

A modelagem matemática quando o problema é proposto com o vídeo digital: multivocalidade, multimodalidade e domesticação

Neil da Rocha Canedo Junior

Secretaria Municipal de Educação de Juiz de Fora
Juiz de Fora, MG — Brasil

✉ neilcanedo@gmail.com

 0000-0002-2251-2352

Marcelo de Carvalho Borba

Universidade Estadual Paulista
Rio Claro, SP — Brasil

✉ marcelo.c.borba@unesp.br

 0000-0003-3101-5486



2238-0345 

10.37001/ripem.v13i3.3575 

Recebido • 28/02/2023

Aprovado • 26/05/2023

Publicado • 10/09/2023

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: Este artigo descreve uma pesquisa que explorou as possibilidades do vídeo digital em práticas de modelagem matemática. Foi desenvolvida em um curso online, voltado para a formação de professores em serviço. Teve como cenário uma prática de modelagem em que um problema é proposto por meio de um vídeo digital (videoproblema de modelagem) e os participantes são desafiados a produzirem um vídeo como resposta (videoresposta de modelagem). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, realizada a partir das referências teóricas o construto seres-humanos-com-mídias, a teoria da atividade e a semiótica social. Os resultados apontam que a forma de combinar recursos semióticos nas cenas do videoproblema influencia a produção de significados e a modelagem, e que a subutilização dos recursos desta mídia pode limitar possibilidades educacionais. Além disso, da combinação dos distintos enfoques teóricos surgem novas teorizações a serem exploradas em futuras investigações.

Palavras-chave: Seres-Humanos-Com-Mídias. Teoria da Atividade. Semiótica Social.

Mathematical modelling when the problem is proposed with digital video: multi-voicedness, multimodality, domestication

Abstract: This article describes research that explored the possibilities of digital video in mathematical modeling practices. It was developed in an online course aimed at in-service teacher education. It had as a scenario a modelling practice in which a problem is proposed through a digital video (modelling videoproblem) and the participants are challenged to produce a video as an answer (modelling videoresponse). This is a qualitative research based on the theoretical references of the human-beings-with-media construct, activity theory, and social semiotics. The results point out that the way of combining semiotic resources in the videoproblem scenes influences the production of meanings and the modelling, and that the underutilization of resources of this media can limit educational possibilities. Furthermore, from the combination of different theoretical approaches, new theorizations emerge to be explored in future investigations.

Keywords: Humans-With-Media. Activity Theory. Social Semiotics.

Modelación matemática cuando el problema se plantea con video digital: multivocalidad, multimodalidad, domesticación

Resumen: Este artículo describe una investigación que exploró las posibilidades del video digital en las prácticas de modelación matemática. Fue desarrollado en un curso en línea dirigido a la formación docente en servicio. Tuvo como escenario una práctica de modelación

en la que se propone un problema a través de un video digital (videoproblema de modelacion) y se reta a los participantes a producir un video como respuesta (videorespuesta de modelacion). Se trata de una investigación cualitativa sustentada en los referentes teóricos del constructo ser-humano-con-medios, la teoría de la actividad y la semiótica social. Los resultados apuntan que la forma de combinar los recursos semióticos en las escenas del videoproblema influye en la producción de significados y en la modelacion, y que la subutilización de los recursos de este medio puede limitar las posibilidades educativas. Además, de la combinación de diferentes enfoques teóricos surgen nuevas teorizaciones para ser exploradas en futuras investigaciones.

Palabras clave: Seres-Humanos-con-Medios. Teoría de la Actividad. Semiótica Social.

1 Introdução¹

A modelagem é uma prática pedagógica em Educação Matemática, com raízes na Matemática Aplicada, que consiste na abordagem de problemas extrínsecos à Matemática com aportes da mesma. No âmbito da Educação Matemática, a modelagem assume uma diversidade de concepções e perspectivas que refletem os objetivos educacionais e as visões de conhecimento daqueles que a praticam (Borba & Villarreal, 2005). Essa prática letiva se associa a uma linha de pesquisa que tem se consolidado ao longo de quarenta anos de tradição, nos cenários nacional e internacional (Araújo, 2010).

A perspectiva de modelagem que assumimos neste artigo remete a um processo de produção de conhecimentos, no qual se busca responder a um problema, não necessariamente matemático. Envolve propor questões (problematizar), mobilizar estratégias no sentido de buscar respostas (investigar), o que inclui lançar mão de ideias, conceitos e procedimentos matemáticos (matematizar) (Canedo Junior, 2021). Entendemos a modelagem como uma prática letiva em sinergia com a presença das diversas tecnologias, tanto as digitais, como planilhas eletrônicas, softwares de geometria dinâmica, e vídeos digitais, quanto as não digitais, como lápis, papel, trena, cronômetro, instrumentos de medida diversos etc. Essa maneira de compreender a modelagem reflete a visão de que o conhecimento resulta das inter-relações entre humanos e as distintas tecnologias, em processos que envolvem coletivos pensantes seres-humanos-com-mídias (Borba & Villarreal, 2005).

A pesquisa cujos resultados são apresentados e discutidos ao longo deste texto foi desenvolvida à luz das perspectivas de conhecimento e modelagem vistas anteriormente e teve como foco investigativo as potencialidades da tecnologia (mídia) vídeo digital nas práticas de modelagem desenvolvidas por participantes de um curso online, voltado para a formação continuada de professores. Os objetivos da referida investigação se delinearão a partir pergunta diretriz: Como o vídeo digital participa das práticas de modelagem quando o problema é proposto com esta mídia? O cenário da pesquisa foi uma das dinâmicas desenvolvidas no curso, que consiste em uma maneira de realizar trabalhos com modelagem em que um problema é proposto por meio de um vídeo digital (videoproblema de modelagem). Além de apresentar um tema, trazer algumas informações e propor questões, o vídeo convida os participantes a produzirem um vídeo em forma de respostas (videoresposta de modelagem).

O objetivo apontado nessa pergunta evidencia que, embora a pesquisa tenha se desenvolvido no contexto de práticas de modelagem que envolviam a proposição de um problema com a mídia vídeo digital e a produção de um outro vídeo pelos alunos/professores do curso, o foco investigativo se concentrou na participação dessa mídia, na proposição do

¹ Este artigo é recorte de uma tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho' (UNESP – Rio Claro), desenvolvida pelo primeiro autor e orientada pelo segundo.

problema e na maneira como ela influencia o fazer modelagem. A investigação em tela foi desenvolvida a partir de um viés qualitativo, de maneira que os dados foram produzidos no próprio contexto da pesquisa, por meio de entrevistas, observação participante e estudo dos materiais produzidos pelos participantes em suas práticas de modelagem. Esses dados foram analisados de forma indutiva, enfatizando os processos de produção de conhecimentos em vez dos resultados (Bogdan & Biklen, 1994). Essa análise foi desenvolvida a partir da visão de conhecimento subjacente ao construto seres-humanos-com-mídias (Borba & Villarreal, 2005; Borba, 2009), em combinação com os princípios analíticos da teoria da atividade (Engeström, 2001; Engeström & Sannino, 2010), e da semiótica social (Jewitt, 2005; Kress, 2009; Bezemer & Jewitt, 2010; Jewitt & Kress, 2010).

A pesquisa em tela foi desenvolvida no Grupo de Pesquisa em Informática, Outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM). Ao tematizar potencialidades do vídeo digital em práticas de modelagem, este estudo acompanha a tradição de quase trinta anos do GPIMEM em compreender a dialética modelagem-tecnologias. Ademais, traz para as pesquisas em modelagem o vídeo digital, tecnologia que vem, ultimamente, tornando-se cada vez mais um meio de comunicação e entretenimento entre pessoas de todas as idades e de diferentes culturas (Borba & Canedo Junior, 2020). As possibilidades dessa tecnologia em Educação Matemática têm ocupado a agenda de pesquisa do GPIMEM, com destaque para o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, evento que acontece anualmente, desde 2017. Trata-se de uma ação educacional de abrangência nacional e internacional, que se constitui em cenário de pesquisas (Domingues, 2020; Domingues & Borba, 2021). Ao focar nas possibilidades do vídeo digital em práticas de modelagem, este texto aproxima as pesquisas em modelagem de uma das tecnologias que marcam a transição da quarta para a quinta fase das tecnologias digitais em Educação Matemática (Borba, 2021; Borba, Souto & Canedo Junior, 2022).

A revisão da literatura das pesquisas publicadas de 2015 a 2019, dedicadas às potencialidades dos vídeos digitais em Educação Matemática, revela um cenário ainda incipiente, que reflete esforços concentrados em alguns grupos de pesquisa. No caso específico da modelagem, esse cenário se reduz a quatro publicações. Alfke (2017) investiga como a filmagem das práticas de modelagem, com recursos do vídeo digital, pode subsidiar as intervenções do professor. Orey & Rosa (2018) estudam as contribuições das tecnologias dos ambientes virtuais, dentre elas o vídeo digital, nos trabalhos de modelagem. Paraizo (2018) analisa as influências da produção de vídeos nas práticas de modelagem, quando os resultados são apresentados por meio dessa mídia. E Domingues & Borba (2017) tematizam a participação dos vídeos digitais em projetos de modelagem desenvolvidos por alunos, a partir de temas escolhidos por eles próprios. Em nenhum desses estudos o vídeo digital é considerado como um ator na proposição de problemas de modelagem, o que reforça a relevância desta pesquisa.

2 Modelagem, tecnologias e Educação Matemática

A pesquisa discutida neste artigo desenvolveu-se à luz da perspectiva epistemológica presente no construto Seres-humanos-com-mídias, pela qual o conhecimento se produz em um processo que envolve atores humanos e as diversas tecnologias (mídias), de forma que coletivos pensantes seres-humanos-com-mídias se tornam a unidade que produz conhecimento (Borba & Villarreal, 2005). Nessa perspectiva, conhecimentos produzidos com lápis e papel, não são melhores nem piores, mas qualitativamente distintos daqueles produzidos com as ditas tecnologias digitais: calculadoras, softwares e aplicativos, internet, vídeos digitais, dentre outras. Essa concepção epistemológica tem raízes na obra de Tikhomirov (1981), ao assumir que as tecnologias computacionais reorganizam o pensamento de maneira similar, embora qualitativamente distinta, à oralidade e à escrita. Outra fonte de inspiração é a noção de

tecnologias da inteligência, apresentada por Lévy (1993), pela qual o advento de uma nova tecnologia — da maneira que acontece, hoje, com a internet rápida, as redes sociais e o vídeo digital — estabelece ecologias cognitivas distintas daquelas que figuravam em momentos históricos anteriores a ela.

O construto Seres-humanos-com-mídias conduz ao entendimento de que a emergência de novas tecnologias tem o potencial de moldar a Educação Matemática, ao permitir que novas práticas pedagógicas sejam pensadas, e que novas perguntas de pesquisa surjam (Borba & Penteadó, 2001; Borba & Villarreal, 2005; Borba, 2009; Borba, Scucuglia & Gadanidis, 2014; Borba, 2021; Borba *et al.*, 2022). Nessa perspectiva, não faz sentido falar em tecnologias boas ou ruins, mas sim em uma relação que pode ser de ressonância, ou de dissonância, entre essas mídias e as abordagens pedagógicas das quais elas participam.

Uma das maneiras de uma mídia se tornar dissonante dos objetivos pretendidos em uma prática pedagógica é promover um uso domesticado da mesma. A domesticação de uma tecnologia consiste em uma subutilização das suas possibilidades, ao tentar reproduzir com ela práticas que se mostraram ressonantes com uma outra mídia (Borba & Penteadó, 2001; Borba *et al.*, 2014). Um exemplo é o uso do vídeo digital para reproduzir uma aula expositiva (videoaula), sem explorar os recursos audiovisuais que essa mídia possibilita.

No caso da modelagem, Borba & Villarreal (2005) destacam que a ressonância entre essa abordagem pedagógica e o uso de tecnologias depende das perspectivas de modelagem e de tecnologia assumidas. Ao considerarem a presença das tecnologias computacionais nas práticas de modelagem, esses autores afirmam que se o computador é visto como um tutor e a modelagem se reduz a um exercício de aplicação, conforme aqueles encontrados em livros didáticos tradicionais, pode-se estabelecer uma relação de dissonância. “[...] A mídia computador, neste caso, torna-se domesticada, pois aproveitam-se muito pouco as possibilidades desta mídia ao tentar reproduzir a forma como os textos escritos são apresentados” (Borba & Villarreal, 2005, p. 57²).

Essa compreensão do papel educacional das tecnologias influencia nossas concepções de modelagem. Assumimos a modelagem como um processo de produção de conhecimentos que se desenvolve a partir de um problema. Inclui propor questões e levantar hipóteses (problematizar), mobilizar ações no sentido de buscar respostas e testar hipóteses (investigar), o que envolve lançar mão de conceitos, ideias e procedimentos matemáticos (matematizar) (Canedo Junior, 2021). Essa perspectiva de modelagem se apoia na noção de problema, compreendido como uma situação aberta que desperta o interesse (dimensão subjetiva), e que se apresenta como um obstáculo, pois não há uma solução imediata ou meios diretamente disponíveis para a resolução (dimensão objetiva). Ambas as dimensões precisam ser consideradas em termos dos atores humanos e tecnológicos envolvidos. “O que é percebido como um obstáculo e o que provoca interesse também dependem da mídia disponível” (Borba, 2009, p. 458³).

Compreendemos o problema como um elemento desencadeador das práticas de modelagem, um ponto de partida, de forma que novas problematizações podem emergir nos coletivos seres-humanos-com-mídias envolvidos. Tal perspectiva de modelagem é ressonante com aquela apresentada em Borba & Villarreal (2005), que destaca que a modelagem não se limita à resolução de problemas, pois inclui a possibilidade de novos problemas surgirem a

² Tradução nossa de: The computer medium becomes domesticated in this case, as it is taking very little advantage of the possibilities of this medium as it tries to reproduce the way written texts are presented.

³ Tradução nossa de: What is perceived as an obstacle, and what provokes interest, also depends on the media available.

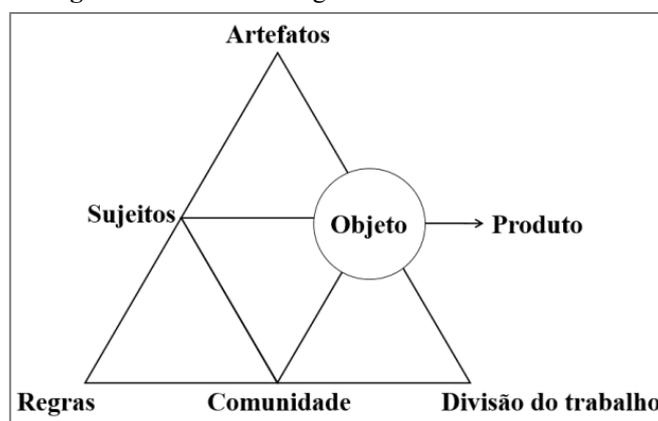
partir da situação em questão. Consiste em uma concepção de modelagem ressonante com a educação emancipadora, dialógica e problematizadora, proposta por Paulo Freire e que faz contraponto à educação bancária, na qual o professor é o que pensa e pergunta, e o aluno o pensado, o que responde passivamente (Freire, 1987). A noção de problema passa a ser entendida, nesse viés, como uma curiosidade instigadora que se torna força motriz da produção de conhecimentos que, na perspectiva assumida nesta pesquisa, configura uma ação coletiva de seres-humanos-com-mídias (Borba, Canedo Junior & Carvalho, 2022).

3 Referências teóricas e design metodológico

Além da visão de conhecimento subjacente ao construto Seres-humanos-com-mídias, as referências teóricas desta pesquisa incluem princípios da Teoria da Atividade (Engeström, 2001; Engeström & Sannino, 2010), e da Análise Multimodal, essa última na perspectiva da Semiótica Social (Jewitt, 2005; Kress, 2009; Bezemer & Jewitt, 2010; Jewitt & Kress, 2010). É a partir dessas abordagens teóricas que perseguimos o objetivo, apontado pela questão diretriz, de compreender como o vídeo digital participa do fazer modelagem, quando o problema é apresentado com essa mídia.

A Teoria da Atividade se apoia no conceito de sistema atividade, representado na estrutura triangular da Figura 1. Os sujeitos são aqueles que compartilham o objeto da atividade, para o qual as ações se voltam. Esse objeto reflete os motivos individuais e está associado a um produto em que os sujeitos vislumbram transformá-lo por meio de suas ações. Os artefatos mediadores são as ferramentas técnicas e psicológicas (signos), que medeiam as ações do sujeito sobre o objeto. A comunidade representa aqueles indivíduos que participam dos sistemas atividades, mediando as inter-relações entre sujeitos e objeto, mas que não compartilham diretamente esse último. Entre os sujeitos, a comunidade e o objeto se interpõem regras, que podem ser explícitas (leis, contratos, programas de disciplinas, currículos escolares, etc.) ou implicitamente estabelecidas, em uma divisão do trabalho, que pode refletir históricas relações de poder, ou configurar uma divisão de tarefas emergente da própria dinâmica dos sistemas (Engeström, 2001; Engeström & Sannino, 2010).

Figura 1: Estrutura triangular dos sistemas atividades.



Fonte: Baseada em Engeström (2001)

Além das noções referentes a esta estrutura triangular, a Teoria da Atividade assume cinco princípios analíticos. O primeiro deles se refere, justamente, à assunção do sistema atividade como unidade básica de análise. O segundo princípio destaca a historicidade desses sistemas, de forma que mudanças significativas acontecem em intervalos de tempo relativamente longos. O terceiro diz respeito à multivocalidade, que implica considerar as

diferentes vozes que se fazem ouvir na dinâmica do sistema, de maneira a não negligenciar aquelas que, por razões diversas, podem se tornar menos proeminentes. O quarto princípio contempla o papel das contradições, que são vistas como conflitos que podem refletir descontentamento, mas que incluem possibilidades de mudanças. O quinto consiste das transformações expansivas, que são reconfigurações que acontecem nos sistemas de atividades no sentido de superar contradições e explorar novas possibilidades (Engeström, 2001).

A pesquisa de Souto (2013) se apoiou em possibilidades analíticas que emergem da combinação dos princípios da Teoria da Atividade com a visão de conhecimento subjacente ao construto Seres-humanos-com-mídias. Desse diálogo teórico surge o construto Sistemas Seres-humanos-com-mídias (S S-h-c-m), que consiste em uma expansão dos sistemas atividades (Figura 1), no sentido de considerar a possibilidade de as mídias atuarem, não apenas como artefatos mediadores, como previsto no escopo original da Teoria da Atividade, mas em outras posições na estrutura triangular. Esse diálogo teórico se apoia na raiz comum que essas duas teorizações possuem na obra de Oleg Tikhomirov (Tikhomirov, 1981). As contribuições desse autor, que formam um dos pilares do construto Seres-humanos-com-mídias, fundamentam-se nas ideias de Lev Vygotsky, considerado o pai Teoria da Atividade, por autores como Engeström (2001) e Engeström & Sannino (2010).

Ao propor essa teorização emergente, Souto (2013) considerou, também, a análise de dados empíricos produzidos em sua pesquisa, que se desenvolveu no contexto de um curso online voltado para a formação continuada de professores, na qual propriedades das cônicas foram exploradas com as mídias Geogebra e internet. A autora observou episódios em que a construção na tela do Geogebra deixava de ser um artefato mediador das ações dos sujeitos e se tornava o próprio objeto da atividade, assim como se deparou com situações em que a internet atuava como um membro não humano (mídia) da comunidade dos sistemas atividade observados.

Ao considerarem essa participação da mídia internet nas comunidades dos sistemas observados, Souto e Borba (2018, p. 16⁴) destacam que

ao pesquisar o papel da internet na comunidade, realizamos uma expansão multivocal do sistema que abrangeu não apenas os indivíduos que faziam parte dele, mas as múltiplas vozes daqueles que eram externos, mas de alguma forma relacionados a ele também. A construção de um site é permeada por diferentes valores, histórias, convenções, posicionamentos, ou seja, diferentes experiências de seus criadores e, quando utilizada como fonte de pesquisa, transmite todas essas variáveis para o sistema.

Essa expansão multivocal, à qual os autores citados Souto & Borba (2018) se referem, reconfigura o princípio da multivocalidade, no sentido de incluir as vozes das mídias, mais especificamente das ditas tecnologias digitais, a exemplo da internet. Essas vozes não humanas passam a ser consideradas com o potencial de ecoarem nos vários vértices dos sistemas, não apenas como artefatos, mas também como objeto, comunidade, e até mesmo como sujeitos, tornando esses coletivos humanos, coletivos seres-humanos-com-mídias (Souto & Borba, 2018). Essa presença das vozes das mídias reforça a concepção, defendida por Borba (2021) e

⁴ Tradução nossa de: While researching the internet's role of community, we realized a multivocality expansion of the system that encompassed not just the individuals who were part of it, but the multiple voices of those who were external but somehow related to it as well. The building of a website is permeated with different values, stories, conventions, placements, i.e., different experiences of its creators, and, when used as a source of research, it transmits all these variables into the system.

Borba, *et al* (2022), de que as mídias têm *agency*, o que se harmoniza com a visão de artefatos tecnológicos “como fatores históricos, sociais e culturais no coletivo que produz o conhecimento. Ela enfatiza a visão de que o conhecimento é produzido [...] por humanos-com-artefatos” (Borba, 2021, p. 391).

Em diálogo com as referências teóricas discutidas anteriormente, o design metodológico da presente pesquisa inclui considerar as práticas de modelagem em estudo como sistemas atividade, nos quais a voz do vídeo digital ecoa entre as múltiplas vozes ali presentes. A análise dessas vozes levará em conta as propriedades multimodais das mesmas. Na perspectiva da Semiótica Social, a multimodalidade implica considerar não apenas o que as vozes comunicam, mas também a maneira como os recursos semióticos (imagens, filmagens, animações, escrita, oralidade, sons diversos etc.) se organizam nos modos presentes nessa comunicação (Jewitt, 2005 & Kress, 2009; Bezemer & Jewitt, 2010; Jewitt & Kress, 2010).

A Semiótica Social propõe a transposição de uma análise focada nos signos de linguagem escrita e falada em direção a uma abordagem que inclui recursos semióticos como cores, gestos, sons, animações etc., que se combinam nos processos de comunicação e produção e significados (Kress, 2009). Jewitt e Kress (2010, p. 343) destacam que a Semiótica Social tem como construto central a noção de modo, que “se refere a um conjunto organizado de recursos semióticos para dar sentido (imagem, gesto, escrita, por exemplo)”. O modo constitui a unidade analítica da produção de significados. Dessa perspectiva, uma fala acompanhada do gesto de apontar para uma expressão matemática escrita na lousa, consiste em um modo distinto de quando essa mesma fala se associa, por exemplo, a uma imagem em movimento na tela de um software.

[...] A semiótica social pressupõe que a representação e a comunicação sempre recorrem a uma multiplicidade de modos, os quais contribuem para o significado. [...] modos diferentes moldam os significados a serem realizados de maneiras específicas do modo, de maneira que os significados sejam, por suas vezes, realizados diferentemente em modos diferentes (Bezemer & Jewitt, 2010, p. 183⁵).

Considerar a participação da voz do vídeo digital nos sistemas atividade em estudo, sob uma perspectiva da Semiótica Social, pode ser visto como um passo adiante na expansão do princípio das múltiplas vozes, apresentado por Souto & Borba (2018). Consiste em uma proposta analítica que promove uma aproximação entre os princípios analíticos da Teoria da Atividade, da visão de conhecimento presente no construto seres-humanos-com-mídias e dos pressupostos da Semiótica Social.

Essa combinação teórica é considerada por Jewitt (2005), ao afirmar que

compreender o contexto social é crucial para pensar sobre o interesse do produtor de significados. Reunir a multimodalidade com a teoria da atividade oferece uma maneira de pensar mais claramente sobre a construção de significado e o discurso situados dentro de um sistema de atividade social que se estende “além” do indivíduo

⁵ Tradução nossa de: [...] social semiotics assumes that representation and communication always draw on a multiplicity of modes, all of which contribute to meaning. [...] different modes shape the meanings to be realized in mode-specific ways, so that meanings are in turn differently realized in different modes.

(Jewitt, 2005, p. 313, grifos da autora⁶).

Nesta pesquisa, os dados analisados, segundo os mencionados olhares teóricos foram produzidos no contexto de um curso online voltado para a formação continuada de professores. A investigação assume um viés qualitativo, de forma que os dados, produzidos no próprio ambiente online do curso, foram analisados de forma indutiva, destacando mais os processos que os resultados (Bogdan & Biklen, 1994). O curso contou com aulas síncronas realizadas em um grupo do Facebook; com a escrita de diários de bordo individuais, referentes a cada uma das aulas, em documentos de textos compartilhados no Google Drive; e com interações assíncronas no próprio grupo do Facebook.

O foco da análise foram os trabalhos com modelagem desenvolvidos no âmbito de uma dinâmica em que um problema é proposto por meio de um vídeo digital (videoproblema de modelagem), que também desafia os alunos à produção de um outro vídeo em forma de resposta (videoresposta de modelagem). Quatro videoproblemas foram apresentados aos alunos, que se dividiram em duplas, de forma que cada uma escolheu um dos vídeos a partir do qual desenvolveram seus trabalhos.

Os objetivos deste texto destacam a produção de uma dessas duplas (Ari/Vera), que escolheu o videoproblema *Água: por um consumo consciente*, o qual pode ser acessado a partir de seu link no Youtube (<https://youtu.be/fgMnFokq0fY>). Os dados considerados na análise foram produzidos pelo primeiro autor deste texto, que atuou como membro da equipe docente do referido curso, no âmbito do próprio ambiente online em que as práticas de modelagem se desenvolveram. Os procedimentos elencados nessa produção incluíram a observação participante nas aulas e nas demais instâncias do curso; a leitura dos diários de bordo; leitura multimodal dos videoproblemas e videorespostas; e entrevistas com a dupla, por meio do WhatsApp.

Em coerência com os olhares teóricos assumidos e com o objetivo apontado na questão diretriz, a análise desses dados procurou evidenciar como as multimodalidades da voz do videoproblema moldam a produção de significados e as ações desenvolvidas no âmbito das práticas de modelagem, sendo estas últimas consideradas no âmbito de sistemas atividade. Os resultados produzidos a partir dessa análise são discutidos nas seções seguintes.

4 Entre a problematização e o jogo de perguntas e respostas

Os significados produzidos pela dupla Ari/Vera sinalizam para uma tendência em interpretar o que é proposto no videoproblema ‘Água: por um consumo consciente’ como uma espécie de questionário. Essa produção de significados se refletiu nos trabalhos desenvolvidos por essa dupla, de forma que o fazer modelagem desses participantes se mostrou permeado por uma espécie de jogo de perguntas e respostas.

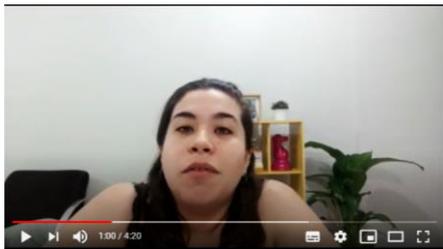
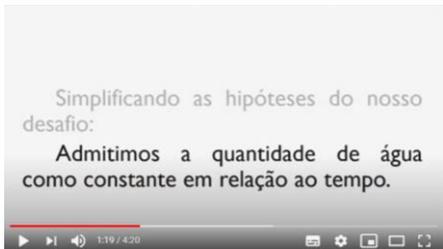
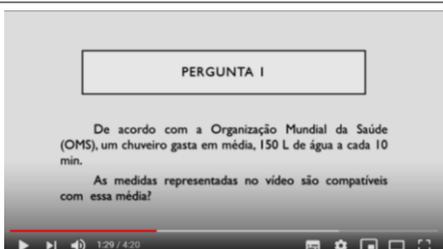
Essa tendência emergiu da forma como algumas questões, que são apresentadas ao longo das cenas do videoproblema com o intuito de suscitar reflexões, foram compreendidas pela dupla, que as considerou como se fosse um questionário, ou seja, uma lista de perguntas a serem respondidas uma a uma. As referidas questões aparecem no vídeo em número de três: (1) De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, um chuveiro gasta, em média, 150 litros, a cada 10 minutos. Nossas medidas são compatíveis com essa média? (2) E o seu chuveiro,

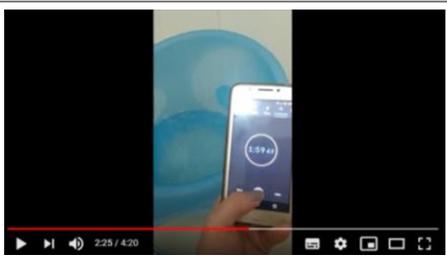
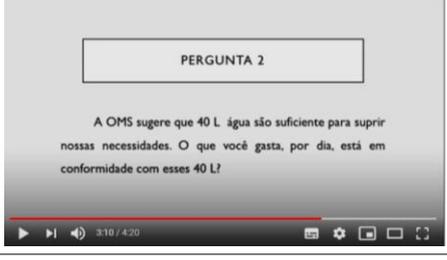
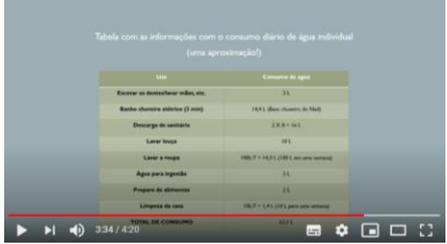
⁶ Tradução nossa de: [...] Understanding the social context is crucial to thinking about the sign maker's interest. Bringing together multimodality with activity theory offers a way of thinking more clearly about meaning making and discourse as situated within a social activity system that extends 'beyond' the individual.

quanto gasta a cada 10 minutos? (3) A Organização Mundial de Saúde sugere que 40 litros de água são suficientes para suprir nossas necessidades diárias. A água que você consome, por dia, está em conformidade com esses 40 litros?

A presença desse jogo de perguntas e respostas pode ser observada na videorresposta produzida por Ari e Vera, a qual pode ser assistida a partir do link (<https://youtu.be/X8L-U0WHXyc>). O Quadro 1 a seguir procura retratar um trecho dessa videoprodução (entre os instantes 1min 0seg e 3min 34seg), ao expor as imagens das cenas, lado a lado com as transcrições das falas a elas correspondentes.

Quadro 1: Trecho da videorresposta da dupla Ari e Vera a partir do videoproblema ‘Água: por um consumo consciente’ – 1min 0seg a 3min 34seg (imagens e transcrição das falas).

	Imagens das cenas	Transcrição das falas
1		Respondendo ao primeiro desafio feito pelo vídeo do Neil, que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, um chuveiro gasta, em média, 150 litros de água a cada 10 minutos. Essas medidas representadas, no vídeo, são compatíveis com essa média?
2		Para simplificar as hipóteses dessa situação, vamos admitir a quantidade de água como constante, em relação ao tempo,
3		...isto é, mantendo o padrão, essa abertura do registro do chuveiro, até para manter uma temperatura constante.
4		No experimento feito pelo Neil, no vídeo desafio [referindo-se ao videoproblema ‘Água: por um consumo consciente’], vimos que, em 10 segundos, temos 800 ml de água. Logo, para 20 segundos, 1600 ml, 30 segundos, 2400 ml. Como assumimos, então, uma função do tipo $y=ax+b$, isto é, uma função linear, teremos, então, um escoamento de 80 vezes t , de água, em t segundos. Logo, para 10 minutos, teremos, então, que haverá um escoamento de 48000 ml em 600 segundos, já que 10 minutos equivalem a 600 segundos. Assim, em 600 segundos haverá um escoamento de 48 litros de água.

5		<p>Já no experimento realizado por mim, em 1 minuto houve um escoamento de 3200 ml...</p>																		
6		<p>...em 2 minutos, 6400 ml. Logo, como assumimos uma função linear do tipo $y=ax+b$, logo teremos, neste caso, que haverá um escoamento 3200 vezes t, em t minutos. Logo, para 10 minutos teremos, então, um escoamento de 32000 ml, ou seja, 32 litros de água, em 10 minutos.</p>																		
7		<p>Assim, ambos os experimentos, tanto do Neil quanto o realizado por mim, estão abaixo da média fornecida pela Organização Mundial da Saúde que era de 150 litros de água em 10 minutos.</p>																		
8		<p>Vamos à pergunta dois. A Organização Mundial de Saúde sugere que 40 litros de água são suficientes para suprir nossas necessidades. O que você gasta, por dia, está em conformidade com esses 40 litros?</p>																		
9	 <table border="1" data-bbox="331 1339 667 1496"> <thead> <tr> <th></th> <th>Consumo de água</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Escovar os dentes sem água, em...</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Banho chuveiro rápido (2 min)</td> <td>144 L (Bato chuveiro de 70L)</td> </tr> <tr> <td>Descarga de sanitário</td> <td>2,8 x 10 L</td> </tr> <tr> <td>Lavar louça</td> <td>10 L</td> </tr> <tr> <td>Lavar a roupa</td> <td>100 L * 10 L (100 L em uma máquina)</td> </tr> <tr> <td>Água para beber</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Preparar alimentos</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Limpieza do carro</td> <td>100 L * 10 L (100 L para um carro)</td> </tr> </tbody> </table>		Consumo de água	Escovar os dentes sem água, em...	11	Banho chuveiro rápido (2 min)	144 L (Bato chuveiro de 70L)	Descarga de sanitário	2,8 x 10 L	Lavar louça	10 L	Lavar a roupa	100 L * 10 L (100 L em uma máquina)	Água para beber	1,5	Preparar alimentos	1,5	Limpieza do carro	100 L * 10 L (100 L para um carro)	<p>De acordo com a simulação feita na tabela, dos consumos aproximados, que fazemos em nosso dia a dia, pode-se assumir um gasto de, no mínimo, 63 litros diários de água.</p>
	Consumo de água																			
Escovar os dentes sem água, em...	11																			
Banho chuveiro rápido (2 min)	144 L (Bato chuveiro de 70L)																			
Descarga de sanitário	2,8 x 10 L																			
Lavar louça	10 L																			
Lavar a roupa	100 L * 10 L (100 L em uma máquina)																			
Água para beber	1,5																			
Preparar alimentos	1,5																			
Limpieza do carro	100 L * 10 L (100 L para um carro)																			

Fonte: Dados da Pesquisa

O Quadro 1 mostra que as questões apresentadas no videoproblema são mencionadas nas cenas da videorresposta produzida por Ari e Vera. A análise desse trecho da videoprodução da dupla indica que a denominação PERGUNTA 1 (linhas 1, 2 e 3 do quadro) diz respeito às duas primeiras questões apresentadas no videoproblema: (1) De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, um chuveiro gasta, em média, 150 litros, a cada 10 minutos. Nossas medidas são compatíveis com essa média? e (2) E o seu chuveiro, quanto gasta a cada 10 minutos?

As cenas referentes à linha 4 apresentam uma resposta para a questão 1. Por meio de proporção direta e alguns conceitos de função linear, a dupla mostrou que os 800 ml em 10 s, obtidos em um experimento apresentado no videoproblema, correspondem a 48 litros de água a cada 10 minutos. Enquanto a questão (2) — E o seu chuveiro, quanto gasta a cada 10 minutos? — é respondida ao longo das cenas correspondentes às linhas 5 e 6 do Quadro 1, que mostram

o experimento realizado pela dupla (linha 5) com o chuveiro de Vera, e os cálculos (linha 6) pelos quais se obteve a resposta de 32 litros de água a cada 10 minutos. Nas cenas correspondentes à linha 7, a dupla sintetiza as respostas que obtiveram para as questões (1) e (2) do videoproblema, ao informar que tanto no experimento mostrado no videoproblema (que se refere à questão (1)) quanto no realizado pela dupla (correspondente à questão (2)) o consumo de água está aquém dos 150 litros a cada 10 minutos, informados no videoproblema, a partir de dados da Organização Mundial de Saúde⁷.

Já a pergunta anunciada na videorresposta como PERGUNTA 2, como mostra a linha 8 do Quadro 1, refere-se à terceira das questões que o videoproblema apresenta: (3) A Organização Mundial de Saúde sugere que 40 litros de água são suficientes para suprir nossas necessidades diárias. A água que você consome, por dia, está em conformidade com esses 40 litros? A linha 9 mostra que a dupla Ari/Vera fez estimativas da água consumida por eles próprios em algumas atividades do dia a dia, o que conduziu ao resultado de que uma pessoa consome, em média, um valor mínimo diário de 63 litros, o que supera os 40 litros sugeridos pela OMS.

A dúvida apresentada por Vera, em um de seus diários de bordo, reafirma que a dupla interpretou as questões apresentadas no videoproblema como uma lista de perguntas a serem respondidas, uma a uma. Essa produção de significados favoreceu que um jogo de perguntas e respostas permeasse o fazer modelagem desses participantes.

Estou com [...] dúvidas com relação a esta atividade. [...] — É PARA RESPONDERMOS POR MEIO DE UM VÍDEO QUANTO QUE GASTAMOS DE ÁGUA EM NOSSO CHUVEIRO A CADA 10 MINUTOS? SE A ÁGUA QUE GASTAMOS ESTÁ EM CONFORMIDADE COM A OMS DE 40 LITROS POR DIA? OU PODEMOS PRODUZIR UM VÍDEO COM O TEMA CONSUMO CONSCIENTE DA ÁGUA COM TEMA LIVRE? (Vera — Escrita do diário de bordo)

A dúvida exposta por Vera aponta para um dilema entre as intenções da dupla de trabalhar o tema referente ao consumo de água de forma livre, e a necessidade de responder às perguntas do vídeo. Vera faz menção à questão (2) e (3), respectivamente, ao indagar, primeiro, se é para a dupla responder por meio de um vídeo quanto gastam de água em seus chuveiros a cada 10 minutos e, em seguida, se a água que gastam está em conformidade com a OMS de 40 litros por dia. A resposta dada por Vera, em uma das entrevistas, reforça esse dilema.

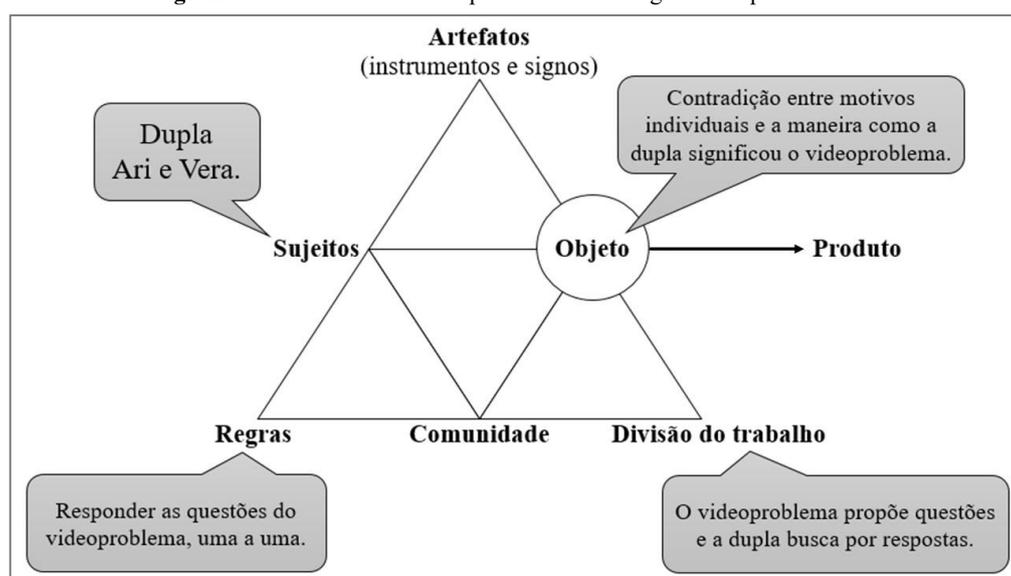
Vera: Nós estamos ainda nos apegando muito à questão ambiental. [...] Por exemplo, o Ari, ele falou de estar mostrando o balneário e a captação de água na região dele. Aqui em Ribeirão, a gente utiliza a água do Aquífero Guarani, e como há, também, uma fonte, e fala-se muito a questão da captação e do consumo consciente, porque aqui a captação de água é cada vez menos. [...] Enfim, são informações que a gente quer salientar no nosso vídeo, além da resposta, por isso que eu perguntei lá no Drive, no diário de bordo, se era meramente pra gente responder a pergunta, ou se a gente poderia estar falando um pouquinho mais com relação à importância desse vídeo, e tudo o mais. (Vera — Entrevista via WhatsApp — transcrição de áudio)

A resposta de Vera revela que as intenções da dupla se voltam para abordar o tema relacionado ao consumo de água, considerando situações referentes aos contextos sociais de cada um. Contudo, a maneira como significaram o videoproblema conduz a, simplesmente, responder às questões apresentadas.

⁷ Esses dados são atribuídos à OMS e foram obtidos de um documento do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005).

Considerando as práticas de modelagem de Ari e Vera como um sistema atividade (Figura 2), o mencionado dilema pode ser interpretado como uma contradição entre os motivos da dupla, relacionados a ampliar suas ações em direção a novas problematizações que se voltam para questões ambientais referentes a seus contextos sociais, e à maneira como compreenderam a proposta do videoproblema, que remete a responder às perguntas como se fosse um questionário. O objeto desse sistema passa a comportar, de um lado, os motivos da dupla em abordar questões ambientais de forma mais ampla e, de outro, a obrigação tácita de responder às questões do videoproblema, sendo essa última um desdobramento da produção de significados desses participantes, mediante o texto digital dessa mídia. Em suma, configura-se um conflito entre a problematização e o jogo de perguntas e respostas, que reflete o dilema entre os motivos da dupla e a forma como significaram o videoproblema. Essa contradição fez emergir nesse sistema a regra implícita de responder às questões do vídeo uma a uma, e uma divisão do trabalho pela qual o videoproblema propõe questões e a dupla busca por respostas.

Figura 2: Sistema atividade das práticas de modelagem da dupla Ari e Vera



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Em termos das perspectivas de modelagem e conhecimento que assumimos nesta pesquisa, a presença desse jogo de perguntas e respostas nas ações da dupla pode ser vista uma degeneração do fazer modelagem. A maneira como as regras e a organização do trabalho se estabeleceram nos sistemas atividade em estudo configuram fragmentos de uma prática pedagógica em que a mídia vídeo digital assume o papel docente de propor questões e os alunos se limitam a responder o que lhes é proposto. É como se a educação bancária questionada por Freire (1987) se fizesse presente nas práticas de modelagem da dupla, com o videoproblema assumindo o papel docente de propor questões, e os alunos/professores o de respondê-las passivamente.

Por outro lado, acrescentamos que a presença do jogo de perguntas e respostas permeou, mas não limitou, o fazer modelagem da dupla a ele. Conforme pode ser visto em Canedo Junior (2021), problematizações relacionadas ao consumo consciente de água foram levantadas e abordadas, por meio de estimativas e comparações, conduzindo a atitudes que corroboram um consumo consciente da água. Inclusive, a dupla encerra sua videoresposta propondo um problema, que conduz a uma reflexão sobre a equidade relacionada à distribuição desse bem vital, ao comparar a quantidade de água que uma pessoa gasta, por dia, com aquela necessária para encher uma piscina.

5 A domesticação de uma perspectiva multimodal

Uma análise do fazer modelagem da dupla Ari/Vera, de uma perspectiva da Semiótica Social (Jewitt, 2005; Kress, 2009; Bezemer & Jewitt, 2010; Jewitt & Kress, 2010), permite-nos aprofundar compreensões sobre as influências da mídia vídeo digital na produção de significados da dupla, mais precisamente na ocorrência do mencionado jogo de perguntas e respostas. Isso implica considerar essa produção de significados tendo em vista não apenas o que é comunicado, mas também os modos envolvidos nessa comunicação e, em coerência com os objetivos desta investigação, buscar compreender como essas significações influenciam as ações no âmbito dos sistemas atividade em estudo.

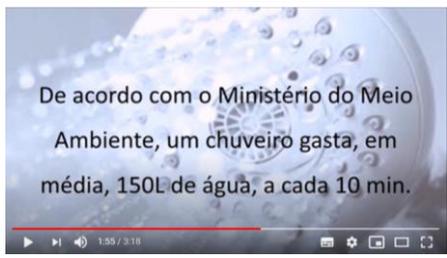
Tomemos a resposta dada por Ari em uma das entrevistas, como ponto de partida dessa discussão.

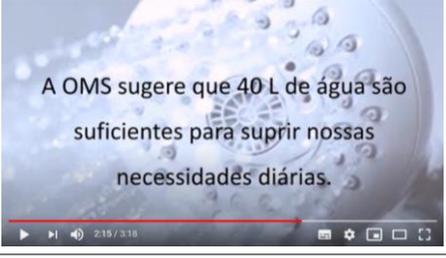
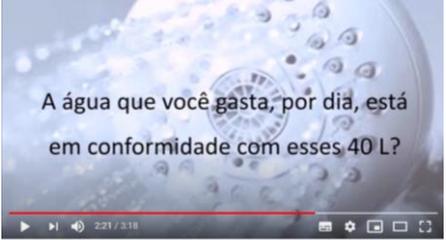
Ari: A forma como [...] foi gravado aquele vídeo, [...] ela deixa claro algumas perguntas. [...] Eu acho que influencia nesse sentido. [...] Por mais que a gente dê um direcionamento ambiental, a própria estrutura em que o vídeo foi gravado nos conduziu a responder certas questões que são fixas, pontuais. (Ari — Entrevista via WhatsApp — transcrição de áudio)

Ari expõe, primeiramente, que a maneira como o videoproblema foi produzido põe em destaque as referidas perguntas que deram origem ao jogo de perguntas e respostas. Isso fica claro quando ele afirma que: a forma como foi gravado aquele vídeo [...] deixa claro algumas questões. Mais adiante, ele menciona como a estrutura do referido vídeo direcionou-os a responder às tais perguntas, uma a uma, ao dizer: “a própria estrutura em que o vídeo foi gravado nos conduziu a responder certas questões que são fixas, pontuais”.

Em vistas das considerações de Ari, vamos direcionar um olhar multimodal para a estrutura do videoproblema, mais especificamente, para os modos que compõem as cenas do trecho (1min 45seg a 2min 27seg) em que as referidas questões são apresentadas. O Quadro 2 procura retratar essa multimodalidade, ao dispor, lado a lado, as imagens das cenas e a transcrição das falas a elas referentes.

Quadro 2: Trecho do videoproblema ‘Água: por um consumo consciente’ - 1min 45seg a 2min 27seg (transcrição das falas e imagens das cenas).

	Imagens das cenas	Transcrição das falas
1		De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, um chuveiro gasta, em média, 150 litros, a cada 10 minutos.
2		Nossas medidas são compatíveis com essa média?

3		E o seu chuveiro, quanto gasta a cada 10 minutos?
4		A Organização Mundial de Saúde sugere que 40 litros de água são suficientes para suprir nossas necessidades diárias.
5		A água que você consome, por dia, está em conformidade com esses 40 litros?

Fonte: Dados da Pesquisa

O Quadro 2 mostra que os recursos comunicativos presentes nos modos das cenas em que tais perguntas são apresentadas, reduzem-se ao texto escrito e estático, acompanhado de uma narração que repete, quase que na íntegra, o que está escrito. As considerações apresentadas por Ari no trecho de entrevista apresentado anteriormente, combinadas ao olhar multimodal que o Quadro 2 permite, sugerem que o jogo de perguntas e respostas pode ter sido influenciado pela maneira como os modos foram organizados nas cenas do videoproblema, nas quais as referidas questões são apresentadas. Esse resultado é coerente com os pressupostos da Análise Multimodal, na perspectiva assumida nesta pesquisa, pois, a Semiótica Social assume que “modos diferentes moldam os significados a serem produzidos de maneiras específicas do modo” (Bezemer & Jewitt, 2010, p. 183⁸).

Mas quais as especificidades dos modos presentes nas cenas em que as perguntas são expostas no videoproblema? A oralidade, com o texto escrito e estático, constitui recursos comunicativos que remetem aos modos específicos da tradição da sala de aula, na qual a lousa e o giz são mídias que predominam há pelo menos duzentos anos, conforme mostrado por Villarreal & Borba (2010). Essa redução das possibilidades multimodais do vídeo digital ao texto estático combinado à oralidade pode ser vista como uma domesticação dessa mídia, que consiste em uma tentativa de repetir com ela práticas e resultados específicos a outra mídia.

Ao discutirem a noção de domesticação, autores como Borba e Penteadó (2001) e Borba, *et al.* (2014) consideram, de um lado, a subutilização das potencialidades de uma mídia e, de outro, a tentativa de reprodução com uma nova mídia de práticas consagradas e resultados alcançados com outra, que predominou em um outro momento histórico da produção de conhecimentos. A maneira como os recursos comunicativos foram mobilizados nas cenas do

⁸ Tradução nossa de: [...] different modes shape the meanings to be realized in mode-specific ways, so that meanings are in turn differently realized in different modes.

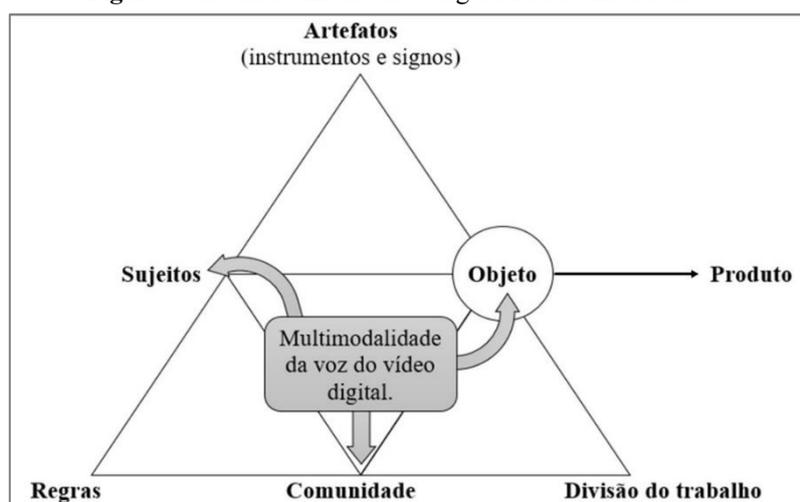
videoproblema em que as perguntas são apresentadas remete tanto à subutilização, ao limitar os recursos audiovisuais que o vídeo digital permite ao texto estático e à oralidade, bem como à reprodução, ao manter nessa mídia recursos específicos da lousa e do giz.

Frente ao exposto, entendemos que a análise dos dados empíricos desta investigação permite avançar a compreensão a respeito da noção de domesticação ao considerá-la de um ponto de vista multimodal. Dessa perspectiva, domesticar uma mídia implica em limitar os recursos comunicativos que ela permite, promovendo uma domesticação dos seus modos (subutilização de multimodalidades). Essa domesticação pode ser vista como uma tentativa de repetir em uma mídia os modos específicos de outra (reprodução de multimodalidades). A redução dos modos do videoproblema àqueles específicos da lousa e do giz remete a essa domesticação das multimodalidades.

6 Teorizações emergentes

A influência do videoproblema na produção de significados moldou a dinâmica das ações da dupla Ari e Vera e a estrutura do sistema atividade em estudo (Figura 3). Os ecos da multimodalidade da voz dessa mídia podem ter sido determinantes para a ocorrência da regra e da divisão do trabalho inerentes ao jogo de perguntas e respostas que permeou as ações de Ari e Vera, configurando a presença dessa voz na comunidade do sistema. Conforme discutido anteriormente, a análise das práticas de modelagem dos sujeitos mostra a presença dessa voz na própria configuração do objeto (ver Figura 2), uma vez que esse construto vivenciou um conflito entre os motivos da dupla e a maneira como significaram (ouviram a voz) o videoproblema. Além disso, as influências das multimodalidades dessa voz na produção de significados de Ari e Vera sugerem a presença da mesma entre os sujeitos do sistema atividade em análise.

Figura 3: A voz da mídia vídeo digital no sistema atividade.



Fonte: Elaboração Própria

A presença das mídias em vértices da estrutura triangular dos sistemas atividade que, no escopo original da Teoria da Atividade, eram restritos aos humanos foi discutida anteriormente por Souto (2013) e Souto & Borba (2018), ao observarem a presença da voz da internet na comunidade e a do Geogebra como objeto nos sistemas atividade por eles considerados. A presente pesquisa procura avançar essa discussão ao considerar a ação das multimodalidades da voz do vídeo digital nesses sistemas. A influência dessas multimodalidades na produção de significados dos sujeitos e, conseqüentemente, em suas ações, vai ao encontro da possibilidade

das mídias assumirem papéis anteriormente restrito a humanos nos sistemas atividade.

Essa possibilidade reforça a conjectura levantada por Souto & Borba (2018, p. 20⁹) que, ao observarem a presença da mídia internet em vértices como a comunidade e, principalmente, como parte constitutiva do objeto dos sistemas atividade que observaram, afirmam que: “[...] um argumento semelhante pode ser feito para colocar a internet no vértice sujeitos, também”. Os resultados da pesquisa de Souto (2013) e as considerações apresentadas por Souto e Borba (2018), a respeito da participação da mídia internet nos sistemas que analisaram, em combinação com as observações da presença da mídia vídeo digital nas ações da dupla Ari e Vera, apresentadas no presente artigo, contribuem para sustentar a premissa de que as mídias possuem poder de ação (*agency*), conforme defendem Borba (2021) e Borba *et al.* (2022). A visão de conhecimento como um produto das inter-relações de humanos com mídias, associada aos achados desses estudos, corroboram a perspectiva teórica de que não faz sentido considerar os vértices da estrutura triangular dos sistemas atividade como posições que determinam ou humanos, ou artefatos, ou objeto, mas como instâncias multivocais povoadas por coletivos pensantes seres-humanos-com-mídias.

Além disso, vale ressaltar que os resultados apresentados neste artigo apontam para a presença da multimodalidade do vídeo digital como parte constituinte do *agency* dessa mídia. Essa presença das propriedades multimodais nos permite considerar que o *agency* da mídia vídeo digital, observado no presente estudo, assume um status distinto daquele manifestado pela mídia internet, como visto por Souto (2013) e Borba & Souto (2018). Essa diferença de status no poder de ação das mídias remete a Borba (2021, p. 391¹⁰), ao considerar que: “O *agency* [...] não deve ser visto como binário, presente ou ausente, mas em diferentes níveis. Vejo essa noção de *agency* como ‘fuzzy’, como na matemática *fuzzy*, na qual podemos ter graus de *agency*”. Nessa perspectiva, faz sentido dizer que o *agency* da mídia vídeo digital observado no presente estudo está em um grau que difere, qualitativamente, daquele assumido pela internet nos estudos de Souto (2013) e Borba e Souto (2018). É importante enfatizar, contudo, que tanto a presença da multimodalidade no poder de ação das mídias quanto os diferentes graus de *agency* possíveis são noções teóricas ainda incipientes que requerem mais estudos.

7 Considerações finais

Neste texto, apresentamos uma investigação que explorou as potencialidades do vídeo digital no desenvolvimento de trabalhos de modelagem, em uma prática pedagógica em que um problema é proposto e respondido com essa mídia, que foi realizada no âmbito de um curso online voltado para a formação continuada de professores. Mais especificamente, buscamos compreender como o vídeo pode moldar o fazer modelagem quando o problema é proposto com essa mídia.

A investigação assumiu um viés qualitativo, de forma que os dados, produzidos no próprio ambiente online da pesquisa, foram analisados de forma indutiva, com foco mais nos processos que nos resultados. Essa análise se fez à luz da visão de conhecimento subjacente ao construto Seres-humanos-com-mídias e da Teoria da Atividade. Além disso, foram mobilizados princípios da Semiótica Social, como a noção de modo, no intuito de focar na participação dos vídeos digitais nas práticas de modelagem em estudo, a partir das potencialidades multimodais dessa mídia.

⁹ Tradução nossa de: [...] a similar argument can be made to place the internet in the subject vertex, as well.

¹⁰ Tradução nossa de: Agency, therefore, should not be seen as binary, as either present or absent, but having different levels. I see this notion of agency as a “fuzzy” one, as in fuzzy mathematics, in which we may have degrees of agency

Os resultados obtidos apontam para uma tendência em interpretar o problema proposto com o vídeo digital (videoproblema) — mais especificamente as perguntas que essa mídia apresenta, com o intuito de suscitar reflexões — como se fosse um questionário a ser integralmente respondido, fazendo com que as práticas de modelagem se degenerem em um jogo de perguntas e respostas. Um olhar multimodal para o texto fílmico do videoproblema, combinado à análise da produção de significados dos sujeitos, sugere que essa tendência é influenciada por uma limitação das multimodalidades que o vídeo possibilita, pois, nas cenas em que as perguntas aparecem os recursos comunicativos se reduzem ao texto estático acompanhado da oralidade que o repete na íntegra.

Da perspectiva de conhecimento assumida, essa limitação das potencialidades multimodais do vídeo digital à oralidade e ao texto estático configura uma domesticação dessa mídia, pois consiste em uma subutilização de seus recursos audiovisuais, além de remeter a uma reprodução dos modos que caracterizam a lousa e do giz, mídias que marcam a tradição da Educação Matemática escolar. Acrescentamos que esse resultado, além de permitir uma abordagem multimodal da noção de domesticação, traz contributos para o design de futuras práticas pedagógicas nas quais o vídeo digital se faz presente, no sentido de se evitar a limitação das suas potencialidades multimodais.

Entendemos que a presente pesquisa, ao analisar os dados empíricos a partir das lentes do construto Seres-humanos-com-mídias, em combinação com princípios analíticos da Teoria da Atividade e da Semiótica Social, descortina possibilidades analíticas que podem ser exploradas em futuras pesquisas. Consiste em um passo adiante no esforço investigativo do GPIMEM, no sentido de compreender os papéis desempenhados pelas mídias na dinâmica desses sistemas, o que converge para o entendimento da estrutura triangular como uma instância povoada por coletivos seres-humanos-com-mídias, em todos os seus vértices, o que reforça o argumento de não apenas os humanos, mas também as mídias, possuem poder de ação.

Reiteramos que esta pesquisa avança compreensões sobre a dialética modelagem-com-tecnologias, que é tema de pesquisas e ações educacionais ao longo de três décadas de história do GPIMEM. Ao retomar nossa pergunta de pesquisa, vemos que o vídeo digital tem o potencial de trazer para o fazer modelagem potencialidades multimodais de uma mídia que se torna cada vez mais presente nos mais diversos contextos sociais, inclusive os educacionais. A participação do vídeo digital na proposição do problema traz possibilidades que não são melhores e nem piores, mas qualitativamente distintas, daquelas oferecida por mídias como, por exemplo, o lápis e o papel. Contudo, ressaltamos a importância de não limitar — ou domesticar — as potencialidades multimodais do videoproblema àquelas que o lápis, o papel, a lousa, o livro didático, dentre outras que ocupam a tradição escolar já nos oferecem. A domesticação multimodal do vídeo pode “frear” transformações multivocais, dialógicas e educacionais, não favorecendo a educação problematizadora e emancipadora defendida por Paulo Freire.

Agradecimentos

A pesquisa discutida nesse artigo contou com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001.

Referências

Alfke, D. S. (2017). Mathematical modelling with increasing learning aids: a video study. In: G. Stillman, W. Blum & G. Kaiser. (Org.). *Mathematical Modelling and Applications. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. (pp.

- 25-35). Springer, Cham.
- Araújo, J. L. (2010). Brazilian research on modelling in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 42, 337-348.
- Bezemer, J. & Jewitt, C. (2010). Multimodal analysis: key issues. In: L. Litosseliti. (Org.) *Research methods in linguistics*. (pp. 180-197). London: Continuum International Publishing Group.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora.
- Borba, M. C. & Canedo Junior, N. R. (2020). Modelagem matemática com produção de vídeos digitais: reflexões a partir de um estudo exploratório. *Com a Palavra, o Professor*, 5(11), 176-189.
- 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.
- Borba, M. C. (2009). Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. *ZDM Mathematics Education*, 41(4), 453-465.
- Borba, M. C. (2021). The future of mathematics education since COVID-19: humans-with-media or humans-with-non-living-things. *Educ Stud Math*, 108, 385-400.
- Borba, M. C. & Penteado, M. G. (2001). *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Borba, M. C.; Canedo Junior, N. R. & Carvalho, G. S. (2022). O estar no mundo com as tecnologias: seres-humanos-com-mídias: etnomatemática, Geni, Zepellin e o inédito viável. In: J. C. Valle (Org.). *Paulo Freire e educação matemática: há uma forma matemática de estar no mundo*. (pp. 39-63). São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Borba, M. C.; Scucuglia, R. S. & Gadanidis, G. (2014). *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora.
- Borba, M. C.; Souto, D. L. P. & Canedo Junior, N. R. (2022). *Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Canedo Junior, N. R. (2021). *A participação do vídeo digital nas práticas de modelagem quando o problema é proposto com essa mídia*. 194 f. 2021. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- Domingues, N. S. & Borba, M. C. (2017). Vídeos digitais nos trabalhos de modelagem matemática. *Educação Matemática em Revista*, 22, 38-50.
- Engeström, Y & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), 1-24
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17. ed). Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra.
- Jewitt, C. & Kress, G. (2010). Multimodality, literacy and school English. In: D. Wyse; R. Andrews & J. Hoffma (Org.). *The routledge international handbook of English, language and literacy teaching*. (pp. 342-356). London: Taylor & Francis e-Library.

- Jewitt, C. (2005). Classrooms and the design of pedagogic discourse: a multimodal approach. *Culture & Psychology*, 11(3), 309-320.
- Kress, G. (2009). *Multimodality: a social semiotic approach to communication*. London: Routledge Falmer.
- Lévy, P. (1993). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo, SP: Editora 34.
- Orey, D.C. & Rosa, M. (2018). Developing a mathematical modelling course in a virtual learning environment. *ZDM Mathematics Education*, 50, 173-185.
- Paraizo, R. F. (2018). *Aprendizagem pela modelagem matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio*. 2018. 344f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista. Bauru, SP.
- Souto, D. L. P. & Borba, M. C. (2018). Humans-with-internet or internet-with-humans: a role reversal? *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 8(3), 2-23.
- Souto, D. L. P. (2013). *Transformações expansivas em um curso de educação matemática a distância online*. 2013. 281f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- Tikhomirov, O. K. (1981). The psychological consequences of computerization. In: J. V. Wertsch (Org.). *The concept of activity in soviet psychology*. (pp. 256-278). New York: M. E. Sharpe.
- Villarreal, M. & Borba, M. C. (2010). Collectives of humans-with-media in mathematics education: notebooks, blackboards, calculators, computers and notebooks throughout 100 years of ICMI. *ZDM Mathematics Education*, 42, 49-62.