

# EDUCAÇÃO MATEMÁTICA SEM FRONTEIRAS: Pesquisa em Educação Matemática

## INTERAGINDO COM INTERAÇÕES: AUTO-REFLEXÕES DE UM EDUCADOR MATEMÁTICO INSTIGADO POR TECNOLOGIAS

## INTERACTING WITH INTERACTIONS: SELF-REFLECTIONS OF A MATHEMATIC EDUCADOR INSTIGATED BY TECHNOLOGIES

Marcelo Almeida Bairral<sup>1</sup>

### Resumo

Promove-se de reflexões provenientes de resultados de investigações iniciadas com foco no desenvolvimento conceitual e posteriormente sendo enriquecidas com tecnologias diversas (sobretudo, as digitais) e da adoção de perspectivas educacionais com (ou sobre) tecnologias. Ilustra-se como a interação passou a ser um construto central nas pesquisas<sup>2</sup> desenvolvidas e indica-se algumas faces que ela pode assumir: como atividade cultural e cognitivamente situada, como atividade discursiva, como atividade colaborativa e em negociação constante, e como atividade cognitivamente corporificada. Situa-se os toques e manipulações *na*, *com* ou *a partir da tela* como mais uma forma de interação e manifestação da linguagem e de cognição.

**Palavras-Chave:** Interações. Pesquisa. Ensino. Tecnologias. Toques em tela.

### Abstract

It promotes reflections from the results of research initiated focusing on conceptual development and later being enriched with diverse technologies (especially digital ones) and the adoption of educational perspectives with (or about) technologies. It illustrates how interaction has become a central construct in research and indicates some aspects that it can assume: as a culturally and cognitively situated activity, as a discursive activity, as a collaborative and constantly negotiating activity, and as a cognitively embodied activity. Touches and handlings *on*, *with* or *from the screen* are situated as well another form of interaction and manifestation of language and cognition.

**Keywords:** Interactions. Research. Teaching. Technologies. Touchscreen.

### Introdução

---

<sup>1</sup> Pós-doutor em Educação Matemática pela Universidade do Estado de Nova Jersey (EUA, 2007) e pela Universidade de Turin (Itália, 2012), doutor em Educação Matemática (Universidade de Barcelona). Professor da UFRRJ, PPGEduc e PPGEducIMAT, [mbairral@ufrj.br](mailto:mbairral@ufrj.br)

<sup>2</sup> Agradeço à Capes, ao CNPq, à Faperj e ao MEC pelo apoio a projetos de pesquisa cujos aspectos teóricos ou empíricos subsidiam este artigo.

Na tentativa de elucidar lacunas e agendas de pesquisa em educação matemática com tecnologias digitais, algumas ainda abertas, começarei relatando uma primeira experiência de pesquisa na minha própria prática, focada no estudo de conceitos, e seguirei dialogando com investigações que situam a relação homem-tecnologia-mídia (BORBA; VILLARREAL, 2005) e diferentes formas de olhar a presença da tecnologia em situações de ensino e de aprendizagem (BOLITE FRANT; CASTRO, 2009).

As pesquisas que desenvolvo<sup>3</sup> têm suportes oriundos da teoria histórico-cultural de Vigotski, pois assumo que mudanças que ocorrem ao longo da trajetória do sujeito estão relacionadas às interações que ocorrem entre ele (homem), a sociedade, a sua história de vida e a cultura.

Interação e comunicação são âmbitos discursivos que se inter-relacionam. Com o avanço das tecnologias digitais, esses domínios têm sido um dos focos de interesse na pesquisa educacional, pelo seu potencial comunicativo, pelo rompimento de barreiras físico-temporais e pelos múltiplos formatos com que uma comunicação pode ser estabelecida. Mesmo não tendo uma percepção clara dessa inter-relação começo, em 1993, a fazer pesquisa na minha própria prática.

### **Em sala de aula: *semelhanças que podem não coincidir***

Em uma primeira experiência sistemática de pesquisa e de análise sobre a construção do conceito de semelhança<sup>4</sup> (BAIRRAL, 1998) por meus alunos do 7º ano (12-13 anos) deparei-me com respostas intrigantes para a relação de “*ser semelhante a*”, conforme ilustrado a seguir:

- “O tamanho muda mas a forma continua a mesma” (grupo 2)
- “... mas ambas “guardam” suas características originais” (grupo 3)
- A forma continua a mesma e o tamanho fica diferente. Muda o tamanho, mas a figura é a mesma” (grupo 4)
- “Muda o tamanho, mas a figura é a mesma” (grupo 5)
- “O tamanho muda e a forma continua a mesma” (grupo 6)

---

<sup>3</sup> Ao longo desse texto transitarei entre a primeira pessoa do singular (quando estiver focado no meu próprio aprendizado) e no plural (ao me referir a reflexões no âmbito do grupo de pesquisa que coordeno).

<sup>4</sup> O trabalho com semelhança de figuras envolve explorações de natureza geométrica e numérica. Particularmente, a variação do tamanho (proporcionalidade numérica) envolve análise de estruturas multiplicativas, que pressupõem uma relação de proporcionalidade entre os pares de números correspondentes. Para o caso dos ângulos a relação é sempre de congruência (igualdade), pois eles devem ser mantidos.

Na verdade, meus alunos possuíam a noção de semelhança. Minha função agora estudar o seu desenvolvimento conceitual de modo que o planejamento explorasse e aprofundasse os saberes matemáticos envolvidos (por exemplo, o de proporcionalidade), estabelecer relações com outros contextos, áreas de conhecimento<sup>5</sup> e também levar em consideração o desenvolvimento da linguagem do aluno. Na verdade, das suas várias formas de manifestação da linguagem e a lógica matemática, na forma em que estudei em quatro disciplinas (3 na Licenciatura e 1 no Mestrado), não se mostrava suficiente para dar conta dessa riqueza.

Como pode ser visto em suas respostas os discentes possuíam o conceito de semelhança. Surge, neste contexto, uma das funções primordiais da escola: desenvolver os conceitos que a criança traz consigo, que foram construídos no decorrer de sua vida prática ou nas suas interações sociais. Nesta visão o professor, a partir dos conceitos prévios dos alunos, procura desenvolvê-los para situações cada vez mais complexas. Portanto, a aprendizagem ocorre quando o interlocutor torna próprio algo que viu, discutiu e (re)significou (VYGOTSKY, 1984). Portanto, “o conhecimento não está no sujeito nem no objeto, mas na interação entre ambos” (MELLO; BRAGA; GABASSA, 2013, p. 3) e um ambiente de aprendizagem deve ser visto como um espaço de socialização contínua de práticas nas quais os interlocutores podem utilizar e integrar, diferentemente, informações do próprio cenário ou de fora dele (BAIRRAL, 2007).

À medida que o sujeito apropria-se do conhecimento ele também cria, transforma e reelabora suas práticas sociais, dando novas indicações para o seu desenvolvimento (SOUZA et al., 2010). Souza destaca ainda que, a apropriação é concomitante ao social e ao individual, uma vez que os significados vão agregando novos sentidos, dependendo das experiências que cada um possui. Ao contrário do conceito cotidiano, que é conhecido pela criança em sua experiência e vivência com adultos, o conceito científico, é aquele apresentado explicitamente pelo professor na escola (VEER; VALSINER, 1996).

O pensamento em conceitos científicos em Vigotski não se baseia em uma ligação fundamentalmente nova com o mundo dos objetos, mas em uma reconceitualização do conhecimento existente, que envolve a tomada de consciência e o

---

<sup>5</sup> Agradeço a professora de artes Márcia Vilhena pelo aceite do trabalho conjunto e pela construção de plantas baixas para exploração do conceito de escala, de medida, de representação etc. em minhas turmas do 7º ano (antiga 6ª série). Nossa inovação foi publicada na Revista Nova Escola.

uso arbitrário de instrumentos mentais (VEER; VALSINER, 1996, p. 301). Oliveira e Oliveira (1999) acrescentam que, conceitos não podem ser vistos como entidades isoladas, mas como elementos de um sistema complexo de inter-relações; e não são entidades estáveis, “possuídas” pelos sujeitos, mas como produto de processos de construção conjunta de significações.

Para Vigotski o homem se constitui humano por uma dupla mediação: mediação da linguagem e mediação do outro. Dessa forma, a palavra “nunca se refere a um objeto isolado mas a todo um grupo ou classe de objetos” (VIGOTSKI, 2001, p. 9). Ela apresenta finalidade e características que devem ser levadas em consideração. O autor destaca que “a palavra é o fim em que a ação culmina” (VYGOTSKY, 1993a, apud GOES; CRUZ, 2006, p. 36). Sendo assim, a linguagem é um instrumento de mediação do pensamento.

Ao longo das atividades propostas fui percebendo que muitas são as palavras ou expressões que podem surgir no trabalho com semelhança de figuras, dentre elas: *mudar de acordo, proporção, proporcionalmente, mesma proporção, escala, correspondentes, congruentes, dobro, ampliar, reduzir, manter, razão, vezes maior, medidas não comuns, medidas multiplicadas, ângulos conservados e lados modificados*. Todavia, as palavras, não são entes isolados e no processo de reconceitualização e de apropriação de significados o uso de metáforas tem muita importância na compreensão e desenvolvimento conceitual. Lakoff e Johnson (2001) defendem a importância das metáforas, não apenas como elemento retórico, mas como parte da nossa linguagem cotidiana e que afetam o modo como percebemos, pensamos e atuamos com os conceitos. Portanto, uma metáfora funciona quando cumpre um objetivo, ou seja, entender um aspecto do conceito.

Então, no caso do conceito de semelhança, aumentar, diminuir, crescer, transformar, manter etc. podem ser exemplos de metáforas conceituais. No entanto, só percebê-las não é suficiente. É importante considerar que interação está sendo produzida, além de verificar que conhecimentos estão sendo ativados e que processos cognitivos os participantes estão realizando em suas ações no espaço de aprendizagem (BARBERÀ, 2001).

Nota-se o quanto é importante considerar o contexto na hora de realizar a análise a interações em espaços<sup>6</sup> de aprendizagem e as interações estabelecidas com os outros espaços comunicativos ou elementos (textos, imagens, vídeos etc.) de uma mesma comunicação. Como Souza et al. (2010, p. 459) menciona “os processos humanos têm origem nas interações sociais e devem ser compreendidos em seu caráter histórico-cultural”. Sendo assim, cada grupo possui um modo característico de falar. Woods (1999) complementa que é necessário compreender o contexto, pois a situação pode afetar as perspectivas e os comportamentos, e perspectivas, também podem afetar as situações.

A informática educativa estava em evidência com os trabalhos do LOGO (PAPERT, 1997) e meu propósito era enveredar por esse campo. Havia vários cursos para professores sobre a geometria da tartaruga. Infelizmente, muitos não tinham ideia do potencial daquele tipo de tecnologia, pautada na programação, e que atualmente surge em propostas educativas consideradas potenciais no desenvolvimento do pensamento científico por envolverem, por exemplo, uma forma de raciocínio importante, a recursividade.

Minha experiência profissional, demandas de colegas professores e minhas leituras também me despertaram para uma atenção para outros recursos didáticos que eu ainda não conhecia ou não tinha tido experiência em trabalhar. Comecei então ao inserir em minhas aulas e pesquisas materiais didáticos variados (o Tangram, o geoplano, a calculadora e o pantógrafo), pois percebi que cada um deles permite abordar aspectos variados do conceito em estudo. Diversas atividades foram propostas nas quais os discentes puderam manipular, discutir, criar e verificar a semelhança de figuras planas, pois mediante uma multiplicidade de situações um conceito é melhor aprendido, uma vez que cada uma delas permite a abordagem de aspectos relevantes (ou não) do conceito.

Ao longo dos meus estudos e maiores envolvimento em educação matemática com as tecnologias digitais também fui identificando diferentes são os focos (interação, colaboração, produção de materiais didáticos, formas de uso de tecnologias em aula, tipos de softwares, avaliação do aprendizado, design didático de cursos etc.), seja na formação inicial ou na continuada.

---

<sup>6</sup> Pode ser a sala de aula, um ambiente virtual de aprendizagem, um curso de formação continuada etc.

Continuando o diálogo com investigações educacionais, apresento faces a interação pode assumir na pesquisa contemporânea com tecnologias digitais da informação e comunicação em educação matemática. Utilizarei como exemplos: uma reflexão sobre conceituação em uma aula presencial, postagens em fóruns de discussão, interações síncronas em um *chat* com inserção do GeoGebra (o VMTcG) e manipulações em telas de dispositivos móveis.

## Os humanos e as tecnologias

Quando iniciei meus estudos em informática educativa dois modos de situar o computador na educação eram apresentados em uma publicação de referência (VALENTE, 1993) e causavam inquietações na pesquisa e na prática de ensino. Nela o autor destaca duas formas, não excludentes, que diferenciavam entre o uso do computador como máquina de ensinar da utilização como ferramenta. Na primeira, o computador, por meio de um *software*, diria ao aluno o que fazer<sup>7</sup>. Na segunda o aluno, ao comandar o processo, ou seja, determinar o que o *software* deveria fazer, passaria a usar o *software* como ferramenta<sup>8</sup>. Aqui o aluno sabia o que queria, tinha objetivo claro e, dessa forma, usaria o equipamento como ferramenta para alcançar o seu propósito. Portanto, naquela ocasião, a perspectiva da ferramenta era vista como a mais apropriada aos processos de ensino, de aprendizagem e de comunicação. Cabe lembrar, também, que a preocupação de o computador substituir o professor assumia a centralidade dos argumentos de diversos profissionais contrários à sua inserção na Educação.

A produção do conhecimento continua e outras perspectivas teóricas vão surgindo. Fui conhecendo outras perspectivas e vendo que, desde o seu nascimento, o pequeno humano pensante se constitui através de línguas, de máquinas, de sistemas de representação que irão estruturar a sua experiência (LÉVY, 1993, p. 161).

Na educação matemática, o referencial de Bolite Frant e Castro (2009) é relevante por nos alertar e fornecer três diferentes olhares (ferramenta<sup>9</sup>, meio de expressão e prótese), não necessariamente excludentes, para o uso de tecnologias em processos de ensino e de aprendizagem. Cada uma dessas lentes tem implicações epistemológicas no modo de olhar a construção do conhecimento e, sublinham as

---

<sup>7</sup> Programas tutoriais ou de exercício e prática são alguns dos exemplos.

<sup>8</sup> Aplicativos de produção musical ou de programação são possíveis ilustrativos.

<sup>9</sup> No mesmo sentido discutido em Valente (1993).

autoras, a tecnologia oferece-nos possibilidades de olharmos para diferentes aspectos das interações humanas, principalmente para aqueles para os quais ela proporciona novas possibilidades de produção de significados. Considero que assumir a tecnologia como meio de expressão e como prótese (não reparadora<sup>10</sup>, mas expansiva do nosso corpo) mais contribuição ao aprendizado.

A perspectiva dos seres-humanos-com-mídia (BORBA; VILLARREAL, 2005), ao ressaltar os aspectos humanos e não humanos de forma articulada, permite-nos um olhar diferente e não dicotômico do lugar da tecnologia na construção do conhecimento. Todavia, esse modelo não problematiza a dimensão contextual na qual os processos de apropriação estão sendo configurados. O aprendizado matemático, nesse modelo, fica predominantemente circunscrito à reorganização do pensamento mediante a visualização e a experimentação, e com uma aparente observação de estruturas cognitivas já existentes, sem um foco pormenorizado na geração de conhecimento novo (BORBA; MALHEIROS; ZULATTO, 2007).

### ***O homem cria a tecnologia e se recria com ela***

A reorganização pressupõe algo existente. O que existe continua, apenas é re-arrumado. Uma nova tecnologia implica uma nova reconfiguração (física, sensorial, cognitiva, comunicativa, cultural etc.). Um novo campo de produção de significados é criado. O homem cria a tecnologia e a transforma (mudou o dinheiro de papel para o eletrônico), mas a tecnologia também muda o homem e a sua linguagem, seu modo de interagir, aprender, ser e estar *no/com* o mundo.

Além do mais, toda tecnologia está embebida em um contexto social e cada cenário constitui um espaço discursivo específico. Portanto, cada cenário influi diferentemente em nosso modo de pensar e, dessa forma, favorece a implementação de intervenções didáticas variadas. Como exemplo, cito o cartão de crédito.

**Figura 1:** Máquinas de cartão de crédito



---

<sup>10</sup> Como forma de superar essa ideia de reparação as autoras exemplificam e discutem sobre o significado e importância sensorial de uma bengala para um deficiente visual.

Fonte: *Google picture*

Com a sua possibilidade de utilização, também, na função de débito, é comum que um vendedor nos pergunte: “*é débito ou crédito?*”. Independentemente da opção do comprador, não teria sido a ação (compra) um débito? A diferença é que em um caso seria um débito à vista e, em outro, um débito para pagamento à prazo. No sistema anterior, figura da direita, esse tipo de pergunta não era feito.

O exemplo anterior ilustra que a tecnologia em questão, o cartão magnético, interfere em nosso modo de construção do conhecimento e este tipo de discussão deve ser feito na escola pois, como vimos, a noção de débito e crédito, naquele contexto de compra, assume um significado diferente do convencionalmente conhecido (de *ter* e de *dever*) pela matemática escolar. Não quero dizer que um contexto, por estar mediado pela tecnologia, deva ser priorizado, mas que os significados emergidos em cada um deles são diferentes e devem ser objetos de atenção pelo docente. Assim, cabe sublinhar que, novas tecnologias implicam novas apropriações e (re)significações (BAIRRAL, 2013).

Na formação de professores, em particular, o modelo do TPACK<sup>11</sup> (MISHRA; KOEHLER, 2006) ressalta a importância da tecnologia em diferentes domínios (tecnológico, pedagógico e do conteúdo) do conhecimento profissional do professor. Embora esse referencial inclua a tecnologia em cada um desses domínios e ressalte a complexidade da atividade de ensino e o desafio da transformação pedagógica do conteúdo a ser ensinado, ele não problematiza a sua apropriação e o seu imbricamento em todos os três âmbitos do conteúdo do conhecimento docente. No meu entendimento, seria importante olhar o desenvolvimento profissional na interseção dos três conjuntos. Também, cabe diferenciar o uso desse modelo na formação inicial e na continuada. Ainda que o tempo de experiência docente e a familiaridade com a tecnologia tenham sido ressaltados pelos autores no processo de apropriação dessa, há um isolamento dos três conjuntos, por exemplo, quando podemos observar a tecnologia do âmbito do conteúdo curricular, isolado do aspecto do conteúdo<sup>12</sup>.

O conhecimento profissional do professor, em particular, se desenvolve a partir de momentos concretos de aprendizagem (BAIRRAL, 2007, p. 47). O conhecimento se

---

<sup>11</sup> Do inglês *Technological, Pedagogical, Content, Knowledge*.

<sup>12</sup> Estudos recentes em educação matemática trabalham com um olhar mais articulado para esses três domínios (POWELL, 2014).

forma “integrando as características do discurso e os processos interativos de cada espaço discursivo do cenário”. Com isso, a interação deve desenvolver nos professores a estruturação de ações profissionais comprometidas com modificações no processo de ensino-aprendizagem. Isto é, além da reflexão, influenciar mudanças em sua prática pedagógica, sobretudo, quando essa tem demandas curriculares emergentes ou desconhecidas pelos profissionais (XAVIER; BAIRRAL, 2017).

### **Inserção, integração e inclusão com tecnologias. O que ainda precisa ser feito?**

Uma das preocupações das pesquisas contemporâneas com tecnologias é a análise sobre o uso que é feito de determinado *software* pelos professores em suas aulas. Nos Estados Unidos estudos interessados na inclusão digital verificaram, por exemplo, o uso que se faz das TIC<sup>13</sup> pelos docentes em suas aulas. Resultados têm indicado que a utilização tem sido diferenciada segundo a característica do perfil socioeconômico do alunado, isto é, escolas com discentes oriundos de comunidades carentes (muitos deles imigrantes ou negros) ou escolas com estudantes provenientes de classe com maior poder aquisitivo (AINLEY et al., 2002; WARSCHAUER, 2003).

Por exemplo, análises revelam que processos rotineiros (exercício e prática, e domínio de ferramentas básicas) em escolas de baixo poder aquisitivo têm sido preconizados. Ao contrário, em escolas de maior poder econômico, atividades que desenvolvem processos de raciocínio mais inovadores e complexos têm sido implementadas. Este uso diferenciado constitui o que Warschauer (2006) denomina divisão digital. O autor ressalta que, nas escolas estudadas, não foram encontradas evidências de que as TIC estão sendo utilizadas para minimizar desigualdades educacionais (WARSCHAUER, KNOBEL; STONE, 2004).

O termo inclusão digital não envolve apenas o acesso livre e gratuito ao computador e à Internet mas, principalmente, a apropriação da tecnologia e a geração de conhecimento pelos indivíduos. Nesse sentido, estudiosos refletem sobre a relação dialética inclusão/exclusão. Quem fala da inclusão geralmente a trata em uma posição de incluído, visto que conhece algum aspecto que é interessante e necessário para todos e propõe que o acesso à determinada situação seja disponibilizado aos “excluídos” (BUZATO, 2008). Ainda, segundo Buzato, pode-se falar de inclusão a partir de uma

---

<sup>13</sup> Para ver nossa concepção de TIC veja Bairral (2007).

perspectiva onde inclusão e exclusão não possuem apenas o significado de “estar dentro” e “estar fora”, visto que os indivíduos podem estar incluídos e excluídos simultaneamente. Complementa, Buzato (idem), a inclusão digital pode ser vista como um processo criativo, que pode ser conflituoso e até certo ponto gerar a apropriação e exposição das TIC.

Nessa perspectiva do letramento (apropriação crítica pelo uso, de criação e de formas variadas de aprendizagem) considero que ainda necessitamos de mais análises sobre o aprendizado de professores de matemática ou de alunos e sobre as diferentes formas de apropriação de tecnologias digitais em sua prática. Com a emergência dos dispositivos móveis a apropriação pelo uso tem aberto novas possibilidades (convergência e integração de mídias, multitarefas etc.) e desafios que precisam ser estudados no campo educacional (BAIRRAL, 2018b).

Compreender o uso que o docente faz da tecnologia no ensino e analisar mudanças em sua prática a partir do momento em que esse educador passa a usar a tecnologia com seus alunos tem sido um dos propósitos de Bittar (2011). A autora distingue entre inserção e integração. Enquanto a inserção<sup>14</sup> implica um uso casual e geralmente desconectado das ações usuais de um professor, a integração deve ser a forma potencializada no desenvolvimento profissional, pois ela contribui para que o docente se torne autônomo nesse uso, uma vez que, ao compor o cenário cotidiano do profissional, lhe possibilita elaborar e explorar criticamente situações diversas para o ensino de um conteúdo.

Embora não seja recente e possa ser usado para explicar conceitos em diferentes áreas da educação científica, o conceito de interação tem sido valorizado com o avanço das tecnologias digitais, pelo seu potencial comunicativo, pelo rompimento de barreiras físico-temporais e pelos múltiplos formatos com que uma comunicação pode ser estabelecida. Neste artigo centrar-me-ei na interação e destacarei algumas de suas vertentes que estão circunscritas aos projetos de pesquisa que desenvolvo.

## **Tecnologias, linguagens e cognição**

---

<sup>14</sup> A pesquisa de Guimarães (2015) mostra que, mesmo a inserção, ainda é complexa de ocorrer em escolas públicas devido, sobretudo, a fatores infraestruturais (espaço físico, equipamentos e conectividade).

Consoante com Sfard (2008), sublinho que aprender matemática com tecnologias implica mudar de discurso. Sfard (2008), ao apresentar as quatro características do discurso matemático (uso de palavras, de mediadores visuais, de narrativas e de rotinas), traz uma grande contribuição, pois amplia as formas de percebermos esse discurso que, muitas vezes, fica restrito ao uso de rotinas (fórmulas, por exemplo). Embora essa perspectiva teórica não esteja muito embasada na tecnologia digital e tenha sido mais voltada ao campo algébrico, ela é relevante para as pesquisas que desenvolvo, por ampliar as características do discurso matemático, valorizar a sua transformação e ressaltar a unidade entre pensamento e comunicação.

Entendida a importância do contexto discursivo e do amplo espectro que a linguagem assume, passei a analisar a mudança de discurso mediante a interpretação sistemática de interações (BAIRRAL, 2007), acreditando que essas potencializam a dinâmica constante de observações sobre objetos, sobre relações e sobre relações entre relações (GATTEGNO, 1987), mediante as diferentes formas de manifestação do discurso (BAIRRAL; POWELL, 2015), por meio de um ato educativo presente (BAIRRAL, 2015a), concreto, e que permita ao sujeito experienciar e incorporar o novo (SKLIAR, 2014), sempre como aprendiz e considerando as características discursivas do contexto de aprendizagem de que participa (BAIRRAL, 2013b).

### **Comunicar interativamente em um ambiente de aprendizagem com tecnologias digitais, um desafio constante!**

Interação e comunicação nem sempre caminham juntas. Interação é uma forma de comunicação (escrita, oral, gestual, pictórica, icônica etc.) estabelecida entre sujeito(s)-sujeito(s) ou entre indivíduo(s) e tecnologia(s). Apesar de não ser recente, o construto interação pode ajudar a entender o aprendizado e o desenvolvimento pessoal-profissional dos implicados em determinados cenários, incluindo o virtual. Conforme a perspectiva histórico-cultural com a qual me oriento, as mudanças que ocorrem ao longo da trajetória do sujeito estão relacionadas às interações entre o indivíduo, a sociedade, a sua história de vida e o contexto cultural na qual está imerso.

Interação é qualquer intercâmbio comunicativo estabelecido entre os atuantes de um ambiente de aprendizagem, seja a partir da dinâmica de trabalho proposta nas tarefas de formação, seja de outro interesse do interlocutor (BAIRRAL, 2013a). Portanto, a interação não é uma cena comunicativa estática, mas dinâmica. Ela não é acidental, isto é, que ocorre ao acaso. Tampouco, um intercâmbio unilateral de mensagens. Os envolvidos no processo interativo possuem intencionalidades e modificam – colaborativamente ou não – constantemente as relações que se estabelecem no ambiente. Sendo assim, ressalto que pesquisas educacionais que objetivem potencializar e estudar essa transformação precisam assumir a interação em, pelo menos, quatro dimensões interligadas, a saber:

### **Interação como atividade cultural e cognitivamente situada**

A interação em ambientes de aprendizagem que valorizam os relatos dos participantes a partir de suas experiências profissionais e de vida pode levar à compreensão dos conceitos propostos e vivenciados durante o trabalho. Conceitos e conhecimentos profissionais vão sendo articulados e aprimorados a partir das relações estabelecidas durante uma reflexão interativa. Portanto, a situação na qual o indivíduo se desenvolve é parte fundamental de como ele constrói, continuamente, um conjunto particular de conhecimentos. Por exemplo, em uma de minhas aulas<sup>15</sup> sobre o conceito de medir, alguns de meus alunos, futuros professores de matemática cursando o 7º ou o 8º período da Licenciatura, responderam por escrito:

Graduando(a) 1: “verificar tamanho”

Graduando(a) 2: “atribuir um número a alguma característica de um objeto físico de maneira sistemática”

Graduando(a) 3: “ter dimensão. É necessário usar uma unidade de medida para medir”

Graduando(a) 4: “descobrir comprimento, volume etc.”

Graduando(a) 5: “ter dimensão de um espaço”

Graduando(a) 6: “contar”

---

<sup>15</sup> A sondagem sobre o entendimento dos meus alunos para o conceito a ser estudado é recorrente em minha docência. Todos os discentes sempre têm algo a dizer e todo o processo é potencializado nessas experiências, falas e registros variados. Como a fala é efêmera sempre, no início, priorizo algum tipo de registro escrito.

O que cada resposta traz de diferente e instigante para a formação matemática desses futuros educadores? O que foi surpresa para o professor? Como estabelecer uma dinâmica (presencial ou *online*) interativa que não despreze nenhuma dessas ideias?

Em trabalho anterior (BAIRRAL, 2007), ressaltai que, no desenvolvimento profissional docente, as tarefas formativas devem possuir um duplo enfoque, ou seja, possibilitar que os profissionais aprofundem e ampliem o seu conhecimento pessoal relativo a conteúdos curriculares específicos e desenvolvam suas capacidades de gerar criticamente processos interpretativos, síntese, análise e transformação – individual e coletiva – de informação com a comunidade profissional da qual fazem parte.

Portanto, uma dinâmica interativa mediante a análise crítica de respostas como as supracitadas não pode ser a mesma na formação continuada e não inicial. A interação deve promover nos educadores a estruturação de ações profissionais comprometidas com modificações nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, além da reflexão crítica, a interação deve influenciar mudanças qualitativas em sua prática pedagógica, cuja dimensão experiencial (com ou sem tecnologia) deve ser considerada.

Nesta perspectiva, Barberà e colaboradores (2001) complementam, dizendo que, para que a compreensão se efetive, é importante considerar também que interação está sendo produzida, além de verificar que conhecimentos estão sendo ativados e que processos cognitivos os participantes estão realizando em suas ações no espaço formativo. Os autores propõem ter em conta também todas as interações estabelecidas com os outros elementos contextuais – textos, imagens, vídeos etc. Sendo assim, o conhecimento profissional do professor, em particular, se desenvolverá a partir de momentos concretos de aprendizagem. Esse conhecimento será constituído com a integração das singularidades discursivas e do processo interativo estabelecido em cada espaço discursivo (sala de aula, chat, fórum de discussão, mural de mensagens etc.) de um cenário de aprendizagem (BAIRRAL, 2007).

### ***Interação como atividade discursiva***

Nos ambientes de aprendizagem que pratico, a aprendizagem é analisada pelas diferentes formas de interação e colaboração, e não apenas pela realização de tarefas formativas (BAIRRAL, 2011). O processo, multidirecional, de publicização de ideias e de participação está embebido de reflexões provenientes de diferentes contextos<sup>16</sup> da prática dos envolvidos. Além do mais, ao possuir espaços comunicativos variados (*e-mail*, *chat*, fórum, Facebook etc.), cada um cenário assume uma dimensão discursiva própria no aprendizado. Essas singularidades irão compor o mapeamento sociocomunicativo da aprendizagem e deverão ser levadas em consideração na análise do processo formativo (BAIRRAL, 2009).

Sabendo da natureza discursiva o formador não atuará para direcionar de ideias (como acontece em muitas aulas de matemática), mas como um potencializador de novas formas de descoberta e de linhas de raciocínio e de convencimento. Além do mais, a literatura de formação de professores ressalta que aspectos atitudinais, motivacionais e o conhecimento prévio dos educadores devem ser levados em consideração em um contexto formativo, seja ele *online* ou não.

Um fórum de discussão, por exemplo, é uma ferramenta comunicativa que permite a todos acessar, ver o que está sendo debatido e participar da discussão. Dessa forma, os fóruns constituem sequências, não necessariamente lineares, de ações profissionais que favorecem o estabelecimento de uma rica e complexa relação semântica entre os interlocutores (BAIRRAL, 2007).

É possível estudar a aprendizagem matemática e perceber que os indivíduos podem interagir e aprender diferentemente. Analisar interações possibilita aos participantes, além da troca de conhecimentos e experiências, a discussão de outras vivências, criação e (re)criação de suas estruturas cognitivas por meio de suas próprias experiências com o coletivo. Portanto, é importante que o formador atue identificando e antevendo possíveis tipos de intervenção, para que a discussão *online* não se restrinja a postagens de cunho meramente informativo ou que forneçam poucos subsídios sobre o aprendizado dos interlocutores (BAIRRAL, 2013b).

---

<sup>16</sup> Elementos curriculares (livro didático, plano de aula, material curricular educativo etc.) explícitos na própria atividade formativa ou aqueles que emergem da reflexão com a tarefa e de seus desdobramentos.

Identificar a tipologia de uma interação é relevante para que o formador pense em estratégias de respostas que possam dar continuidade ao debate e ao aprendizado. Não acredito que apenas categorizações (MORAIS; MIRANDA; DIAS, 2007) sejam importantes, pois será necessário analisar o ambiente (suas características, organização didáticas, intencionalidade dos participantes etc.) em que elas são produzidas. Por exemplo, uma postagem em um fórum de discussão, embora possa permanecer estável por um certo tempo – devido ao seu caráter assíncrono –, ao ser lida, interpretada e respondida por um interlocutor, essa reação pode gerar (ou não) uma sequência interativa.

Determinada mensagem pode não fornecer elementos cognitivos suficientes para a interpretação do professor, como podemos observar em um dos tópicos postados na disciplina Pré-Cálculo (Quadro 1).

**Quadro 1:** Fórum<sup>17</sup> Pré-Cálculo fórum Moodle (curso UAB/CEDERJ)<sup>18</sup>.

<p><b>AD1</b> Juca - terça, 13 agosto 2013, 10:12 Bom dia, pessoal vamos interagir para a resolução da AD1. abraços.</p>
<p><b>Re: AD1</b> Luka - quarta, 14 agosto 2013, 15:16 É Juca valeu ! Também estou necessitando e muito de ajuda, tá difícil estudar sozinho. Muitas dúvidas. Tô longe do polo não vou as tutorias presenciais tenho q contar com vcs.... Grato.</p>

Fonte: Marques; Bairral (2016)

Interações *online* podem ocorrer entre sujeitos variados (alunos, tutores, coordenadores etc). No tópico ilustrado no Quadro 1 dois estudantes buscam ajuda para a realização das atividades. Os discentes envolvidos na discussão pertencem aos Polos de Angra dos Reis e Itaocara e, apesar da distância geográfica dos municípios, se encontram no ambiente que permite essa aproximação e, conseqüentemente, favorece uma interação que, nesse caso, esperam que seja auxiliar ao estudo individualizado, que é difícil para o aluno Luka.

<sup>17</sup> As postagens são editadas na forma em que foram digitadas, isto é, sem correções.

<sup>18</sup> Licenciatura em Matemática.

Mesmo utilizando uma variedade de recursos e estratégias com as tecnologias digitais, a interação pode não ocorrer. Interação é uma forma de comunicação que implica compartilhamento de significados, de experiências e de reflexões constantes sobre o processo de aprendizagem (BAIRRAL, 2015). Esse processo transita entre reflexões pessoais e coletivas. Portanto, será necessário constituir e analisar constantemente a rede interativa estabelecida (BAIRRAL, 2007).

Ainda, para Bairral (2007), na formação de professores, em especial, as tarefas formativas devem possuir um duplo enfoque: possibilitar que os profissionais aprofundem e ampliem o seu conhecimento relativo a conteúdos curriculares específicos e desenvolvam suas capacidades de gerar criticamente processos interpretativos, síntese, análise e transformação – individual e coletiva – de informação com o coletivo profissional do qual faz parte. Portanto, cada disciplina, em um ambiente virtual, pode constituir uma comunidade de aprendizagem específica e, para isso, será importante favorecer aos usuários diferentes modos de comunicação.

Nessa prática comunicativa e participativa, sublinha Silva (2006), o formador precisa dar conta do hipertexto e fazê-lo potencializar sua ação pedagógica, sem perder sua autoria. O professor, enriquece Silva (2006), não propõe um conteúdo fechado: ao contrário, oferece informações em redes de conexões que permitam ao aprendiz uma ampla liberdade de permutar, virtualizar, simular, associar e significar conteúdos de aprendizagem diversos.

Em um fórum de discussão tenho observado três tipos de interação: informativa, argumentativa ou com potencial argumentativo. Enquanto uma reflexão argumentativa é mais promissora em termos de aprendizado, uma interação informativa (sugestão de uma atividade, de um livro, de um site etc.) apenas promove intercâmbios de informação em um certo espaço de tempo. As mensagens são informativas, meramente sugestivas, sem um posicionamento mais reflexivo de quem as posta. Nas análises que realizo, elas, por longo tempo, não são referenciadas no debate e, quando são, os interlocutores tendem a expressar opiniões do tipo: gostei, verei, aplicarei na minha turma.

Sendo assim, a interação, particularmente a de cunho argumentativo, se constitui como uma oportunidade para o coletivo aprofundar o assunto discutido, à medida que vai compartilhando informações, e não somente pelo ato de se comunicar. Todavia, como uma intervenção de cunho argumentativo pode levar tempo para ser produzida e pode demandar uma maior familiaridade do interlocutor com o contexto formativo, é possível observar interações que tenham um potencial argumentativo. O Quadro 2 ilustra os três tipos de interação que tenho observado em um fórum de discussão.

**Quadro 2:** Tipos de interação observadas em um fórum de discussão

<b>Argumentativa</b>	<i>Em potencial argumentativo</i>	<b>Informativa</b>
<p>“Olá, colega ‘xxxx’, interessante o que disse, mas discordo de você, penso que vivemos em um mundo em constantes transformações de formas, em transformações sociais, políticas, econômicas... Basta olhar à nossa volta e observar. Quantas construções diferentes surgem, quanta modificação o meio ambiente vem sofrendo, e se olharmos mais, as matas... Onde elas estão? E as favelas? O que são? Como as cidades estão se expandindo? Há planejamento? Quantos prédios feios surgem... Há harmonia em nossas cidades? O nosso aluno tem esse olhar para o seu mundo? Estamos questionando isso com ele? Vendo como vivemos, as causas e consequências de tantas transformações? Nas escolas, não sei se estamos em mudanças reais e significativas... Me parece que a escola é que se sente pronta e acabada com seus saberes... O que acha?”</p>	<p>“Olá! Em minhas turmas, quando proponho a montagem de poliedros, a partir de planificações que distribuo entre os alunos, gera uma boa motivação entre eles. A participação é bem grande. E isso acontece em turmas do Fundamental e, também, em turmas do Médio. Realizo um trabalho com as turmas no qual proponho que eles criem um objeto (real ou imaginário) utilizando os poliedros, e o resultado são trabalhos bem criativos (já fiz esse trabalho com turma de 7º ano – Fund. e com turma de 3º ano – Médio)”.</p>	<p>“Concordo, as utilizações de vários materiais e técnicas auxiliam muito no aprendizado dos alunos. Eu utilizo particularmente as planificações e também a observação dos objetos no entorno da sala de aula e da escola toda em si”.</p>

Fonte: Bairral (2013a).

Tenho visto práticas frequentes em ambientes virtuais que estimulam a quantidade de acesso, e o estudante é avaliado em função da quantidade de postagem<sup>19</sup>. No entanto, não é o número de intervenções que implica a construção do conhecimento

<sup>19</sup> Na verdade, neste tipo de prática, a participação é vista como o mero acesso ao ambiente (MARQUES; BAIRRAL, 2016).

e, sim, a disponibilidade e a abertura dos interlocutores para adentrar-se na discussão a partir da problemática proposta. O compromisso e a colaboração com que os sujeitos se envolvem no debate – quando percebem seus interesses profissionais respeitados e valorizados – são fatores que interferem significativamente na qualidade da discussão e em sua continuidade.

A interação não é uma cena estática e sem propósito. Ela é dinâmica e possui intencionalidades e diferentes formas de envolvimento dos interlocutores. Os envolvidos no processo interativo modificam as relações que se estabelecem no ambiente. Conforme as interações se estabelecem, novas observações, apontamentos, concordâncias e discordâncias aparecem. A reflexão vai se instaurando e o conhecimento vai sendo construído.

Vejam agora como promover a negociação de significados matemáticos em um ambiente virtual síncrono.

### **Interação como atividade colaborativa e em negociação constante**

A interação é um elemento potencializador e pode contribuir para o amadurecimento e o desenvolvimento da reflexão em um ambiente de aprendizagem. O posicionamento dos envolvidos deve favorecer a construção não linear e constante de uma ideia em aprofundamento. Ao contrário de um fórum, onde há um tempo maior para reação, no ambiente *Virtual Math Team* com GeoGebra (VMTcG)<sup>20</sup>, exemplificado a seguir, veremos uma possibilidade mais imersiva e mais imediata na participação.

Apesar dessa possibilidade de reação mais rápida, característica da sincronidade de um chat, é possível perceber que, considerando as características constitutivas do VMTcG (ferramentas disponíveis para construção, possibilidades variadas de explicitação do raciocínio, tipo de tarefa proposta, número reduzido de interlocutores<sup>21</sup>, aba do GeoGebra etc.), os interlocutores também negociam<sup>22</sup> significados diversos sobre a tarefa<sup>23</sup> e constroem seu conhecimento como grupo.

---

<sup>20</sup> Agradeço a Felipe de Jesus Ribeiro Marques pela parceria nessa pesquisa.

<sup>21</sup> No VMTcG formamos grupos de quatro participantes. O quinto geralmente é o pesquisador.

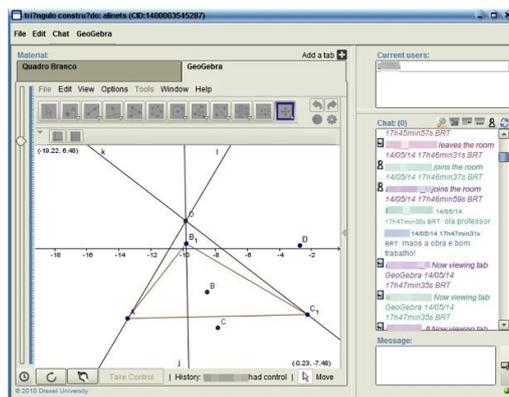
<sup>22</sup> Interações argumentativas são sinônimas de interlocuções negociativas de Powell (2003).

<sup>23</sup> Para uma análise pormenorizada dessas interações, veja Bairral (2015b).

Vejamos a seguir parte de uma análise no VMTcG, na qual propus a futuros professores de matemática um problema de análise dos pontos notáveis (circuncentro, ortocentro e baricentro) de um triângulo (BAIRRAL, 2015b).

Na sala já estava construído um triângulo qualquer com os pontos notáveis; desse modo, cabia aos integrantes trabalhar com a figura fornecida.

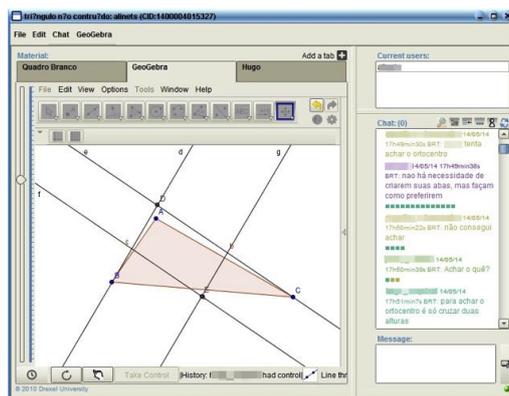
**Figura 2:** Sala do VMTcG com a construção inicial (feita pelos autores) no quadro branco<sup>24</sup>



Fonte: Captura de tela da sala, triângulo construído do VMTcG<sup>25</sup>

Na sala, sem a construção, os interlocutores começaram a movimentar a construção e a observar o que acontecia com os pontos notáveis e também com o triângulo. Os integrantes trataram de construir um triângulo qualquer e tentaram localizar seus pontos notáveis, como ilustra a Figura 3.

**Figura 3:** Ilustração da sala do VMTcG, com construção feita pelos graduandos



Fonte: Captura de tela da sala, triângulo não construído do VMTcG

<sup>24</sup> Para ver um tipo de material curricular educativo gerado por esta pesquisa acesse <http://www.gepeticem.ufrj.br/portal/materiais-curriculares/varignon-touchscreen-no-construtor-geometrico-2/>

<sup>25</sup> No momento de finalização desse artigo o VMT estava em fase de teste de sua nova versão, disponível em <https://vmt-test.mathematicalthinking.org/>

As interações dos licenciandos ocorriam natural e simultaneamente, com inserções e justificativas, ora no quadro branco, ora no *chat* e nas construções no GeoGebra. Em ambas as salas analisadas os participantes trabalharam em uma mesma figura. Quando um licenciando mexia nela, todos tinham a visualização simultânea do que acontecia. Quando um(a) estudante queria realizar alguma construção ou manipulação no GeoGebra, ele(a) solicitava o *mouse*, usando o comando *passee controle*. Todo o processo de movimentação e exploração era observado – na tela – por todos os integrantes da sala.

Embora a dinâmica de trabalho (manipulação, observação, construção, justificação) dos graduandos tenha sido a mesma em ambas as salas do VMTcG, as suas explorações e descobertas matemáticas, conforme esperado, foram bem diferentes. As descobertas matemáticas dos dois grupos de futuros professores estavam adequadas à resolução da atividade. Enquanto em uma sala os graduandos analisaram a colinearidade dos três pontos, as observações dos licenciandos da outra estiveram circunscritas à localização de cada ponto e à natureza do triângulo.

O fato de ter a figura previamente construída possibilitou aos participantes realizar mais movimentações, enquanto na outra sala os graduandos tiveram que dedicar um tempo maior fazendo construções e movimentaram menos. Outro fato que também nos chamou a atenção foi que, na sala que possuía a figura construída, os graduandos utilizaram mais ferramentas do GeoGebra (medir ângulos, mover, observar eixos e ponto médio) para verificar a validade de suas conjecturas.

Com o exemplo ilustrado, sublinho que interação é uma ação comunicativa materializada em modos discursivos diversos entre humanos e humanos ou entre humanos e não humanos. No caso do VMTcG, temos humanos (licenciandos) imersos em um ambiente virtual (VMTcG) e com vários mediadores (o VMTcG como um todo, ícones de desenho, ferramentas de construção no GeoGebra, forma de proposição de tarefa etc.) e singularidades discursivas (*chat* escrito, quadro branco, construção e representação no GeoGebra etc.).

A interação, na maioria das pesquisas que desenvolvo, é analisada mediante diferentes formas de manifestação e registros predominantemente escritos. Recentemente estou ampliando o espectro de análise e trazendo um olhar sobre a dimensão corporificada nessa/dessa interação. Esse estímulo vem de estudos sobre as

manipulações em telas de dispositivos móveis (ARZARELLO; BAIRRAL; DANÉ, 2014; BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015)<sup>26</sup>.

### **Interação como atividade sociocognitivamente corporificada**

No Brasil, a cognição corporificada em cenários mediados por tecnologias tem sido objeto de atenção de Bolite Frant (2011) e Scheffer (2002). Essas educadoras matemáticas analisam, fundamentalmente, os gestos mais relacionados a movimentos e gráficos com o uso de sensores acoplados em calculadoras gráficas.

O uso de dispositivos com tecnologia *touchscreen* está demandando investigações, particularmente, devido ao fato de que a interação nessas interfaces constitui um novo campo de produção corporificada de conhecimento. Estudos brasileiros atuais estão focados na apropriação que professores fazem dos *tablets*, particularmente, no Projeto UCA<sup>27</sup> (PRADO; COSTA; CAMPOS, 2015; SCHERER; SILVA, 2014). Há uma ênfase na dimensão pedagógica e ainda não há um olhar pormenorizado em mudanças de natureza cognitiva.

Os estudos em andamento em nosso grupo de pesquisa abrem uma agenda de investigação no âmbito da educação geométrica com dispositivos dinâmicos e que possuem manipulação *touchscreen* (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015). Não observamos apenas os movimentos matemáticos mais conhecidos (girar, transladar etc.). Estamos também interessados nos modos de manipulação *touchscreen* e na identificação de estratégias de raciocínio dos discentes que podem estar associadas aos diferentes modos de tocar em uma tela (BAIRRAL, 2013d, 2017).

Temos concebido a manipulação *touchscreen* como uma ação humana, corporificada, cultural e multimodal, que também pode revelar o pensamento dos aprendizes quando eles trabalham nas tarefas matemáticas (ARZARELLO; ROBUTTI, 2010; RADFORD, 2014).

Manipulação *touchscreen* é interpretada como um conjunto de *inputs* e *outputs* (entradas e saídas) com os dedos e que resultam em *feedbacks* imediatos na tela dos dispositivos (ARZARELLO; BAIRRAL; DANÉ, 2014). A possibilidade de manuseio

---

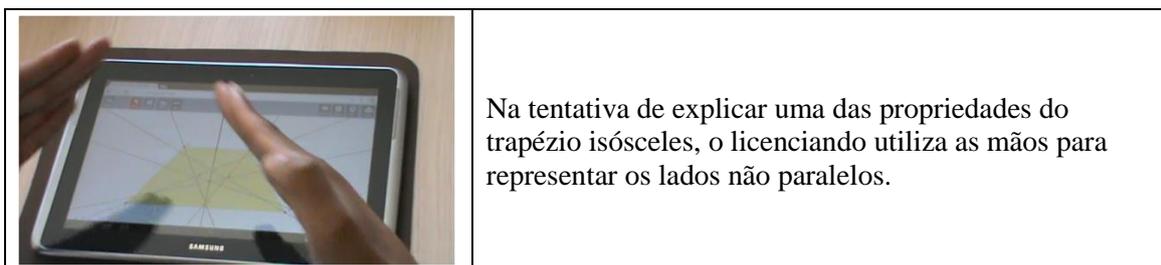
<sup>26</sup> Ao realizar esse conjunto de pesquisas passei a conhecer e a estudar também sobre a pesquisa de *design* (COBB et al. 2003).

<sup>27</sup> Um computador por aluno.

com mais de um dedo tem nos instigado, pois acreditamos que o movimento simultâneo de vários elementos (ângulos, lados etc.) de uma figura – mediante toques isolados ou combinados – pode trazer mudanças na construção do conhecimento matemático. Além do mais, a manipulação em interfaces *touchscreen* implica em continuidade de ação, na espacialidade e na simultaneidade de *inputs* na tela, na combinação de movimentos, e, muitas vezes, ações na tela dependem da rapidez do *feedback* do dispositivo.

Nossas implementações<sup>28</sup> com a utilização de dispositivos *touchscreen* oportuniza ao sujeito a interação constante, seja com o *tablet*, seja com outro colega. Essas interações constituem um campo de significação e produção do conhecimento com o uso de outro artefato<sup>29</sup> mediador: o dispositivo com *touchscreen*. A seguir apresento dois exemplos vivenciados em nossos experimentos, nos quais os participantes utilizam gestos para expressar suas ideias matemáticas (BAIRRAL, 2014) em fase de organização e convencimento.

**Quadro 3:** Manipulações e gestos sendo produzidos com dispositivos *touchscreen*



Fonte: Bairral (2014)

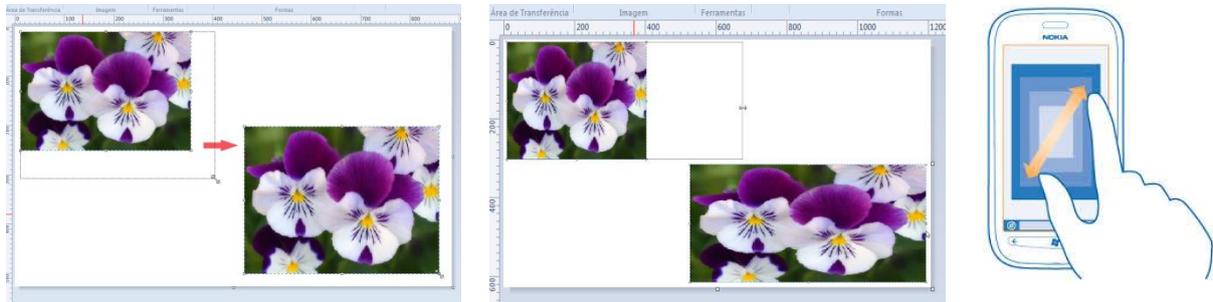
Note que, no Quadro 3, os movimentos não estão dissociados da produção de significado matemático e que, com suas mãos, o licenciando está indicando os lados não paralelos do trapézio que construiu. Um outro exemplo<sup>30</sup> ocorre quando queremos ampliar (ou reduzir) uma figura em algum editor de imagem (*Paintbrush*, por exemplo) ou quando a realizamos mediante manipulação *touchscreen*.

<sup>28</sup> Agradeço a Alexandre Rodrigues de Assis e Bárbara Caroline da Silva pela parceria nesta pesquisa.

<sup>29</sup> Um dispositivo móvel é um artefato semiótico e expansivo do nosso corpo (BAIRRAL, 2018a). Como artefato cognitivo ele é arquitetado para revelar, atuar e operar sobre a informação atuando como um representante funcional. Portanto, deve ser visto como um artefato que considera a perspectiva do sujeito e a do sistema informático em si (CARROLL, 1991).

<sup>30</sup> Agradeço a Soraya Barcellos Izar pelo desafio aceito de elaborar e implementar atividades desse tipo em sua prática docente. Veja também um material curricular produzido nesse projeto em <http://www.gepeticem.ufrj.br/portal/materiais-curriculares/ctrl-c-ctrl-v-no-paint-2/>

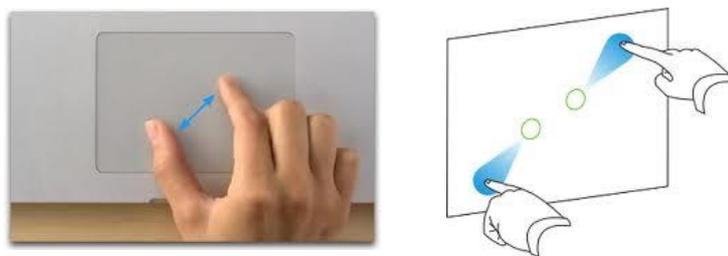
**Figura 4**, da esquerda para a direita:  
**(a)** Ilustração de ampliação em um programa de desenho;  
**(b)** distorção em um programa de desenho;  
**(c)** ampliação mediante deslize na tela



Fonte: (a e b) Elaboração dos autores; (c) *Google picture*

Nesses casos, “puxamos” a imagem pela diagonal, para cima ou para baixo, ou “clicamos” em um dos vértices, pois assim as duas dimensões (largura e altura) são reduzidas ou ampliadas proporcionalmente. Se não realizarmos esse tipo de movimento, ou seja, se manipularmos apenas uma dimensão da imagem, ela ficará deformada. Todavia, embora essas manipulações estejam embasadas em um conceito matemático (o método da diagonal como uma forma de gerar figuras semelhantes), elas não necessariamente são as mesmas em termos cognitivos (a ação de ampliar sem deformar) e de espacialidade (área de trabalho e de manuseio na tela).

**Figura 5:** (a e b) Deslizando na tela para ampliar com dois dedos



Fonte: *Google picture*

Como nosso cérebro vai se ajustando ao que lhe é oferecido, poderíamos dizer que o cérebro mapeou (DAMÁSIO, 2010) que o “peteleco” vai ampliar a figura ou que um toque lateral suave e rápido fará com que a tela deslize lateralmente. O tamanho da tela ou a familiaridade do usuário podem influenciar na sua forma de manipular. Essa é a dimensão da espacialidade, ou seja, da região de manuseio e interação na tela (TANG et al., 2010).

No caso da ampliação de uma imagem utilizando cliques, temos que a forma ilustrada nas Figuras 4 (a e b) envolve ações de selecionar, clicar e arrastar em um ponto. Quando realizamos um toque usando apenas uma mão (Figuras 4c, 5a) ou as duas (Figura 5b) na tela, mapeamos ali uma determinada região. Ainda que o manuseio seja para ver detalhes de algo muito específico, pontual, na tela, o movimento nessa segunda ação envolve uma manipulação simultânea de pontos.

Ainda, no tocante à ampliação de uma imagem, embora a manipulação simultânea com os dois dedos (Figura 5a) seja mais usual, a segunda estratégia de ampliação (Figura 5b) também tem como orientação cognitiva a estrutura da movimentação em diagonal. Sendo assim, embora algumas manipulações *touchscreen* aparentem movimentos de clicar e arrastar (como fazemos em um *software* de geometria dinâmica como o *GeoGebra*), elas possuem diferenças em termos de ação e reação, de interação. A possibilidade de manuseio com mais de um dedo favorece a transformação simultânea de diferentes elementos (ângulos, lados, formas etc.) de uma figura, além de permitir novos modos de girar os objetos de uma construção e de efetuar transformações nela (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015)<sup>31</sup>.

### **Interagindo em uma *via conclusiva***

Neste artigo, tendo a interação como construto central, elucidei algumas de suas vertentes que estão circunscritas aos projetos de pesquisa que desenvolvo, cujos dados empíricos e resultados foram detalhadamente discutidos em diferentes artigos de minha (co)autoria citados ao longo do texto. Fiquei mais focado em elementos teóricos, provenientes da literatura, com alguns exemplos, que consubstanciam as perspectivas associadas a interação.

Como nas demais áreas da educação científica, realizar pesquisa em educação matemática não é uma atividade simples. Essa complexidade não será minimizada com a geração de produtos de ensino. Embora a elaboração e a proposição de situações variadas de aprendizagem (sequências didáticas, objetos de aprendizagem etc.) sejam importantes no âmbito da inovação, a investigação com tecnologias digitais precisa colocar em xeque outras necessidades de mudanças, como, por exemplo, as de cunho

---

<sup>31</sup> Acesse <http://www.gepeticem.ufrj.br/portal/materiais-curriculares/malha-triangulo-e-estrela/> e veja um material curricular produzido no âmbito desse projeto.

epistemológico. Inclusive, devemos inserir nesse foco rupturas com avaliações de larga escala e lutar para que novos investimentos em educação também venham para novas configurações estruturais das escolas.

Nenhum modelo teórico dá conta de todas as questões inerentes ao ensino e ao aprendizado matemático. Decisões e aproximações teóricas, muita leitura e discussão coletiva e muita pesquisa científica são necessárias para a emergência de novos matizes conceituais e de produção de conhecimento. Todavia, não podemos incorrer no erro de aproximar perspectivas teóricas que são incoerentes epistemologicamente. Tampouco, usar um referencial teórico para analisar uma perspectiva com outra visão de mundo. Teoria e método caminham juntos no ato de pesquisar. A característica multifocal, política e interdisciplinar da Educação Matemática torna-a singular, complexa e cada vez mais relevante em nossos dias.

Mais uma vez cabe lembrar que, seja qual for cenário de aprendizagem, a análise deve ser diferenciada de acordo com a sua utilização, pois a intencionalidade, o propósito e a sua dimensão discursiva, por exemplo, serão diferentes. Se os ambientes forem distintos, as formas de participação também o serão. Desse modo, os meios de obter e analisar dados serão, naturalmente, diversos e variados (BAIRRAL, 2011).

Particularmente em cenários *online*, o formador tem que interpretar globalmente as intervenções e respondê-las ora de forma individual, ora coletivamente. Esse processo interpretativo necessita de tempo e envolvimento constante com o coletivo. Ele é um exemplo característico de que os processos de formação a distância mediados pelos ambientes virtuais de aprendizagem exigem tempo de dedicação pela equipe proponente. Por isso, a construção de procedimentos analíticos variados também é importante.

## Referências

AGAMBEN, G. *O que é o contemporâneo? e outros ensaios*. Chapecó: Argos, 2009.

AINLEY, J.; BANKS, D.; FLEMING, M. The influence of IT: Perspectives from five Australian schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 18, n. 4, p. 395-404, 2002.

ARZARELLO, F.; BAIRRAL, M.; DANÉ, C. Moving from dragging to touchscreen: geometrical learning with geometric dynamic software. *Teaching Mathematics and its Applications*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 39-51, 2014. doi: 10.1093/teamat/hru002

ARZARELLO, F.; ROBUTTI, O. Multimodality in multi-representational environments. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, Berlin, 42(7), 715-731, 2010.

ASSIS, A.; HENRIQUE, M. P.; BAIRRAL, M. *Captura e análise de interações em telas sensíveis ao toque*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, (VII SIPEM). Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 2018.

AUGÉ, M. *Por uma antropologia da mobilidade*. Tradução de Rachel Rocha de A. Barros e Bruno César Cavalcanti. Maceió: EDUFAL; UNESP, 2010.

BAIRRAL, M. A. (Ed.). *Pesquisa, ensino e inovação com tecnologias em educação matemática: de calculadoras a ambientes virtuais* (Vol. 4). Rio de Janeiro: Edur, 2012.

BAIRRAL, M. A. (Ed.). *Tecnologias informáticas, salas de aula e aprendizagens matemáticas* (Vol. 3). Rio de Janeiro: Edur, 2010.

BAIRRAL, M. A. Semelhança na 7ª série: algumas dificuldades. *Boletim Gepem*, n. 34, p. 35-64, 1998.

BAIRRAL, M. A. *Discurso, interação e aprendizagem matemática em ambientes virtuais a distância*. Rio de Janeiro: Edur, 2007.

BAIRRAL, M. A. *Tecnologias da informação e comunicação na formação e Educação Matemática*. (Vol. 1). Rio de Janeiro: Edur, 2009.

BAIRRAL, M. A. Interagindo, ouvindo o silêncio e refletindo sobre o papel do formador em chat com professores de matemática. *Educar em Revista*, Número Especial - Dossiê Psicologia da Educação Matemática, Curitiba, v.1, p. 173-189, 2011.

BAIRRAL, M. A. Desatando nós em um fórum de discussão com futuros professores de matemática. In: BAIRRAL, M. A. (Ed.). *O uso de chat e de fórum de discussão em uma educação matemática inclusiva*. Rio de Janeiro: Edur, 2013a. v. 5, p. 37-64.

BAIRRAL, M. A. *O uso de chat e de fórum de discussão em uma educação matemática inclusiva* (Vol. 5). Rio de Janeiro: Edur, 2013b. v. 5.

BAIRRAL, M. As TIC e a licenciatura em matemática: Em defesa de um currículo focado em processos. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática (JIEEM)*, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2013c.

BAIRRAL, M. *Do clique ao touchscreen: Novas formas de interação e de aprendizado matemático*. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 36, 29 de setembro a 2 de outubro de 2013, Goiânia, 2013d.

BAIRRAL, M. *Educação e matemática em dispositivos móveis: construindo uma agenda de pesquisas educacionais focadas no aprendizado em tablets*. In: COLÓQUIO DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO E MÍDIA, 4, 2 a 4 de dezembro de 2014, Rio de Janeiro, 2014.

BAIRRAL, M. A. As tecnologias digitais potencializando a insubordinação criativa no currículo da formação inicial de professores de Matemática. In: D'AMBROSIO, B. S.; LOPES, C. E. (Ed.). *Vertentes da subversão na produção científica em Educação Matemática*. Campinas: Mercado de Letras, 2015a. p. 303-323.

BAIRRAL, M. A. Licenciandos em matemática analisando o comportamento de pontos notáveis de um triângulo em um ambiente virtual com GeoGebra. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 37, 4 a 8 de outubro de 2015b, Florianópolis, 2015b.

BAIRRAL, M. A. Pesquisas em educação matemática com tecnologias digitais: algumas faces da interação. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 8, n. 18, p. 485-505, 2015c.

BAIRRAL, M. A. As manipulações em tela compoem a dimensão corporificada da cognição matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática (JIEEM)*, v. 10, n. 2, p. 104-111, 2017.

BAIRRAL, M. A. Fotografando tartarugas em um ambiente virtual: O interacionismo simbólico no foco. In A. M. P. OLIVEIRA & M. I. R. ORTIGÃO (Eds.), *Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática* (pp. 134-149). Brasília: SBEM, 2018a.

BAIRRAL, M. A. Dimensões a considerar na pesquisa com dispositivos móveis. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 32, n. 94, p.81-95, 2018b. doi:10.1590/s0103-40142018.3294.0007

BAIRRAL, M. A.; ARZARELLO, F.; ASSIS, A. High School students rotating shapes in GeoGebra with touchscreen. In: CIEAEM67, 20 a 24 de julho de 2015, Aosta, Itália.

BAIRRAL, M. A.; ASSIS, A. R. de. Educação Matemática e currículo: processos para além da Educação Básica. In: SARTÓRIO, L. A. V.; LINO, L. A.; SOUZA, N. M. P. de. (Ed.). *Política educacional e dilemas do ensino em tempo de crise: juventude, currículo, reformas do ensino e formação de professores*. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 187-208.

BAIRRAL, M. A.; POWELL, A. Identificação e análise de objetos e relações em VMT. In: POWELL, A. (Ed.). *Métodos de pesquisa em educação matemática usando escrita, vídeo e internet*. Campinas: Mercado de Letras, 2015.

BAIRRAL, M.; ASSIS, A. R.; SILVA, B. C. D. *Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática*. Seropédica: Edur, 2015.

BALI, S. J.; MAGUIRE, M.; BRAUN, A. *Como as escolas fazem as políticas: atuação em escolas secundárias*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016.

BARBERÀ, E.; BADIA, A.; MOMINÓ, J. M. *La incógnita de la Educación a Distancia*. Barcelona: Editorial Horsori, 2001.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. *Educar em Revista*, Número Especial - Dossiê Psicologia da Educação Matemática, Curitiba, v.1, p. 157-171, 2011.

BOLITE FRANT, J. Linguagem, tecnologia e corporeidade: produção de significados para o tempo em gráficos cartesianos. *Educar em Revista*, Número Especial - Dossiê Psicologia da Educação Matemática, Curitiba, v.1, p. 211-226, 2011.

BOLITE FRANT, J.; CASTRO, M. R. Um modelo para analisar registros de professores em contextos interativos de aprendizagem. *Acta Scientiae*, Canoas, v.11, n. 1, p. 31-49, 2009.

BOLITE FRANT, J.; CASTRO, M. R. Um modelo para analisar registros de professores em contextos interativos de aprendizagem. *Acta Scientiae*, v. 11, n. 1, p. 31-49, 2009.

BORBA, M. C.; SCHEFFER, N. F. Coordination of multiple representations and body awareness. *Educational Studies in Mathematics*, n. 57, p. 1-20, 2004.

BORBA, M. D. C.; MALHEIROS, A. P.; ZULATTO, R. B. *Educação a Distância online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BORBA, M. D. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-with-media and reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer, 2005.

BUZATO, M. E. K. Inclusão digital como invenção do cotidiano: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 38, p. 325-342, 2008.

CARROLL, J. M. (Ed.). *Designing interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*. New York: Cambridge University Press, 1991.

COBB, P., CONFREY, J., DISESSA, A., LEHRER, R., & SCHAUBLE, L. Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, v. 32, n. 1, p. 9-13, 2003.

COUTO, E.; PORTO, C.; SANTOS, E. *APP-Learning: experiência de pesquisa e formação*. Salvador: EDUFBA, 2016.

DAMÁSIO, A. *A Estranha Ordem das Coisas. As Origens Biológicas dos Sentimentos e da Cultura* (L. T. Motta, Trans.): Companhia das Letras, 2018.

DAMÁSIO, A. Concepts in the brain. *Mind & Language*, n. 4, p. 24-28, 1989.

DAMÁSIO, A. R. *E o cérebro criou o homem*. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

DAMÁSIO, A. R. *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

DAMÁSIO, A. R. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Tradução de D. Vicente e G. Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

- DAMÁSIO, A. R. O livro da consciência: A construção do cérebro consciente. Tradução de L. O. Santos. Porto: Temas e Debates, 2010.
- DAMÁSIO, A. R. *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. Tradução de L. T. Motta. 7. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- GATTEGNO, C. *The science of education: Part 1: Theoretical considerations*. New York: Educational Solutions, 1987.
- GOES, M. C. R. de. & CRUZ, M. N. de. *Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vigotski*. In: Revista Pró-Posições, v. 17, n. 50, maio/agosto, 2006. Disponível em [http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/~proposicoes/textos/50\\_dossie\\_goes\\_mcr\\_et al.p df](http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/~proposicoes/textos/50_dossie_goes_mcr_et al.p df). Acesso em: março de 2013.
- GUIMARÃES, W. N. *Um estudo sobre a inserção tecnológica na formação continuada de docentes de matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação/PPGEduc) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica, RJ, 2015.
- HANNULA, M. *From anxiety to engagement: History and future of research on mathematics-related affect*. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 42<sup>th</sup>. Umea, 2018.
- HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 41, n. 1, p. 393-416, 2009.
- IHDE, D. *Bodies in technology*. Minneapolis - London: University of Minnesota Press, 2002.
- LEMOS, A. Cultura da mobilidade. *Famecos*, v. 1, n. 40, p. 28-35, 2009.
- LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- LÉVY, P. *O que é o virtual?* Rio de Janeiro: Editora 34, 1996.
- MARQUES, R.; BAIRRAL, M. A. Acessar ou interagir? Uma análise em Disciplinas da Licenciatura em Matemática no CEDERJ. *EAD em Foco*, v. 6, n. 3, p. 39-49, 2016. doi:10.18264/eadf.v6i3.356
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. Tradução de H. Mariotti e L. Diskin. 9. ed. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MELLO, R. R.; BRAGA, F. M.; GABASSA, V. *Comunidades de Aprendizagem outra escola é possível*. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MOORE-RUSSO, D; VIGLIETTI, J. M. Embodied cognition across dimensions of gestures. Considering teachers' responses to three-dimensional tasks. In: EDWARDS, L.; FERRARA, F.; MOORE-RUSSO, D. (Ed.), *Emerging perspectives on gesture and embodiment in mathematics*. New York: Information Age Publishing, 2014. p. 137-227.

MORA, F. *Cómo funciona el cerebro*. 5. ed. Madri: Alianz, 2017.

MORAIS, C. M. M.; MIRANDA, L. A. V.; DIAS, P. M. B. Formas de interação em discussões online. *Revista da FACED*, Salvador, n.12, p. 151-167, 2007.

OLIVEIRA, M. B.; OLIVEIRA, M. K. *Investigações cognitivas: Conceitos, linguagem e cultura*. Porto Alegre: ARTMED, 1999.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre: ARTMED, 1997.

POWELL, A. B. "So let's prove it!" *Emergent and elaborated mathematical ideas and reasoning in the discourse and inscriptions of learners engaged in a combinatorial task*. (Tese de Doutora em Educação Matemática). Rutgers, The State University of New Jersey, 2003.

POWELL, A. B. Construção colaborativa do conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo de professores de Matemática. *Boletim Gepem*, Rio de Janeiro, n. 64, 2014.

PRADO, M. E. B.; COSTA, N. M. L. da; CAMPOS, T. M. M. Pedagogical use of tablet in Mathematics teachers continued education. In: CIEAEM67, 20 a 24 de julho de 2015, Aosta, Itália, 2015.

RADFORD, L. Towards an embodied, cultural, and material conception of mathematics cognition. *ZDM – The international journal on Mathematics Education*, Berlin, 46(3), 349-361, 2014. doi:10.1007/s11858-014-0591-1

RIBEIRO, S. Tempo de cérebro. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 7-22, 2013.

SCHEFFER, N. F. *Corpo-tecnologias-matemática: uma interação possível no Ensino Fundamental*. Erechim: EdIFAPES, 2002.

SCHERER, S.; SILVA, L. Q. D. Formação de professores para o uso de laptops educacionais: reflexões sobre o ensino de geometria. *RIE Digital*, v. 66, n. 2, 2014.

SFARD, A. *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses and mathematizing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008.

SKLIAR, C. *Desobedecer a linguagem: educar*. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

SOUZA, C. M. L. et al. Formação de conceitos por crianças com necessidades especiais. *Revista Psicologia em Estudo*, v. 15, nº 3, 2010.

TANG, A. et al. VisTACO: Visualizing Tabletop Collaboration. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE TABLETOPS AND SURFACES (ITS '10), 7 a 10 de novembro, Saarbrücken, Alemanha, 2010.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. *Em Aberto*, n. 57, p. 2-16, 1993. doi:10.24109/2176-6673.emaberto.12i57.1876

VEER, R.; VALSINER, V. D. *Vygotsky - Uma síntese*. Tradução C. C. Bartalotti (4 ed.). São Paulo: Loyola, 1996.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 1.ed. Trad. José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WARSCHAUER, M. *Tecnologia e inclusão social: a exclusão em debate*. São Paulo: SENAC São Paulo, 2006.

WARSCHAUER, M., KNOBEL, M., & STONE, L. Technology and equity in schooling: Deconstructing the digital divide. *Educational Policy*, v. 18, n. 4, p. 562-588, 2004.

XAVIER, G. P. de O.; BAIRRAL, M. A. Fórum de discussão online: experiências e formação continuada em matemática. *Cadernos de Pesquisa*, v. 24, n. 1, p. 101-113, 2017. doi:10.18764/2178-2229.v24n1p101-113