdo escolhido para a produção do *cartoons*, temos indicativos de que a *internet* desempenhou também o papel de comunidade. Nos excertos verifica-se também que a *internet* serviu de veículo para a busca de informações sobre o conteúdo escolhido para a produção dos *cartoons*.

Nesse caso, é possível conjecturar que ao consultar uma página na *internet* os alunos buscavam, em um contexto mais amplo, por outros que compartilhassem, ou pelo menos se aproximassem, do mesmo objeto da atividade deles. Isso porque um dos papéis da comunidade é situar o sistema de atividade dentro do contexto sociocultural daqueles que compartilham o mesmo objeto (ENGSTRÖM, 1987). 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.

Essa participação da *internet* pode ter contribuído para a aprendizagem da Matemática, isso por que, possibilitou a resolução dos desafios apresentados pelas alunas Larissa, Allana e seus respectivos grupos, por exemplo. Na figura 3, podemos observar um momento em que um dos grupos relaciona o conteúdo logaritmo em uma situação prática.

Figura 3: Cenas do *cartoons* produzido pelos alunos.

A

$I = \frac{2}{3} \log \left(\frac{E}{E_0} \right)$
fórmula

Onde I varia de 0 a 9, E é energia liberada em KW/h e $E_0 = 7 \times 10^{-3}$ KW/h
EX: um terremoto de intensidade 6 na escala Richter

Onde I varia de 0 a 9, que é energia liberada em KW/h e $E_0 = 7 \times 10^{-3}$ KW/h

B

Fórmula
 $I = \frac{2}{3} \log \left(\frac{E}{E_0} \right)$

Onde I varia de 0 a 9, que é energia liberada em KW/h e $E_0 = 7 \times 10^{-3}$ KW/h

EX: um terremoto de intensidade 6 na escala Richter

$I = 6$

$6 = \frac{2}{3} \log \left(\frac{E}{7 \times 10^{-3}} \right)$

$9 = \log \left(\frac{E}{7 \times 10^{-3}} \right)$

$10^9 = \frac{E}{7 \times 10^{-3}}$

$E = 7 \times 10^{-3} \times 10^9$

A figura 3 destaca cenas em que os alunos apresentam cálculos da intensidade e a magnitude de um terremoto utilizando logaritmo. A personagem (lado direito 3A) é uma geóloga que explica para as duas amigas (lado esquerdo da figura 3A) que em seu trabalho ela utiliza logaritmo para realizar os cálculos da magnitude e intensidade de um terremoto.

Na figura 3B a geóloga apresenta um exemplo de como calcular a energia de liberada por um terremoto quando a intensidade for 6 (seis) na escala *Richter*. Ou seja, à medida que as alunas e seus grupos conseguem relacionar o conteúdo logaritmos estudado em sala de aula com aplicações em situações nunca imaginada por elas, modificou suas compreensões, ou seu raciocínio, sobre os logaritmos. As conjecturas sobre a utilização do logaritmo com base nos *feedbacks* proporcionados pelas pesquisas na *internet*, ao que parece, possibilitaram debates e contribuíram para que o raciocínio matemático fosse reorganizado.

Neste sentido, Costa e Souto (2016) observam que a produção dos *cartoons* pode possibilitar o desenvolvimento do raciocínio matemático de forma criativa por parte dos alunos. A esse respeito, os dados permitiram-me perceber que os alunos foram capazes de decidir, planejar, pesquisar, executar e avaliar o trabalho que desenvolveram. Durante esse processo as tecnologias digitais utilizada na produção dos *cartoons* desempenharam o papel de comunidade.

Nos excertos, a seguir, propiciam compreensões do papel da *internet* como comunidade observando mais algumas “vozes” das alunas. Além do papel de comunidade indicam também a possibilidade de essa tecnologia digital utilizada na produção dos *cartoons* estar desempenhando também o papel de objeto.

Brendon – Pesquisando [na *internet*] o conteúdo para a produção dos *cartoons*, aprendemos “coisas” [conceitos, fórmulas e aplicações dos conteúdos pesquisados] que não vimos em sala de aula. Foi bem legal, pegar o computador sentar e aprender ali, você e seu grupo com a *internet* (entrevista realizada em 20/01/2017).

No excerto de Brendon, é possível observar que, durante as pesquisas na *internet*, os alunos ficaram surpresos com as descobertas sobre os conteúdos matemáticos (conceitos, definições e outros caminhos para a resolução de problemas). Isso pode significar que as informações da *internet* fizeram os alunos refletirem sobre o conteúdo que estavam pesquisando. Em outras palavras, pode-se dizer que as “respostas” dadas pela *internet* podem ter gerado reorganizações do pensamento/raciocínio dos alunos. Segundo Borba e Villarreal (2015), as tecnologias digitais fornecem *feedbacks* aos sujeitos, proporcionando-lhes informações que reorganizam a forma de aprender.

Assim, é possível afirmar que no momento da pesquisa na *internet*, estava se constituindo um coletivo alunos-com-*internet* e que a participação dessa mídia dá indicativos de que ela influenciou o raciocínio matemático dos alunos. 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.

Além do papéis de artefato, comunidade e objeto, verificam-se momentos em que a tecnologias digitais desempenharam outros papéis no sistema de atividade. 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 de maneira distinta daquela utilizada/ensinada 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”. Nesses fragmentos, observa-se que há um reforço

na ideia de que ocorreu algo diferente do que, usualmente, vinha acontecendo nas aulas de Matemática.

O que pode-se observar é que com o uso das tecnologias digitais na produção dos *cartoons*, as regras da sala de aula 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*. Segundo Souto (2015), a inserção de uma dada mídia pode provocar mudanças nas regras e na forma de organização do trabalho, quando se forma esse tipo de sistema de Seres-Humanos-Com-Mídias, o professor deixar de ser o “centro” das atenções no processo de aprendizagem e passa a dividir a atenção com os alunos, com as informações que eles encontram na *internet* e com as trocas de ideias nos grupos.

Borba (1999), que os *feedbacks* dessa mídia (*cartoon*), os quais incluem a possibilidade de visualizar, perceber e refletir, reorganizou o pensamento dos alunos e contribuiu para mudanças no produto. No excerto da aluna Larissa, a seguir, pode-se observar outros indícios da reorganização do pensamento, durante a produção dos *cartoons*.

Larissa- Quando terminamos de escrever o roteiro percebi que minha personagem era muito inteligente, então tive que pesquisar [na *internet*] e assistir vídeo-aulas [*youtube*] para falar corretamente os conceitos da matemática (entrevista realizada em 20/01/2017).

No excerto de Larissa, observei, mais uma vez, que as tecnologias digitais, nesse caso a *internet*, possibilitaram “buscas” para compreender os conceitos matemáticos. A aluna Larissa procurou assistir a vídeo-aulas para ter certeza de que os conceitos do conteúdo escolhido estavam corretos.

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 da aluna Larissa, 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. Tal fato se deu 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.

A nosso ver, o processo de moldagem recíproca (parcial) propiciado pelo uso da *internet*, durante a produção do *cartoon*, mobilizou a atividade. Isso dá indicativo do papel de sujeito no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Os sujeitos, segundo a SS-H-C-M, são aqueles que têm *agency* (poder de ação). Ao que parece, nesse momento, a *internet* desempenhou o papel do sujeito, mobilizando Fernanda e seu grupo.

Autores como Borba e Villarreal (2005), Soares (2012) e Souto (2013) indicam o modo como as mídias podem ser "agentes" reorganizadores do pensamento humano. Isso porque, segundo esses autores, as possibilidades e restrições que elas oferecem, influenciam o nosso raciocínio.

5. Considerações Finais

Com base na análise dos dados, é possível afirmar que as tecnologias digitais utilizadas na produção dos *cartoons* matemáticos podem contribuir para o processo de aprendizagem da Matemática.

Podemos verificar também, que as tecnologias digitais utilizadas na produção dos *cartoons* podem desempenhar todos os papéis do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Isso vai ao encontro das discussões de Souto (2014, 2015, 2016); Souto e Borba (2014, 2015); Souto e Araújo (2013). Esses autores indicam que uma dada tecnologia digital pode desempenhar vários papéis em um sistema de atividade.

Ao finalizar a análise podemos observar os papéis desempenhados pelas tecnologias digitais utilizadas na produção dos *cartoons*. Elaboramos a figura 4, o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias para ilustrar as mudanças provocadas, durante a produção dos *cartoons*, e apresentar os papéis desempenhados pelas tecnologias digitais.

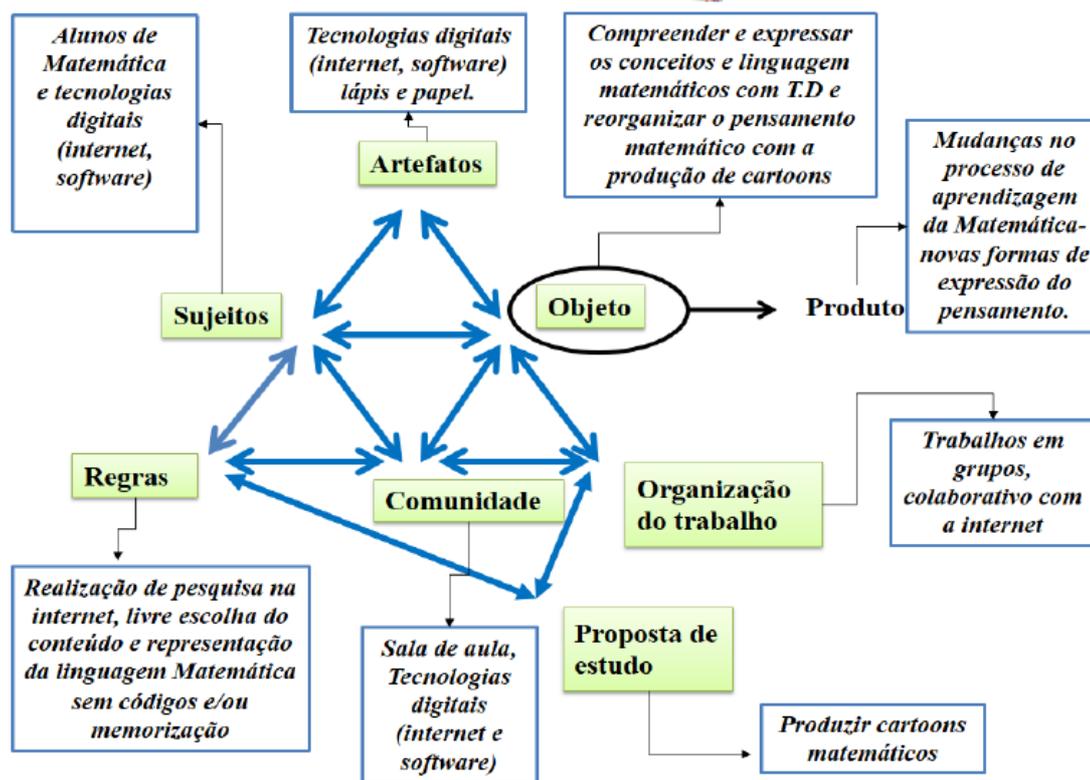


Figura 4 - Diagrama do sistema seres-humanos-com-mídia.

Na figura 4 apresenta o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias e em cada elemento indicado por setas as transformações/mudanças que ocorreram com a proposta de produção de *cartoons*. Com as análises dos dados verificamos que durante as produções dos *cartoons* no papel de artefato foi desempenhado pelas tecnologias digitais (*internet, softwares, lápis e papel*), ao mesmo tempo essas mesmas tecnologias digitais também desempenharam o papel da comunidade.

No papel do objeto, com a produção dos *cartoons* o aluno teve a oportunidade de compreender e expressar os conceitos e linguagem matemática com o uso das tecnologias digitais e com isso provocou a reorganização do pensamento matemático. Com as pesquisas realizadas na *internet*, sendo que foi livre a escolha do conteúdo e a representação da linguagem matemática não teve a necessidade de decorar códigos e/ou memorizar fórmulas, isso mudou a regras pré-estabelecidas em sala de aula. A organização do trabalho passou a seu em grupo, colaborativo com pesquisas na *internet*. Os sujeitos nessa proposta de estudo inseriram além dos alunos as tecnologias digitais.

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. 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.

6. Referências

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

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://lhc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engeström/expanding/toc.thm>>. Acesso em: 10 dezembro de 2017.

FLICK, U. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2ª ed. Porto Alegre: Boockman, 2004.

SOARES, D. S. **Uma Abordagem Pedagógica Baseada na Análise de Modelos para Alunos de Biologia: qual o papel do software?** 2012, 341f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

SOUTO, D. L. P. **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.

SOUTO, D. L. P. **Transformações Expansivas na Produção Matemática On-Line** / Daise Lado Pereira Souto. 1.ed.-São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

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

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. (Eds.) *Tecnologias Digitais e Educação Matemática* (p. 71-90). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

SOUTO, D. L. P.; BORBA M. C. Movimentos, estagnações, tensões e transformações na aprendizagem da matemática online. In: **Anais do VI Sipem - VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática SIPEM.** Pirenópolis, 2015

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 14^a 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.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Revista Educar em Revista,** Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR.