

Tecnologias digitais na produção e análise de dados qualitativos

Digital technologies in production and analysis of qualitative data

SUELI LIBERATTI JAVARONI¹
SILVANA CLAUDIA DOS SANTOS²
MARCELO DE CARVALHO BORBA³

Resumo

Este artigo tem por objetivo discutir o papel das tecnologias digitais no processo de coleta e análise de dados em pesquisa qualitativa. Apresentamos duas pesquisas, de cunho qualitativo, com objetivos e contextos distintos que ilustram o modo como os dados podem ser coletados utilizando-se de diferentes mídias e como elas podem moldar a análise do pesquisador, bem como os resultados da pesquisa. Apoiados em uma perspectiva teórica, na qual o conhecimento é produzido por um coletivo de seres-humanos-com-mídias, acreditamos que a tecnologia utilizada na produção e análise também condiciona os resultados da pesquisa. Assim, as tecnologias assumem papel fundamental no fazer pesquisa e no conhecimento científico gerado a partir dela.

Palavras-chave: *Tecnologias Digitais, Coleta de Dados, Produção de Conhecimento.*

Abstract

This article aims to discuss the role of digital technology in the process of collecting and analyzing data in qualitative research. We present two qualitative studies, with different objectives and contexts, that illustrate how data can be collected using different media and how they may shape the researcher's analysis and the results. Based on a theoretical perspective in which knowledge is seen as being produced by a collective of humans-with-media, as opposed to an individual or collective of humans, we believe that the technology used to produce knowledge and to analyze the data conditions the findings. Thus, technologies play a key role in doing research and the scientific knowledge generated from it.

Key-words: *Digital Technology, Data Collection, Knowledge Production.*

Introdução

Nas diversas áreas do conhecimento, as pesquisas podem ser realizadas no paradigma quantitativo ou no qualitativo. Muitas vezes, notamos que quantitativo e qualitativo são tidos como opostos, isto é, enquanto que o quantitativo se preocupa em medir, quantificar um determinado aspecto objetivo acerca das coisas do mundo, o qualitativo

¹Doutora em Educação Matemática, Docente do Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. suelilj@fc.unesp.br

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro. silcsantos@yahoo.com.br

³Doutor em Educação Matemática, Docente do Departamento de Matemática do IGCE, UNESP, Rio Claro. mborba@rc.unesp.br

se preocupa em qualificar, em atribuir qualidades, tratando de questões subjetivas dessas mesmas coisas (BICUDO, 2004).

No dicionário Houaiss (2001) o significado do termo qualitativo é dado por um adjetivo que é relativo à qualidade, que qualifica. Sua etimologia é ligada ao sentido de qualidade, natureza das coisas. Já em Abbagnano (2000, p.816, grifos do autor), o termo qualitativo se refere a

Qualquer determinação de um objeto. Como determinação qualquer, a **qualidade** distingue-se da **propriedade** [qualquer qualidade, atributo, determinação que sirva para caracterizar um objeto ou para distingui-lo dos outros], que, em seu significado específico, indica a **qualidade**, que caracteriza ou individualiza o próprio objeto, sendo, portanto própria dele.

A noção de qualidade é bastante extensa e de difícil redução a um único conceito. Pode-se dizer que a tarefa de definir o que é qualidade nos remete à caracterização de uma família de conceitos, a qual tem em comum a função de responder à pergunta “qual?”.

Nesta abordagem, a pesquisa pode ser concebida como uma trajetória circular em torno do que se deseja compreender, não se preocupando única e exclusivamente com seus princípios, leis e generalizações, mas sim focando nos elementos que se constituem significativos para o pesquisador. Essa forma de compreender a pesquisa leva a não neutralidade do pesquisador em relação ao estudo, pois ele atribui significado, seleciona o que quer investigar e conhecer e, assim, interage com esse mundo e se dispõe a comunicá-lo (BICUDO, 2005).

Portanto, podemos definir pesquisa qualitativa como uma forma de se fazer pesquisa, no qual o foco, o olhar da pesquisa encontra-se nas relações que têm significado para o pesquisador. De forma geral, quando estamos elaborando ou executando uma pesquisa em Educação Matemática, estamos buscando entender as relações que acontecem com os “objetos” de nosso estudo, ancorados em uma perspectiva teórica que sustenta nossa forma de conceber o mundo em que vivemos.

Nesse sentido, Araújo e Borba (2004) destacam a importância da utilização de diferentes procedimentos de coleta dos dados de uma pesquisa qualitativa, propiciando o que Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004), dentre outros autores, denominam de triangulação. Segundo esses autores, os principais tipos de triangulação são as de fontes e as de métodos, com o objetivo de promover maior credibilidade à pesquisa. Para eles, informações sobre o mesmo assunto, que foram obtidas por meio de entrevistas e das atas de reuniões, por exemplo, caracterizam uma triangulação de fontes. Já, ao observar

o trabalho de um grupo de alunos e, em seguida, entrevistá-los seria uma triangulação de métodos.

Neste artigo destacaremos o papel das tecnologias digitais que são utilizadas em duas pesquisas distintas (JAVARONI, 2007; SANTOS, 2006), no que se refere ao processo de coleta e análise dos dados.

Ao olharmos para o produto gerado pelo software Camtasia Studio⁴, na pesquisa realizada por Javaroni (2007), vemos registrados em um mesmo vídeo, cada ação realizada pelos alunos no computador, a imagem deles à frente desta máquina, o áudio de suas falas, suas expressões faciais e, assim, temos vários subsídios para compreender seus raciocínios. Portanto, obtemos, de certa forma, uma triangulação de métodos, mesmo analisando uma única fonte de dados. Também, se pensarmos como ocorrem as interações entre os participantes de um curso, totalmente a distância, em um ambiente virtual de aprendizagem, no qual as falas são apresentadas no chat, em tempo real, fóruns são criados para debater dúvidas sobre as atividades propostas e as resoluções das mesmas são disponibilizadas em portfólios, entendemos que outra triangulação de métodos é realizada e com dados de outra natureza.

Borba e Villarreal (2005) argumentam que o avanço das mídias eletrônicas acarretou mudanças no processo de produção do conhecimento humano. A inserção dos computadores no ambiente educacional tem trazido mudanças na forma de agir e pensar nesse meio. Essas mudanças também ocorrem no desenvolvimento das pesquisas que desenvolvemos em Educação, em particular, na Educação Matemática. É indiscutível que em relação à coleta, armazenamento e distribuição de informações as tecnologias da informação e comunicação têm transformado o modo de fazer pesquisa. Desde gravadores e filmadoras portáteis até softwares específicos para coleta e análise de dados, bem como os recursos da Internet, têm moldado não somente os procedimentos metodológicos da pesquisa, mas, principalmente, o olhar do pesquisador diante dos dados e de seu problema de pesquisa.

Garnica (2005) afirma que registros de situações a partir do relato oral de experiências vivenciadas já era, desde o início do século XX, uma técnica bastante utilizada, porém o surgimento dos gravadores portáteis foi um fator definitivo para o surgimento da História Oral.

⁴ Desenvolvido e comercializado pela empresa *TechSmith* (<http://www.techsmith.com/camtasia.asp>).

Em muitas das pesquisas desenvolvidas na área de Educação Matemática têm-se, em geral, preocupações a respeito da compreensão de como se desenvolve a produção dos alunos acerca de conteúdos matemáticos, enfim, do entendimento do objeto investigado. E, para isso, uma prática bastante comum de coleta de dados, nesta situação, é a utilização da filmagem do desenvolvimento de atividades matemáticas, por parte dos participantes da pesquisa.

Em geral, são utilizadas câmeras filmadoras, com as quais o pesquisador registra os alunos desenvolvendo determinadas atividades. Em Villarreal (1999), Benedetti (2003), Olímpio Júnior (2005), Scucuglia (2006), dentre outros, é possível encontrar descrições de como ocorre esse tipo de procedimento.

Porém, esses procedimentos de coleta, por meio de filmagens, nem sempre possibilitam captar a abrangência de situações que ocorrem no cenário de pesquisa. Se considerarmos, por exemplo, os experimentos de ensino realizados por Scucuglia (2006), no qual as discussões sobre atividades com calculadoras gráficas eram feitas em duplas, se a filmagem fosse realizada com uma única câmera, em alguns momentos registraria as ações desenvolvidas pelos alunos na calculadora e em outros as expressões faciais e os gestos dos estudantes.

Já Benedetti (2003), que também utilizou experimentos de ensino com duplas de alunos, dispunha de uma ampla infraestrutura. O autor contou com um espaço apropriado, próximo ao que entendemos por um estúdio de gravação e edição de vídeos. Ele dispunha de três câmeras filmadoras que, cuidadosamente posicionadas, registravam uma dupla de alunos de cada vez trabalhando no computador, os quais usavam microfones de lapela para a captação do áudio. Além disso, contou com o apoio de um cinegrafista e um técnico em informática para o planejamento da coleta de dados. Contudo, quando o cenário da pesquisa se aproxima ao da sala de aula usual, como na pesquisa realizada por Javaroni (2007), outras questões metodológicas relacionadas à coleta emergem.

Quando a coleta de dados e, principalmente, a forma de analisá-los, ocorre com o auxílio de certa mídia, esta pode influenciar nos resultados da pesquisa. Em Javaroni (2007), o uso do software Camtasia Studio, por exemplo, possibilitou o registro do processo de investigação de cada subgrupo de alunos, capturando as ações realizadas no computador, as imagens dos alunos trabalhando e as falas dos estudantes, simultaneamente. Assim, os fatos ocorridos foram registrados com riqueza de detalhes.

Por outro lado, em uma pesquisa desenvolvida em um ambiente virtual de aprendizagem, na qual se deseja investigar a produção matemática de professores de matemática, que estão localizados em diferentes lugares, outros aspectos são evidenciados. Não existe mais a necessidade de transcrição dos dados, pois estes ficam armazenados automaticamente no ambiente. Ademais, o discurso adquire características muito particulares, ora se aproximando da oralidade, ora da escrita, e o fazer matemática é transformado pela tecnologia (BORBA; MALHEIROS; ZULATTO, 2007).

Diante do exposto, destacamos nesse artigo como as mídias podem influenciar nos resultados de uma pesquisa. Entendemos que as tecnologias reorganizam o pensamento (TIKHOMIROV, 1981) e que o conhecimento é produzido coletivamente por humanos e mídias (BORBA, 2001). Nessa mesma direção, acreditamos, também, que dependendo da mídia que se utiliza na coleta dos dados, o procedimento metodológico da pesquisa muda e, conseqüentemente, a análise do pesquisador é condicionada por ela.

1 A Natureza dos Dados em Diferentes Pesquisas Qualitativas

No desenvolvimento da pesquisa “Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias” (JAVARONI, 2007) foi elaborado e desenvolvido, no Laboratório de Informática e Educação Matemática (LIEM⁵), UNESP, Rio Claro, um curso de extensão universitária de 36 horas para alunos do curso de Matemática.

O objetivo principal deste curso de extensão foi introduzir os conceitos de equações diferenciais ordinárias explorando alguns modelos matemáticos, por meio dos campos de direções. Inicialmente, foram propostas atividades que tinham por objetivo levar o aluno a explorar os softwares utilizados, bem como identificar uma equação diferencial ordinária, saber o significado do conjunto solução, de um problema de valor inicial, da existência e unicidade das soluções. Foram explorados os modelos de crescimento populacional de Malthus, de Verhulst e da lei do aquecimento/resfriamento de corpos. Ainda neste curso, foi explorado o método da separação de variáveis e comandos do Maple⁶ para a exploração das soluções analíticas das equações diferenciais ordinárias.

⁵ Sede física do GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática. www.rc.unesp.br/gpimem

⁶ Software proprietário de computação algébrica e simbólica. www.maplesoft.com

Para a exploração das atividades foram utilizados os softwares Winplot⁷, Maple, um applet⁸ e a planilha de cálculo Excel. Além disso, os alunos utilizaram lápis e papel, mais especificamente, um caderno, no qual cada grupo registrava seus cálculos e esboços de gráficos, ou ainda, anotava o que julgasse pertinente durante as aulas. Muitas vezes, em uma mesma atividade, os estudantes foram levados a utilizar várias mídias, coordená-las, analisar o que encontraram em cada uma das situações e confrontá-las.

Dos nove alunos participantes, oito deles eram alunos do curso de Licenciatura em Matemática e um aluno fazia o curso de Bacharelado em Matemática. Eles trabalharam, durante todo o curso, em pequenos grupos. Devido ao número ímpar de participantes, a divisão se deu em três duplas e um trio de alunos. Esses alunos já haviam cursado, pelo menos uma vez, a disciplina Cálculo Diferencial e Integral de funções de uma variável real. Esta foi a única exigência para a aceitação do aluno no curso, já que era necessário que os participantes tivessem noções básicas de derivação e integração.

No início do curso dois questionários foram aplicados aos alunos. O primeiro deles teve por intuito delinear o perfil dos participantes. Já o segundo questionário, foi elaborado com perguntas teóricas do conteúdo específico de equações diferenciais e este mesmo questionário foi aplicado novamente ao final do curso, com o objetivo de buscar evidências ou indícios da atuação dos resultados do curso na formação desses alunos. E, para registrar todas as ações realizadas pelos estudantes ao longo do curso, no que se refere ao desenvolvimento das atividades, foi utilizado o software Camtasia Studio.

O Camtasia Studio é um programa proprietário que permite a captura da imagem e do áudio obtidos pela webcam e pelo microfone, respectivamente, que estiverem instalados no computador. Além disso, este software possibilita também capturar a imagem que estiver sendo gerada na tela do computador. Sendo assim, imagens e som geram um vídeo, no qual todas as ações que ocorrem na tela, na webcam e no microfone podem ser vistos simultaneamente. Este software possui as ferramentas de edição e produção do vídeo, para criar vídeos com qualidade e em qualquer formato.

No decorrer do curso, a cada aula realizada, a pesquisadora anotava em um arquivo os pontos que considerava mais importantes que haviam acontecido naquela ocasião, constituindo, assim, “notas de campo”. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p.150) “as notas de campo são fundamentais para a observação participante”. Essas anotações a

⁷ Software geométrico livre. www.exeter.edu/rparris/winplot.html

⁸ Disponível em:

<http://www.ugrad.math.ubc.ca/coursedoc/math100/notes/mordifeqs/dirfield.html>

cada aula foram importantes, pois elas complementaram o material que foi obtido pelo software e pelas filmagens da sala. Essas filmagens foram realizadas com uma câmera comum, a qual foi posicionada, estrategicamente, para registrar, a turma como um todo. Outra pesquisa intitulada “A produção matemática em um ambiente virtual de aprendizagem: o caso da geometria euclidiana espacial” foi realizada por Santos (2006) e apresenta características metodológicas muito particulares, no que diz respeito à coleta e análise dos dados. Nessa pesquisa as interações entre os participantes se deram em um curso sobre “Tendências em Educação Matemática” para professores de matemática de vários estados brasileiros e uma professora da Argentina. Tratava-se de um curso de extensão universitária totalmente a distância, via Internet, que se constituiu de momentos síncronos (em encontros semanais por meio da sala de bate-papo do ambiente) e assíncronos (através de mensagens em fóruns e correio eletrônico). A carga horária foi de 33 horas, divididas nos 11 encontros semanais síncronos. Os objetivos centrais do curso eram capacitar professores a discutir criticamente algumas das tendências em Educação Matemática e, ainda, discutir atividades de matemática, mais especificamente, atividades exploratórias de conteúdos de geometria euclidiana espacial.

Os objetivos da pesquisa em si eram, considerando aquele contexto, analisar como se dava a produção matemática à distância e suas possibilidades. Diante disso, três encontros síncronos foram destinados às discussões matemáticas e se tornaram o foco principal de análise. Foram elaboradas atividades exploratórias e investigativas que eram enviadas com uma semana de antecedência aos participantes, para que, com o auxílio do software de geometria dinâmica Wingeom⁹, realizassem suas investigações que seriam discutidas no chat, em tempo real. Dúvidas quanto à utilização do Wingeom, ou sobre as atividades, eram discutidas em fóruns do ambiente virtual ou por e-mail. Atividades de familiarização com o Wingeom foram enviadas antes mesmo de iniciar o curso, visando a auxiliar os participantes na realização das atividades que seriam discutidas nas aulas.

O Wingeom permite construções geométricas em duas ou três dimensões e por meio de animação, possibilita a verificação de propriedades geométricas. Para a realização do

⁹ Disponível gratuitamente em <http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html>.

curso foi utilizado o ambiente gratuito TelEduc¹⁰, que vem sendo muito utilizado em pesquisas sobre educação a distância.

Os dados se constituíram a partir dos registros automáticos das discussões que ocorreram na ferramenta chat, atividades resolvidas e anexadas nos portfólios individuais de cada participante, as mensagens postadas nos fóruns de discussão, questionários e a ferramenta perfil, os quais foram utilizados para traçar um perfil dos participantes, bem como a observação-participante¹¹, já que a pesquisadora atuou ativamente durante todo o curso.

Assim como Javaroni (2007) percebeu a diferença qualitativa de realizar uma pesquisa com o auxílio do software Camtasia Studio, no que se refere à coleta e análise dos dados, Santos (2006) também observou que a natureza de seus dados era totalmente moldada pelo ambiente virtual utilizado, já que ele permitiu a realização do curso, bem como as interações entre os participantes geograficamente distantes.

Diante disso, acreditamos que a utilização de vários procedimentos de coleta de dados torna possível que uma análise mais abrangente seja feita, o que propicia uma maior confiabilidade dos resultados. Ademais, em nossas pesquisas notamos que as tecnologias que têm sido utilizadas na coleta dos dados influenciam na natureza dos mesmos e, por consequência, na análise e resultados obtidos pelo pesquisador.

2 O Papel das Tecnologias na Coleta e Análise de Dados

Os dados aqui apresentados são recortes de duas pesquisas em Educação Matemática, com objetivos e contextos distintos, mas ambas têm em comum o papel fundamental que diferentes mídias tiveram na coleta e análise dos dados, o que será destacado nessa seção.

Os episódios que apresentaremos são descrições parciais de duas “histórias”. O primeiro, baseado em Javaroni (2007), foi elaborado mediante a observação dos vídeos acerca do processo de exploração de um grupo de alunos quando estudavam determinado modelo denominado “lei do resfriamento”. Esta atividade teve por objetivo avaliar dados discretos obtidos experimentalmente, bem como propiciar aos alunos a discussão do problema clássico de resfriamento de um corpo. Já o segundo episódio, inspirado em Santos (2006), é fruto de uma análise da discussão matemática realizada no chat de um ambiente virtual de aprendizagem, sobre tópicos de geometria euclidiana

¹⁰ Disponível em <http://www.ead.unicamp.br/~teleduc>.

¹¹ Para mais detalhes sobre observação-participante veja Bogdan e Biklen (1994).

espacial, a partir de uma atividade proposta a professores de matemática em um curso a distância.

Primeiro episódio

Nesse episódio apresentamos um exemplo de como os dados de uma pesquisa qualitativa foram coletados utilizando o software Camtasia Studio e como este interferiu na análise.

A temperatura do líquido, contido em uma lata de alumínio, foi anotada em diversos momentos, por determinado tempo, gerando assim um conjunto de dados discretos. Esses dados foram disponibilizados aos alunos e foi solicitado que eles os explorassem utilizando a planilha de cálculo Excel, para elaborar um modelo que representasse o comportamento da temperatura do líquido com relação ao tempo decorrido. Uma segunda rodada de valores da temperatura foi tomada, em um segundo experimento, com condições diferentes do primeiro, ou seja, a temperatura inicial do líquido e a temperatura ambiente do dia foram diferentes, assim, outro conjunto de dados discretos foi obtido. Foi solicitado aos alunos que analisassem esses novos dados e comparassem com os anteriores. Portanto, nessa atividade, os alunos elaboraram um modelo matemático para representar o fenômeno em questão.

A partir da leitura de um texto introdutório acerca do experimento da variação de temperatura, os alunos começaram a realizar as tarefas solicitadas discutindo as questões propostas. Marcos e Shen tomam os dados discretos da temperatura com relação ao tempo e utilizando-se do método de ajuste de curvas, realizado na planilha eletrônica, constroem o diagrama de dispersão e concluem que os tais dados tinham o comportamento da função logarítmica. Pode-se observar na Figura 1, a qual é uma imagem estática de um trecho do videoclipe analisado, que a dupla de alunos estava utilizando a planilha de cálculo para esboçar o diagrama de dispersão dos valores da temperatura com relação ao tempo e que eles escolheram como uma função, de ajuste dos pontos, a função logarítmica.

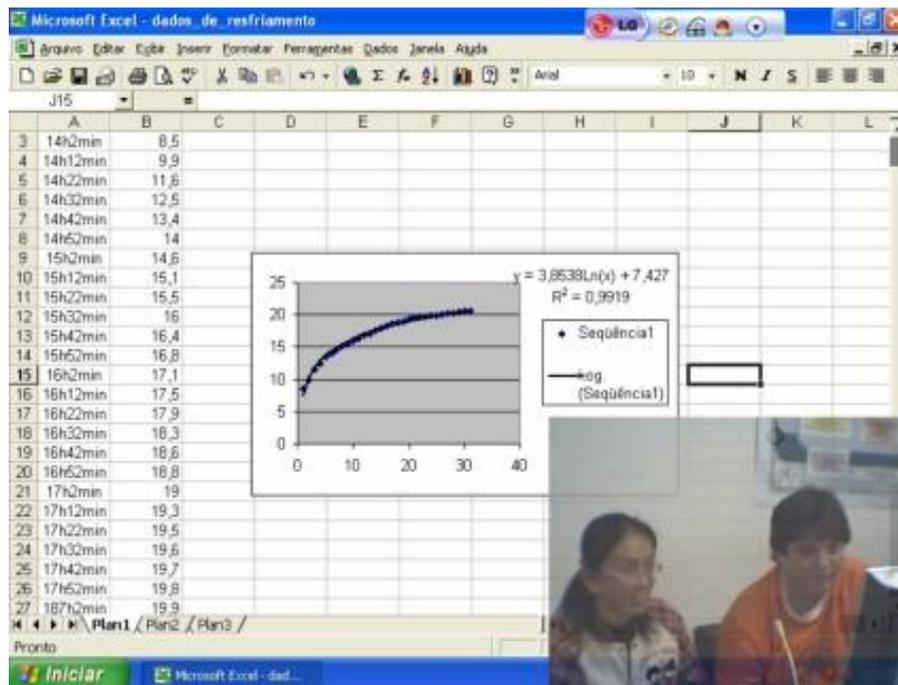


Figura 1 – Marcos e Shen analisando a curva de ajuste dos dados (JAVARONI, 2007)

O trecho a seguir, obtido a partir da transcrição das falas dos estudantes, ilustra a intervenção da pesquisadora na discussão dos alunos acerca do modelo que eles estavam elaborando.

Sueli: Esse comportamento que vocês estão vendo na tela aqui... [Referindo-se ao diagrama de dispersão para os dados discretos do resfriamento que os alunos haviam feito usando a planilha eletrônica, Figura 1].

Marcos: Tá certo isso? É ln mesmo?

Sueli: Então, esse comportamento será que é $\ln(x)$? Nós não fizemos nenhum estudo, até agora, de modelos que parece com isso aí. Ou, por outro lado, se você analisar como esta temperatura está caindo, dá para tirar alguma conclusão acerca dela? Os modelos que nós estudamos até hoje, quais foram?

Marcos: Exponencial...

Sueli: Então, mas qual era a da exponencial? Do objeto em queda, era isso?

Marcos: Crescimento populacional de Malthus e Verhulst.

Sueli: Objeto em queda, como era o comportamento dos pontos?

Marcos: Era mais ou menos parecido com isso aí.

Sueli: A gente chamou de exponencial assintótica, não é? E como era a equação que gerou aquele comportamento?

Marcos: Era uma exponencial negativa.

Ao questionar os alunos sobre o comportamento da função logarítmica, quando a variável independente tende ao infinito, e como era o comportamento da temperatura, ou seja, como era o comportamento dos dados na forma tabelar que eles estavam analisando, eles puderam perceber que a função logarítmica não era um “bom” modelo para o fenômeno que eles estavam analisando. E, assim, a pesquisadora sugeriu que eles seguissem o roteiro da atividade proposta. Ao dar continuidade aos passos sugeridos no roteiro, eles determinam que a equação $T(t) = 20,8 - 15,083e^{-0,1182t}$, onde a variável t não representava o tempo, mas sim as tomadas de medida da temperatura, seria um modelo para o comportamento da temperatura do líquido com o passar do tempo.

Os alunos retomaram as questões do roteiro. A partir desse momento, Adriano passou a discutir com Shen e Marcos. Retomaram a planilha de cálculo e recalcularam com o tempo t variando de 10 em 10 minutos de 0 a 300 minutos. Novamente, analisaram a solução encontrada pelo comando *dsolve* do Maple e concluem que o comportamento dos dados da temperatura é compatível com a solução encontrada, conforme nos mostra a transcrição do trecho da discussão dos alunos, apresentada a seguir.

Adriano: Ele quer saber qual o comportamento dos pontos e qual curva se ajusta aos pontos. E se é compatível com a equação algébrica determinada em (2).

Shen: Ele cresce...

Adriano: Tende a estabilizar, mas não se estabiliza...

Marcos: Conforme gráfico plotado no Excel. E qual o comportamento desses pontos? A temperatura cresce à medida que o tempo passa o tempo tendendo a se estabilizar em T_a , né?

Shen: Isso, tendendo à temperatura ambiente.

Marcos: A temperatura é compatível com equação gerada em (2)? O que é o meu T_0 ?

Adriano: Temperatura inicial.

Marcos: Então o que acontece aqui? [apontando com o mouse a equação $T(t) = T_a + e^{-\lambda t} (T_0 - T_a)$] Isso aqui, esta exponencial vai estar aqui em baixo na verdade, você concorda? Porque é menos, né!? Esse lambda é fixo, à medida que aumento o t ... Isso aqui está aumentando e essa exponencial está dividindo isso aqui que também

é fixo, então vai para zero, então T vai para Ta, concorda? Explico tudo isso ou só concordo?

Adriano: Só concorda... (risos)

Nesse momento de análise o software Camtasia Studio se tornou um co-autor, pois ele permitiu seguir os passos que os alunos trilharam juntamente com o diálogo, os gestos e as expressões. Caso a pesquisadora estivesse analisando as respostas por eles elaboradas somente lendo o papel, talvez ela não tivesse elementos para acompanhar o raciocínio que utilizaram para dar a resposta “sim” à pergunta: *Qual curva se ajusta a esses pontos? É compatível com a equação algébrica determinada em (2)?*

Cabe destacar que mesmo que os alunos entregassem um arquivo eletrônico com a solução feita no Excel, dificilmente a pesquisadora teria como analisar a discussão e todo o processo realizado pelos estudantes. O fato de os diferentes dados serem obtidos simultaneamente foi importante, pois foi possível acompanhar toda a discussão ao mesmo tempo em que se observava o desenvolvimento da atividade no computador, diferentemente se o diálogo fosse gravado em outro gravador ou filmadora e, também, se em outra mídia registrasse a atividade resolvida pelos alunos.

Outra aluna, Viviane, ainda estava preocupada com o ser compatível, pois ela questiona: *“E agora o compatível”* Adriano continua afirmando que *“matematicamente não são compatíveis, pois não possuem a mesma solução”* e Viviane complementa: *“observamos que ambos são próximos do real”*.

Nessa discussão, Marcos comenta que os dois experimentos são compatíveis. Adriano pergunta a Marcos se os modelos possuem a mesma solução. Marcos responde: *“não, são compatíveis com a realidade”*. Porém, Adriano retruca: *“matematicamente, um sistema ser compatível é se tem a mesma solução”*.

Marcos insiste que é compatível com a realidade. Viviane comenta que concorda com Marcos, ou seja, que os modelos são compatíveis, já que representam os dados reais das temperaturas dos dois experimentos.

Analisando esse trecho da discussão dos alunos, a pesquisadora conclui que os alunos entenderam o significado do processo de elaboração de um modelo que ajustava os pontos dados. No entanto, a resposta dada com relação à compatibilidade das equações elaboradas pode ser, talvez, pelo fato de não conseguirem considerar as variações das condições em que os dois experimentos foram realizados e, também, pelo fato de não terem assimilado que quando ajustamos um conjunto de pontos discretos por uma

função contínua estamos fazendo uma aproximação do fenômeno em questão. Outro motivo que talvez tenha, também, ajudado na confusão, seja pelo fato de os alunos, principalmente Adriano, ter se prendido à expressão algébrica do modelo, não conseguindo entender a variação do parâmetro λ .

Todos esses indícios de como os alunos desenvolveram a atividade, bem como pensaram para elaborar suas conjecturas e argumentos ao explorarem o modelo matemático em questão só foi possível de se obter pela maneira que os dados foram coletados. Javaroni (2007) discute como foi analisar cada detalhe da discussão dos alunos registrada pelo Camtasia Studio e, concomitantemente a esse processo, também observar o que os alunos desenvolviam no Excel e suas expressões faciais. Acreditamos que essa variedade de elementos foi fundamental para que a pesquisadora chegasse às suas conclusões acerca das possibilidades do ensino de conceitos introdutórios de equações diferenciais ordinárias, por meio de tecnologias informáticas para analisar modelos matemáticos.

Segundo episódio

Nesse episódio nos concentraremos no modo como os dados de outra pesquisa foram coletados e como isso condicionou a análise e resultados da mesma. Essa pesquisa foi concluída em 2006 e os dados foram coletados em um curso de extensão a distância em 2005.

Um dos aspectos que ficou evidente durante o curso a distância foi a utilização de várias mídias, além do sugerido software Wingeom, para o desenvolvimento das atividades de geometria euclidiana espacial. Uma das participantes utilizou, por exemplo, o Cabri-Géomètre, por ter bastante familiaridade com este software. No entanto, essas outras mídias utilizadas não foram, necessariamente, informáticas. Alguns professores usaram materiais manipulativos de diferentes natureza (sólidos geométricos, envelopes de papel, etc.), livros texto e lápis e papel. Esses diferentes recursos foram utilizados conforme os participantes foram sentindo a necessidade de buscar outras formas de investigação, além daquelas que estavam fazendo no Wingeom. Isso também pode estar relacionado ao fato de terem mais facilidade ou experiência com determinadas mídias do que outras. De acordo com a atividade proposta, as outras mídias “entravam em cena” antes ou depois da investigação no Wingeom ou, ainda, durante a discussão síncrona foi possível notar que alguns deles pareciam estar realizando a investigação

com diferentes mídias para verificar alguma afirmação dada pelos colegas ou para buscar argumentos que facilitassem a sua explicação no chat.

Portanto, em um curso dessa natureza o controle dos recursos que são utilizados para desenvolver as atividades propostas, neste caso, é mais difícil. Além disso, não é possível registrar tudo o que acontece durante esse processo, uma vez que os participantes estão localizados em diferentes ambientes. Outra evidência observada, relacionada à discussão matemática no ambiente virtual, se refere à preocupação maior com o fazer-se entender do que com o formalismo matemático em si. A versão do ambiente TelEduc que foi utilizada não possui ferramentas que possibilitem escrever matematicamente, com a simbologia própria da matemática e, por isso, toda a discussão ocorreu em linguagem natural e escrita.

A opção por utilizar o Wingeom, e por ser em um curso a distância, fez com que a pesquisadora refletisse sobre como propor uma atividade considerando o contexto. Deste modo as atividades tiveram um direcionamento com relação à construção geométrica. No trecho¹² a seguir, Marie apresenta a maneira como ela fez a investigação de uma atividade, proposta na primeira aula específica de discussão matemática do curso. Esta atividade foi proposta da seguinte forma:

1. Insira um tetraedro regular de aresta 1;
2. Marque o ponto médio M da aresta AC desse tetraedro;
3. Marque na aresta reversa BD o ponto médio N;
4. Marque um ponto P, de coordenada #, na aresta CD;
5. Trace os segmentos MP e NP;
6. Meça as distâncias de cada um desses segmentos;
7. Meça a distância MP+NP;
8. Movimente o ponto P sobre a aresta CD, usando o menu *Anim/Variação de #*;
9. Qual é a menor medida, pela superfície do tetraedro, de M até N? Justifique.
10. E se você estivesse utilizando apenas lápis-e-papel, como você faria?

Marie: Bem, eu construí um tetraedro de papel, com um envelope usado. Vocês já construíram um assim? A Keila já conhece esse truque, não é Keila?

Marie: É legal, mas só falando aqui não vai dar pra ter idéia. Você teria que ter um envelope já usado (colado) nas mãos agora.

Taís: que tamanho? Quer um?

¹² Foram mantidos os erros ortográficos e de digitação, os quais são característicos da interação por meio de chat. A discussão foi registrada automaticamente no ambiente, sem a necessidade de transcrição, e frases de discussões paralelas, típicas do multiálogo (BORBA; MALHEIROS; ZULATTO, 2007) que ocorre nesse ambiente, foram suprimidas.

Marie: O mais legal, além de descobrir que era no ponto médio, com o tetraedro de papel na mão descobri que se achatasse o tetraedro, os pontos M e N ficavam.... o que? Como vocês acham que ele ficariam?

Taís: eles coincidem??

Marie: Qualquer tamanho de envelope serve. Você tem um aí?

Taís: tenho.

Marie parece estar manipulando o tetraedro feito com um envelope para tentar identificar qual é a menor medida, pela superfície desse tetraedro, do ponto M até o ponto N. Conforme ela vai fazendo a sua investigação com o envelope, vai discutindo com os colegas sobre o que eles acreditam que acontecerá com os pontos M e N.

mborba: marie, . a silvana tinha visto isso planificando o tetraedro. .uma maneira de amassar!!!!

Marie: O que vocês acham? Os pontos coincidem [conforme Taís havia pensado inicialmente]?

Marie: Falei amassando, mas o termo geométrico seria planificando sim.

mborba: da para imaginar, quem ainda não viu?

Taís: ficam colineares.

mborba: Por que, Tais?

Marie: Exatamente Tais

Carlos: e se planificarmos o tetraedro de papel e verificarmos a trajetória o q se poderia ver e entender?

malu: fica colineares

mborba: Marie e você conseguiu demonstrar?

Acompanhando a discussão é possível perceber que o motivo de usar o envelope consiste no fato de que ao amassá-lo dava para identificar, com uma representação do tetraedro planificado, qual era a posição dos pontos M e N e, de maneira imediata, descobrir a menor medida entre eles. A forma com a qual Marie desenvolveu essa atividade está relacionada ao aspecto indutivo (experimental), já Maria buscou sistematizar uma justificativa de modo mais analítico, porém intimamente ligada à figura por ela explorada. Esta figura não foi possível de ser compartilhada com os demais participantes, uma vez que tudo indica que ela não a elaborou apenas no

Wingeom. A frustração de Maria por não poder compartilhar a figura, levou a pesquisadora a acreditar que em sua demonstração a figura é parte integrante da mesma.

Maria: Porque dos caras adyacentes del tetraedro, marcaría el punto medio M de AC y el punto medio N de BD, y trazaría el segmento que une los puntos M y N (la menor distancia) y quedaría la base media del paralelogramo CADB, donde P sería el punto de intersección de esta base media con la diagonal CD del paralelogramo. Por lo tanto es el punto medio de CD Lástima que no puedo colocar aquí la figura que hice!!!!)

Taís: é que como amassando, eu imaginei que fosse dobrá-lo, daí quando falou em planificar daí “caiu a ficha” de que seriam colineares...

Marie: Os pontos M e N ficam colineares na planificação. A menor distancia entre dois pontos é sobre a reta que os contém. Neste caso, se estivessemos no ponto médio de uma aresta um tetraedro e quiséssemos ir até o ponto médio da outra aresta (como indicado no problema) o caminho mais curto seria passando pelo ponto medio da aresta comum as duas faces do tetraedro. Legal né?

Maria: Hermoso!

mborba: mui hermoso!!!!!!!!!!!!

Marie: Quanto a demonstração disso, nao fiz. (...)

mborba: marie, claro que fez a demonstracao . . e so detalhara agora. . .

Carlos: sabe q eu já vivenciei isso, qd instavam uma extensão telefonica para o meu quarto e eu insistia em fazer um trajeto e o eleticista outro dizendo q gastaria mais fio do meu jeito, ele estava certo ...

Marie: Eu so sei demonstrar falando, so em portugues. Em matematicas eu sou ruim pra caramba.

Marie: (...) Esse exemplo pratico do Carlos foi ótimo

Com base neste trecho, foram evidenciadas diferentes formas de desenvolver uma atividade matemática, bem como de justificá-la. Como foi possível notar, a passagem do aspecto indutivo para o dedutivo nem sempre se mostrou algo trivial. Além disso, foi notada a coordenação de diferentes mídias no desenvolvimento da atividade, assim como durante a discussão sobre a mesma. Deste modo, algumas ações parecem se tornar necessárias no que se refere à produção matemática em um ambiente virtual.

Nesse sentido, da mesma forma como minimizar/maximizar diferentes “janelas” na tela do computador, como a do Wingeom, a do portfólio e a do chat, tornaram-se ações constantes durante as discussões síncronas, dinâmica condicionada pelo ambiente, o ato de copiar/colar também era utilizado com o intuito de linearizar a apresentação de uma demonstração ou justificativa matemática. A característica hipertextual dessa produção matemática tornava a demonstração, por exemplo, uma “colcha de retalhos” e, assim, copiar a demonstração disponibilizada no portfólio, para em seguida colá-la no chat, tinha como objetivo diminuir a quantidade de retalhos desta colcha, já que, desta forma, ela podia ser apresentada até mesmo de uma única vez. No trecho abaixo é possível verificar um exemplo de como as ações minimizar/maximizar foram observadas durante a discussão.

Taís: Para visualizar melhor, coloca o tetraedro com o vértice B virado para baixo... vocês vão reparar que AC e BD são ortogonais...

Taís: no wingeom

Neste trecho, Taís pareceu ter se ausentado do chat, e sugere aos demais que façam o mesmo, para utilizar o Wingeom e experimentar diferentes variações de sua construção feita neste software. Com relação ao copiar/colar, algumas explicações ou justificativas apareciam de maneira completamente linear, com início, meio e fim. Ou seja, era evidente que alguns participantes, com o intuito de otimizar a discussão, copiavam do arquivo que tinham disponibilizado no portfólio e, em seguida, colavam no chat apresentando, assim, a sua resolução da atividade. No entanto, isso só era possível com mensagens textuais, uma vez que figuras não podiam ser compartilhadas no chat.

Recursos próprios, bem como diferentes estratégias de ensino para diferentes formas de aprender tornaram-se necessários. A geometria, em particular, está intimamente ligada ao aspecto visual, por isso, o uso de imagens compartilhadas com o auxílio da ferramenta portfólio, por exemplo, evidenciaram como essa característica em ambientes virtuais aparece. Em outros momentos, quando o portfólio não era utilizado, a descrição da imagem, da construção geométrica, era feita por meio da fala escrita no chat. Assim, a língua materna e a linguagem matemática pareciam se confundir em um mesmo discurso.

Diante disso, é possível notar que ao usar diferentes interfaces, como chat, portfólio e o Wingeom, a maneira de produzir matemática pelos participantes foi condicionada por elas. Ainda neste aspecto, Borba e Zulatto (2006) acreditam que pessoas diferentes, com

mídias diferentes à disposição produzem matemática de maneira diferente. Para eles, a própria matemática se modifica. Nesse sentido, é necessária uma relação de empatia e sensibilidade para emergir nas condições em que o outro se encontra para melhor compreender suas ideias. Marie, no trecho a seguir, explica de uma forma prática e informal como pensou para mostrar que dois planos ACH e BGE eram paralelos, com relação à outra atividade que foi proposta.

Marie: Vamos pensar em termos práticos. Você deve estar numa sala, não é?

Pense

nas paredes como planos. Pense em uma porta, considere um dos seus batentes como uma reta. Essa "reta" não é paralela a uma reta da parede oposta aquela onde está a porta? Pense em uma reta como o encontro de duas paredes. Dai você vai dizer que a porta é paralela a parede porque é paralela a intersecção das duas paredes, que é considerada uma reta. Ficou claro ou bagunçou mais?

Os planos que Marie estava tentando ilustrar podem ser observados na construção realizada no Wingeom (Figura 2).

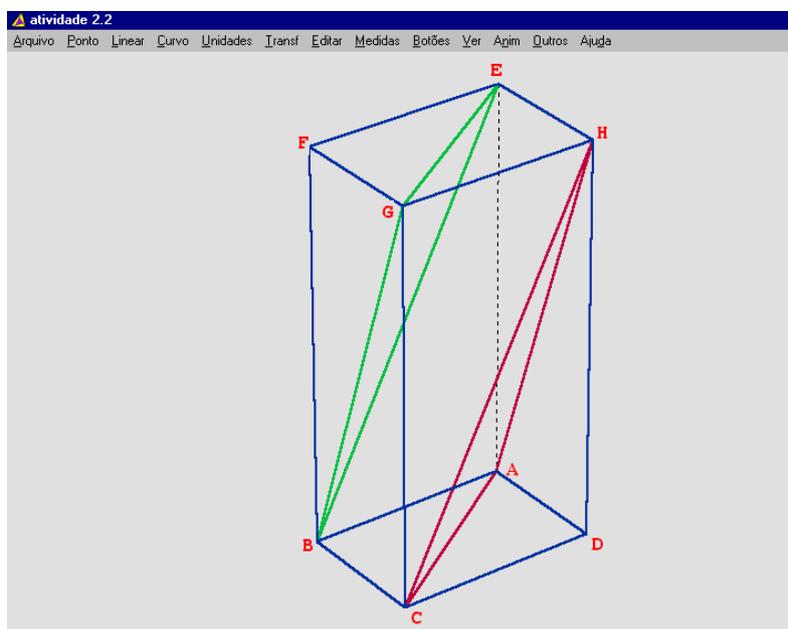


Figura 2 – Construção geométrica realizada no Wingeom (SANTOS, 2006)

Além das diferentes mídias, ou tecnologias da informação que foram sendo coordenadas, também havia uma coordenação destas com as tecnologias da comunicação que garantiam a interação entre os participantes. A característica da

discussão matemática no chat ilustra como que as tecnologias podem ser coordenadas, devido ao contexto em que as interações ocorrem.

No caso do contexto de pesquisa de Santos (2006) a natureza dos dados teve forte influência do ambiente virtual de aprendizagem, em particular do chat. Desse modo, muito do que os participantes faziam para desenvolver as atividades de geometria no Wingeom, e com outras mídias, não podia ser registrado. A única forma de obter indícios da produção matemática era a partir das discussões hipertextuais no chat e, em alguns momentos, em outras ferramentas do ambiente. Não restam dúvidas de que a análise da pesquisadora foi totalmente condicionada pelas tecnologias que propiciaram essa interlocução. Se levarmos em conta outras pesquisas, dentro da mesma temática em Educação a Distância, outros resultados poderão ser obtidos. Zulatto (2007), por exemplo, investigou a aprendizagem de professores de matemática em um curso de formação continuada a distância, mas dispunha dos recursos da videoconferência e chegou a algumas conclusões diferentes, pois, dentre outros aspectos, analisou dados coletados de maneira diferente.

Considerações Finais

Neste trabalho apresentamos algumas maneiras de coletar dados em pesquisas de cunho qualitativo. Dentre os vários procedimentos de registros de dados, apresentamos a utilização do software Camtasia Studio, que apesar de não ter sido desenvolvido com finalidades específicas de pesquisa, mostrou-se uma importante ferramenta para a produção dos dados, bem como um importante aliado da análise dos mesmos. Também, discutimos como são gerados dados de uma pesquisa no contexto da Educação a Distância, na qual as interações entre os participantes foram, basicamente, por meio de chat, fórum e correio eletrônico.

São duas pesquisas com contextos, objetivos e características distintas. Uma dessas pesquisas propunha uma abordagem para o ensino de um conteúdo específico do ensino superior, para alunos do curso de matemática, utilizando várias tecnologias informáticas na análise de modelos matemáticos. Já a outra lidava com questões relacionadas ao fazer matemático, o compartilhar saberes produzidos na exploração de tópicos de geometria, em um software de geometria dinâmica, e na discussão entre professores de matemática em um ambiente virtual de aprendizagem. Porém, em ambas as pesquisas, é possível observar o relevante papel que as tecnologias assumiram na pesquisa em geral, não apenas para que os sujeitos produzissem conhecimento matemático de modo muito

particular, mas também para coletar e analisar os dados gerados por meio dessas experiências pedagógicas. A pesquisa necessitava do projeto e das pesquisadoras líderes da mesma, da orientação, mas também daquelas tecnologias para que ganhassem a forma que tiveram. Como já discutimos em vários trabalhos de nosso grupo de pesquisa, o GPIMEM, as tecnologias não determinaram os resultados das pesquisas, mas moldaram os mesmos.

Desta forma as mídias são vistas como atores também no processo de fazer Ciência. O conhecimento científico produzido em nossas pesquisas é impregnado pela metodologia adotada e, em particular, pelas mídias utilizadas no desenvolvimento da pesquisa como um todo. A maneira como coletamos, sistematizamos e, posteriormente, analisamos os dados produzidos, interfere no olhar do pesquisador. Acreditamos que os dados estão impregnados pelas mídias e, por isso, os resultados da pesquisa também sofrem esta influência.

Entendemos que esta discussão está apenas no início. Se passarmos a considerar imagens e vídeos, por exemplo, como parte integrante de dados publicáveis, teremos não um artigo como esse e sim produtos multimodais. Então, as mídias digitais teriam não só um papel na coleta e análise dos dados, mas também nas próprias possibilidades de publicação dos resultados, da mesma forma que o “invisível” papel, o lápis, e agora os editores de texto e telas condicionam o texto que é considerável como publicável na forma de artigo, tese, ou outro produto da Ciência.

Já há uma farta discussão sobre Educação Matemática e mídias digitais. Esse artigo, junto a outros, estende essa discussão para o cerne da pesquisa em Educação Matemática: sua metodologia de pesquisa, entendida aqui de forma ampla, como a interseção entre visão de conhecimento e procedimentos de pesquisa. Esperamos que esse artigo leve esta discussão para caminhos apontados no parágrafo anterior, ou seja, para a própria noção do que é válido como artigo, ou como produto, da Ciência do século XXI.

Agradecimentos

Embora não sejam responsáveis pelas ideias aqui apresentadas, gostaríamos de agradecer aos alunos da disciplina “Metodologia de Pesquisa Qualitativa” ministrada pelo Prof. Dr. Marcelo Borba, no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, pelos comentários feitos em versões preliminares deste texto. São eles: Andresa Justulin, Aparecida Chiari, Daise Souto, Débora Soares, Felipe

Heitmann, Fernando Trevisani, Filipe Fernandes, Flavio Coelho, Glen Lemos, Jean Toillier, João Severino Filho, Marcelo Moraes, Nilton Domingues, Ormil Pilatti, Rejane Faria, Rodrigo Nascimento, Rosilda Moraes, Tatiane da Silva, Vinicius Marchi.

Referências

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M.C. Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BENEDETTI, F. C. *Funções, Software Gráfico e Coletivos Pensantes*. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa: significados e a razão que a sustenta. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 07-26, 2005.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. A. *Educação a distância online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. 160p.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. V. *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. v. 39, New York: Springer, 2005.

BORBA, M. C.; ZULATTO, R. B. A. Different media, different types of collective work in online continuing teacher education: would you pass the pen, please? In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL Group for the Psychology of Mathematics Education, 30, 2006, Prague, *Proceedings...* Prague: PME, 2006. v2, p. 201-208.

BORBA, M. C. Coletivos Seres-Humanos-com-Mídias e a Produção de Matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2001, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, PUCPR, Universidade Tuiuti do Paraná, 2001.

GARNICA, A. V. M. *Um Tema, Dois Ensaio: método, história oral, concepções, educação matemática*. 2005. Memorial para Concurso de Livre-docência em Educação Matemática, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

HOUAISS, A. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 2925 p.

JAVARONI, S. L. *Abordagem Geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias*. 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

OLÍMPIO JUNIOR, A. *Compreensões de Conceitos de Cálculo Diferencial no Primeiro Ano de Matemática: uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática*. 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SANTOS, S. C. *A Produção Matemática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: o caso da geometria euclidiana espacial*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SCUCUGLIA, R. *A Investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

TIKROMIROV, O. K. The Psychological Consequences of Computerization. In.: WERTSCH, J. V. (Ed.). *The Concept of Activity in Soviet Psychology*. New York: M. E. Sharpe. Inc, 1981. p. 256-278.

VILLARREAL, M. E. *O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informática*. 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ZULATTO, R. B. A. *A Natureza da Aprendizagem Matemática em um Ambiente Online de Formação Continuada de Professores*. 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.