



## **Cenários multimodais para uma Matemática Escolar Inclusiva: Dois exemplos da nossa pesquisa**

Solange Hassan Ahmad Ali **Fernandes**  
Programa de Pós-graduação em Educação Matemática  
Universidade Anhanguera de São Paulo  
Brasil  
[solangehf@gmail.com](mailto:solangehf@gmail.com)

Lulu **Healy**  
Programa de Pós-graduação em Educação Matemática  
Universidade Anhanguera de São Paulo  
Brasil  
[lulu@pq.cnpq.br](mailto:lulu@pq.cnpq.br)

### **Resumo**

Este artigo detalha nossa abordagem para elaborar tarefas a serem incorporadas em cenários inclusivos de aprendizado matemático. Tais cenários envolvem ferramentas criadas para representar conhecimento matemático de forma adequada para estudantes com limitações sensoriais e que são desenvolvidas para privilegiar experiências multimodais de objetos, relacionamentos e propriedades matemáticas. Começamos por introduzir as influências teóricas que fundamentam o processo de elaboração das tarefas e nossas tentativas para considerar o complexo relacionamento entre artefatos, as suas possibilidades matemáticas e as práticas corporificadas que eles favorecem no contexto da resolução da tarefa. Continuamos com a descrição da abordagem colaborativa que adotamos para desenvolver simultaneamente as tarefas e as ferramentas, e como professores, estudantes e pesquisadores trazem habilidades diferentes e complementares para o processo. Para ilustrar nossa abordagem, consideramos dois exemplos de nosso trabalho com aprendizes cegos e aprendizes surdos.

*Palavras Chave:* Educação Matemática, Educação Inclusiva, Aprendizes Surdos, Aprendizes Cegos, Multimodalidade.

## **Introdução**

Nos últimos anos o Brasil tem enfrentado novos desafios no cenário educacional. Um desses desafios refere-se ao crescente envolvimento dos movimentos sociais e políticos em defesa da organização de escolas preparadas para atender as necessidades educacionais de todos os alunos sem estereótipos, discriminação ou segregação. Consideramos que as escolas inclusivas são aquelas que percebem a diversidade como um fator de enriquecimento do processo educacional. A proposta dessas escolas é oferecer aos alunos meios que favoreçam a superação de suas limitações tornando-os participantes ativos de um sistema educacional equitativo.

As políticas públicas relacionadas a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais tem resultado em um aumento significativo no número de matrículas desses alunos nas escolas regulares. Os dados estatísticos apresentados no censo escolar indicam que entre 2003 e 2010 o número de alunos com necessidades educacionais especiais nas escolas regulares aumentou 234%. Todo este movimento tem tirado a comunidade escolar de sua “zona de conforto” e entre as muitas incertezas, inseguranças, conflitos e desafios que esta comunidade tem enfrentado as questões relacionadas as ações pedagógicas assumem o papel central.

Neste contexto temos trabalhado em um projeto de pesquisa cuja proposta é (1) investigar formas de acesso e expressões matemáticas que respeitem as diferenças de nossos alunos, (2) contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino que reconheçam esta diversidade e (3) explorar as relações entre experiências sensoriais e conhecimento matemático<sup>1</sup>. Este projeto envolve o desenvolvimento e análise de cenários de aprendizagem, por meio de um processo colaborativo que abarca pesquisadores, professores e alunos.

Neste artigo apresentamos alguns exemplos dos recursos materiais e tecnológicos que têm composto os cenários de aprendizagem que temos desenvolvidos e testados em escolas públicas de São Paulo – Brasil. Estas ferramentas são planejadas para oferecer múltiplas formas de interação com as representações dos objetos matemáticos em questão. As abordagens que empregamos envolvem a representação de ideias matemáticas por meio de cores, sons, músicas, movimentos e texturas destinadas a impressionar diferentes canais sensoriais como, por exemplo, a pele, o ouvido e os olhos. A natureza multimodal das representações matemáticas que exploramos reflete nossa proposta de oferecer estímulos adequados as particularidades de cada um dos alunos. Para aqueles que não podem ver, as ferramentas oferecem estímulos táteis e sonoros. Para os que não podem ouvir, os estímulos oferecidos são táteis e visuais e para aqueles que podem ver e ouvir os três canais perceptivos são privilegiados. Assim, mesmo aqueles que têm dificuldades específicas associadas a matemática podem ter diferentes maneiras para pensar matematicamente. Antes de descrever as práticas matemáticas dos nossos alunos ao atuarem nos cenários que lhes oferecemos, iniciamos apresentando nosso entendimento sobre cenários de aprendizagem e sobre os elementos que os compõem.

## **Cenários de aprendizagem**

Semelhante ao que apresenta Laborde (2002), vemos cenários de aprendizagem como um conjunto de elementos constituído por tarefas específicas ou por uma sequência de tarefas inter-relacionadas, por ferramentas mediadoras (materiais, tecnológicas e/ou semióticas) a serem

---

<sup>1</sup> Projeto financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, No. 23038.019444/2009-33).

empregadas na execução da tarefa, e por interações entre os diferentes atores que tomam parte da cena (que podem incluir diferentes combinações de alunos, professores e pesquisadores). Avaliando esses aspectos, cenários de aprendizagem são espaços nos quais a *mediação* e a *interação* dão vida aos elementos de cena. O termo *mediação* nos sugere a “ação de interpor” ou a “ação de pôr entre” e o termo *interação* nos traz a ideia de “agir com”. Em ambos os casos há o envolvimento de diferentes elementos do cenário (recursos ou pessoas) que são postos em movimento gerando o que denominamos atividade.

Segundo Dejours (1997, p.39) “tarefa é aquilo que se deseja obter ou aquilo que se deve fazer. A atividade é, em face da tarefa, aquilo que é realmente feito pelo operador para chegar o mais próximo possível dos objetivos fixados pela tarefa”. Desse modo a tarefa pertence ao coletivo, ou seja, pode ser realizada por diferentes pessoas, de diferentes formas, por meio de diferentes atividades. Dejours (1997), centrado nas relações de trabalho, destaca que pessoas distintas podem empregar diferentes técnicas para atingir um objetivo específico, dependendo das ferramentas disponíveis e, naturalmente, das habilidades específicas dos próprios indivíduos. O mesmo pode ser verificado nos ambientes educacionais. As tarefas propostas aos alunos são as mesmas, mas a interpretação da tarefa e as atividades realizadas para a execução das mesmas são moldadas por aspectos intrapessoais e interpessoais qualificados pelas características do executor. As ações de cada um dos indivíduos engajados na execução de determinada tarefa, individualmente ou coletivamente, são resultantes não somente da tarefa em si, ou dos meios disponíveis para interagir com ela, mas também dos significados associados a tarefa (Leontiev, 1978).

A nosso ver as tarefas são propostas para motivar os alunos a engajarem-se em práticas associadas a um conjunto de artefatos constituído historicamente e culturalmente para representar o corpo de conhecimento que denominamos matemática. Segundo a perspectiva sociocultural a aprendizagem pode ser definida como *participar* e *apropriar-se* dessas práticas. Usando o conceito de atividade defendido por Leontiev (1978), a apropriação é um processo social no qual os participantes almejam *tornar seus* os objetos ricos de significado sociocultural. No caso da matemática, o processo de apropriação ocorre com base em ações mediadas por sistemas semióticos. A atividade matemática, então, ocorre como um processo dialético, em que os indivíduos interagem com o ambiente e com outros indivíduos para atribuir sentido a aspectos do conhecimento e experiências desenvolvidas no curso da história humana. Como resultado desta atividade, os objetos do ambiente, reconhecidos pelos sentidos, adquirem o caráter de objetos de reflexão (Fernandes, 2008, p.47). Isso nos leva a outro aspecto central para o quadro teórico que nos orienta no planejamento de cenários de aprendizagem: o papel dos sistemas sensoriais na cognição matemática

Reconhecemos que há ligações entre a perspectiva sociocultural, desenvolvida por psicólogos soviéticos no século passado, e a área da cognição corporificada discutida por pesquisadores da atualidade, os quais argumentam que nossos entendimentos matemáticos, assim como todos os outros, são estruturados por nossos encontros e interações com o mundo que experimentamos por meio de nossos corpos e nossos cérebros (Gallese e Lakoff, 2005). Na verdade, como Radford (2006), temos argumentado que o próprio corpo pode servir como um sistema semiótico por meio de atos de percepção, gestos e outros movimentos (Healy & Fernandes, 2011).

Retomando as questões do planejamento de tarefas, ferramentas e intervenções de ensino para cenários inclusivos, neste artigo nos concentramos em cenários de aprendizagem que

permitam a participação de alunos com limitações sensoriais, especificamente, neste caso, alunos cegos e alunos surdos. Para tanto é importante compreender como os diferentes canais sensoriais empregados por esses alunos mediam os processos pelos quais eles apropriam-se do conhecimento matemático.

Neste direção, Vygotsky e seus colegas da antiga União Soviética trabalharam em sua época em uma área que denominaram Defectologia. Vygotsky (1997) propôs uma abordagem para a compreensão da aprendizagem de alunos com limitações sensorial, motora ou cognitiva que consistia em considerar como e quando a substituição de uma ferramenta por outra pode gerar diferentes formas de atividade. A abordagem vygotskiana ressalta o potencial para o desenvolvimento dos alunos com deficiência, ao invés de posicioná-los como uma variação quantitativa do padrão considerado "normal".

“A particularidade positiva de uma criança com deficiência é criada não pela falta de uma ou outra função observada em uma criança normal, mas pelas novas estruturas que resultam dessa ausência [...]. A criança cega ou surda pode alcançar o mesmo nível de desenvolvimento que a criança normal, mas por meio de um *modo diferente, um caminho distinto, por outros meios*. E para o pedagogo, é particularmente importante conhecer a singularidade do caminho pelo qual a criança deve ser conduzida” (Vygotsky, 1997; p.17 - grifos do original).

A respeito da participação daqueles que tem limitações sensoriais em atividades sociais e culturais, Vygotsky (1997) destaca que a solução consiste em encontrar formas de substituir os meios tradicionais de interação e (re)conhecimento do meio. Em seus escritos, ele considera que o olho e a fala são instrumentos para ver e pensar, respectivamente, e que outros instrumentos podem substituir a função dos órgãos sensoriais (Vygotsky, 1997).

[...] todo defeito cria estímulos para elaborar uma compensação. Por isso o estudo dinâmico da criança deficiente não pode limitar-se a determinar o nível e gravidade da insuficiência, mas sim incluir obrigatoriamente a consideração dos processos compensatórios, e escolher substitutos reestruturados e niveladores para o desenvolvimento e a conduta da criança (Vygotsky, 1997, p.14) (Tradução nossa).

Como educadores matemáticos, acreditamos que a mensagem de Vygotsky é que precisamos buscar, adaptar ou criar uma infinidade de recursos semióticos (substitutos) para mediar a aprendizagem matemática. Particularmente o trabalho com aprendizes com limitações sensoriais exige que diferentes estímulos sensoriais sejam oferecidos para que se possa compensar a ausência de determinado canal sensorial.

### **Nossa trajetória**

A estratégia de pesquisa que adotamos é fundamentada no estabelecimento de parcerias entre os participantes das escolas de Educação Básica e da Universidade – pesquisadores, professores e alunos – que juntos trabalham para o desenvolvimento de tarefas e de ferramentas que deverão ser levadas para as salas de aula. Nestas parcerias, os participantes trabalham na condução de um processo de investigação co-generativa (Greenwood & Levin, 2000), um tipo de pesquisa-ação participativa, na qual todos os participantes co-geração conhecimento por meio de um processo de comunicação colaborativa.

O processo de planejamento de atividades de aprendizagem não é simples e passa por uma série de etapas. Nem todos os participantes estão necessariamente envolvidos em todas as etapas, no entanto pelo menos um membro da escola e um da universidade estão presentes em cada uma

delas. A primeira etapa envolve os participantes na identificação de desafios específicos associados com a aprendizagem de um tópico matemático específico e no desenvolvimento e testes de hipóteses sobre a melhor forma de promover o aprendizado. Os temas escolhidos são aqueles presentes no currículo de matemática escolar e o processo de desenvolvimento envolve questões tanto pragmáticas e como teóricas. Inicialmente, os professores, e algumas vezes os alunos, nos trazem exemplos de dificuldades específicas e problemas que eles têm vivenciado. Paralelamente, consultamos a literatura existente procurando identificar o que as pesquisas precedentes nos dizem a respeito das concepções dos alunos sobre o tema escolhido. Geralmente, encontramos poucas pesquisas que abordam o processo de aprendizagem de alunos cegos ou surdos, o que implica que muitas vezes as primeiras versões das tarefas que planejamos baseiam-se no que sabemos sobre as trajetórias de aprendizagem dos alunos videntes e ouvintes e, portanto, não podem estar afinadas para aqueles que não veem com os olhos ou que não falam com suas bocas.

Esta é uma das razões pela qual acreditamos ser crucial envolvermos os alunos, assim como seus professores no processo de elaboração dos cenários de aprendizagem. A participação do aluno acontece desde o início do processo de planejamento quando eles são convidados a participar individualmente ou em pequenos grupos para testar os primeiros protótipos de tarefas e de ferramentas. Nestes testes iniciais usualmente trabalhamos somente com alunos cegos e com alunos surdos. As reuniões são videogravadas para que tenhamos dados que nos permitam rever o desenvolvimento de nossos modelos teóricos e revisitar nossas hipóteses de modo que essas possam ser operacionalizadas de acordo com as particularidades dos alunos e das escolas envolvidas. Nossa tendência tem sido desenvolver ferramentas e tarefas simultaneamente e modifica-las na fase de teste. Somente após os testes e as análises dos mesmos, consideramos levar os cenários para as salas de aula do professor de matemática.

### **O processo de desenvolvimento**

Para ilustrar o nosso processo de elaboração de cenários de aprendizagem, escolhemos dois exemplos. No primeiro, as tarefas são mediadas por ferramentas materiais que exploram recursos táteis e visuais. O segundo exemplo considera tarefas direcionadas ao conceito de números racionais mediadas por uma ferramenta digital que oferece estímulos visuais e sonoros.

#### **O primeiro exemplo**

O primeiro exemplo envolve alguns conceitos relacionados ao estudo de matrizes, tema proposto pelo currículo escolar da segunda série do Ensino Médio (11<sup>th</sup> grade) no Estado de São Paulo (Brasil). A escolha desse tema deu-se por consequência das dificuldades apontadas por alunos cegos e alunos surdos, de escolas públicas inclusivas distintas, para trabalhar com as representações de matrizes.

Os participantes<sup>2</sup> deste estudo tinham idades entre 16 e 19 anos participaram de três sessões que tiveram, em média, duração de 90 minutos. Todos os participantes estavam matriculados na segunda série do Ensino Médio de Escolas Públicas inseridos em classes inclusivas e já haviam estudado matrizes antes dos nossos encontros. Fabi e Maria perderam a capacidade de ouvir quando bebê e com 4 anos de idade respectivamente, ambas eram fluentes em Libras, oralizadas e podiam fazer leitura labial. Talita nasceu surda em consequência da rubéola que sua mãe contraiu no período de sua gestação e só se comunica em Libras. Dos

---

<sup>2</sup> Para cada um deles usaremos pseudônimos.

aprendizes cegos, João nasceu cego e Cauê perdeu totalmente a capacidade de ver aos 9 anos de idade.

Em entrevista que antecedeu a realização das atividades notamos que o termo matriz era familiar a todos os participantes, já os termos associados a esse conceito e ao desenvolvimento desse conteúdo não tinham um significado específico para eles no universo matemático. Cabe ainda destacar que o vocabulário em Libras próprio do conceito de matrizes não era de domínio do grupo de alunas surdas que participaram deste estudo.

Uma aluna surda, por exemplo, descreveu matrizes como sendo “alguma coisa que tem parênteses e números”, e destacou que não se sentia segura para manipular representações feitas no papel desses objetos. Já os alunos cegos destacaram suas dificuldades na resolução de tarefas que envolviam matrizes, descritas por eles como “um desenho com números dentro”, consequência da dificuldade de representação dos elementos desse conjunto em Braille. Investigando a literatura existente, não encontramos trabalhos que abordassem as interações de alunos cegos e de alunos surdos com representações matriciais. Decidimos então elaborar uma forma de representar matrizes que poderia permitir alunos cegos e alunos surdos construir matrizes e operar sobre elas (mais detalhes sobre o processo de desenvolvimento estão disponíveis em Silva, 2012).

### A ferramenta MatrizMat

A ferramenta MatrizMat é muito simples, composta por caixas plásticas com dimensões aproximadas de 5 cm x 5 cm x 3 cm, imantadas em quatro de suas faces o que permite que matrizes de qualquer ordem sejam montadas (respeitando-se o limite da quantidade de caixas) (Figura 1a). Na versão apresentada aos alunos surdos, os números são escritos em retângulos de borracha (E.V.A<sup>3</sup>) que são colocados nas células das matrizes (Figura 1b), enquanto que, para os alunos cegos, fizemos uso das tampas das caixas, nas quais aplicamos números em Braille (Figura 1c).



Figura 1a. Os elementos.

Figura 1b. Para os alunos surdos.

Figura 1c. Para os alunos cegos.

Figura 1. A ferramenta MatrizMat.

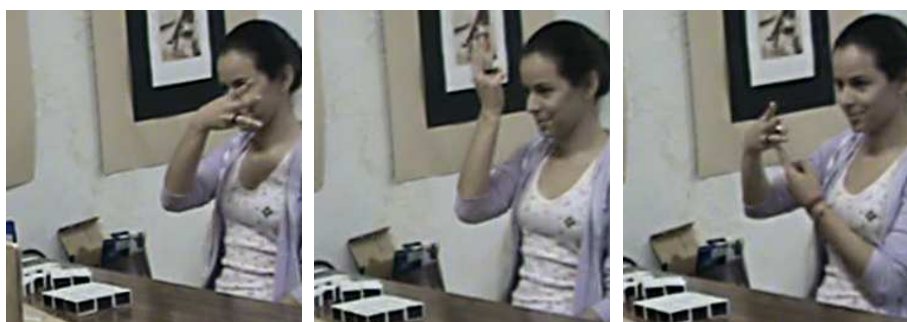
As tarefas para ambos os grupos de alunos tinham o objetivo de introduzir os termos matemáticos associados ao conceito de matrizes, sua organização em linhas e colunas, a determinação da ordem de determinada matriz, a identificação de matrizes iguais e a adição de matrizes. A tarefa descrita neste artigo foi aplicada na primeira sessão realizadas com cada um dos dois grupos – uma dupla de alunos cegos e um trio de alunas surdas.

<sup>3</sup> E.V.A é a sigla de "Etil Vinil Acetato".

Cada um dos alunos recebia determinada quantidade de caixas e alguns objetos que assumiriam o papel de elementos. Um dos alunos era escolhido para montar uma matriz de qualquer ordem sem que seu(s) par(es) pudesse(m) vê-la. Ele deveria comunicar-se com seu(s) parceiro(s) e fazer com que ele(s) montasse(m) uma matriz de mesma ordem. O mesmo procedimento foi usado para posicionar cada um dos elementos na matriz. Os objetivos desta tarefa eram o reconhecimento de termos como linha, coluna e ordem de uma matriz e estabelecer critérios que permitissem identificar a igualdade entre duas matrizes. Quanto à apresentação das tarefas para os alunos cegos foi feita oralmente e para os surdos usando a língua de sinais com a colaboração de uma interprete que esteve conosco em todas as sessões.

### A atividade das alunas surdas

Maria recebeu 9 caixas da pesquisadora e montou uma matriz de ordem 3. Comunicando-se usando sinais indica três linhas (mostrando 3 dedos na horizontal) e três colunas (mostrando 3 dedos na vertical) o que faz Fabi e Talita montarem uma matriz de ordem 3. Maria, ao receber um objeto da pesquisadora, o coloca na posição  $a_{33}$  de sua matriz e, por meio de sinais, indica as colegas em que posição deveriam dispor o objeto (Figura 2). Talita coloca um elemento na posição  $a_{31}$ .



Três linhas...

três colunas...

aqui

Figura 2. Maria indicando a posição  $a_{33}$ .

A pesquisadora oferece um novo objeto a Maria que o coloca na posição  $a_{21}$ . A orientação que Maria oferece a Talita e Fabi as faz dispor o elemento na posição  $a_{23}$ . O objeto seguinte foi posicionado por Maria na posição  $a_{12}$  e suas colegas, após receberem orientações (Figura 3) posicionam o objeto no lugar correto.



Três linhas e três colunas .... ..... coluna central ..... ..... elemento do meio.

Figura 3. Maria indicando a posição  $a_{12}$ .

As alunas continuam o trabalho até que as matrizes fiquem completas e passamos então a compará-las. Observamos que sempre que Maria utilizava a primeira ou terceira coluna Talita e Fabi posicionavam seus objetos em posições contrárias (Figura 4).

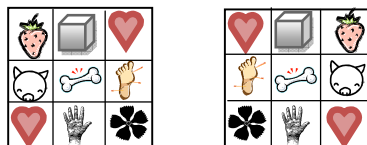


Figura 4. As matrizes de Maria e de Talita e Fabi.

Com as matrizes voltadas para as alunas iniciamos a discussão sobre a posição dos elementos. Na verdade Talita e Fabi haviam montado uma matriz “espelho” da matriz de Maria. Durante a discussão as alunas percebem que de fato, houve troca de posições entre a primeira e terceira colunas e Maria combina com as colegas um sinal para superar o impasse. Ela toca o braço esquerdo (Figura 5a) para indicar que os elementos deverão se posicionados na coluna da esquerda e toca no braço direito (Figura 5b) para indicar que os elementos deverão se posicionados na coluna da direita. O sinal criado para que a tarefa pudesse ser realizada com êxito passa a ser compartilhado pelo grupo.



Figura 5a. Elemento a direita.

Figura 5b. Elemento a esquerda.

Figura 5. Mais um sinal.

### A atividade dos alunos cegos

Cauê recebeu 6 caixas da pesquisadora, monta uma matriz de ordem  $2 \times 3$ , passa a posicionar objetos que compõem a matriz e comunica a posição de cada objeto a João. No discurso dos alunos notamos que termos próprios do contexto de matrizes, como o elemento da segunda linha e terceira coluna ( $a_{23}$ ), que não pertenciam ao vocabulário deles, foram substituídos por termos do cotidiano como direita, esquerda, em cima ou embaixo, canto superior ou inferior e outros. Acreditamos que as dificuldades encontradas pelos alunos durante a realização dessa atividade podem estar associadas a maneira que o conceito de matrizes foi institucionalizado nas suas aulas de Matemática. Nas entrevistas iniciais os aprendizes informaram que nunca haviam usado material manipulativo para o estudo de matrizes. Na verdade, suas concepções haviam se estruturado a partir de informações recebidas oralmente e de “quadros” representados no papel como eles mesmos classificaram as matrizes que lhes foram oferecidas em Braille.

**Pesquisadora:** *Vocês usaram algum material para aprender matrizes?*



**João:** Não. Tipo, para facilitar no Braille. Eu não vou falar que eu adaptei porque deve ter tido outras pessoas que tiveram a mesma ideia que eu. Eu, para representar uma matriz eu envolvia entre chaves.

**Cauê:** É.

**João:** E para representar as linhas eu envolvia entre colchetes, por exemplo: A igual abre chaves, abre colchetes, que é para fazer o início da linha 1; 1, 2 fecha colchetes vírgula, que é para separar a linha, abre colchetes que é a linha 2; 3, 4 fecha colchetes e fecha chaves que é o fim da matriz (...) Aí dava pra, pra eu não ter que desenhar entendeu? Não ter que fazer aqueles quadros que dão muito, é...

**Cauê:** Muito espaço na folha.

**João:** É muito espaço na folha.

Usando a notação proposta por João, podemos escrever a matriz A como  $\{[1\ 2], [3\ 4]\}$ .

No caso dos aprendizes cegos, a importância da ferramenta material ficou mais evidente quando as atividades envolveram a igualdade e a adição de matrizes (Figura 6). A possibilidade de explorar a posição dos elementos das matrizes na ferramenta aproximou o trabalho dos alunos cegos do trabalho que é realizado pelos seus pares videntes. O que pode ser produtivo durante as situações instrucionais nas quais a fala do professor deve ser acompanhada tanto por alunos cegos como pelos videntes.



Figura 6. Somando matrizes de ordem 3x2.

### O segundo exemplo

O segundo exemplo relaciona-se a nossa proposta de desenvolver tarefas para o estudo dos números racionais mediadas por uma ferramenta digital preparada para atender as necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos surdos, ou seja, uma ferramenta que oferece diferentes estímulos sensoriais.

### A MusiCALcolorida

A MusiCALcolorida, oferece na interface um teclado de calculadora convencional que em seu visor representa o número racional ou irracional, uma tela de pintura na qual, cada cor representa um dígito após a vírgula (representação decimal do número como apresentado nas calculadoras convencionais) e clicando na clave de sol, temos o som desse número (Figura 7). Deste modo, procuramos disponibilizar um ambiente que ofereça estímulos multissensoriais para atender as particularidades dos sujeitos envolvidos em nossas pesquisas. O resultado é uma calculadora que representa a parte decimal dos números reais simultaneamente por uma



narrar as ações realizadas pelos alunos. Participaram do estudo quatro duplas de alunos, sendo sete deles cegos e um com baixa visão. A interação destes alunos com a MusiCALcolorida os permitiu associar propriedades matemáticas às regularidades de padrões musicais. Nos discursos desses alunos há a presença de elementos culturais nas descrições dos objetos matemáticos. Por um lado, eles enfatizam a sonoridade das interpretações musicais resultantes de suas divisões e por outro destacam características dos padrões musicais coerentes com as propriedades dos números decimais. Ao longo da atividade, o som emitido deixou de ser apenas uma característica do software, tornando-se também um signo – no qual suas características não estão somente ligadas musicalidade – uma expressão de objetos matemáticos.

### Reflexões

Os cenários de aprendizagem que planejamos são organizados para contemplar o conteúdo programático proposto pela escola e por seus professores, sendo nossa principal preocupação favorecer a emergência de uma cultura, na qual os atores (professores e alunos) sintam-se preparados para um fazer escolar satisfatório e prazeroso para quem ensina e para quem aprende. Acreditamos que, desse modo, é possível atender *todos* os alunos por meio de práticas pedagógicas que os tornem sujeitos ativos e capazes de usar não só seus olhos e ouvidos, mas todo o potencial do seu corpo perceptivo no momento de aprender matemática.

As análises dos dados que temos levantado empiricamente, nos permitem corroborar com Vygotsky, citado por Cole e Wertsch (1996, p.255), que declara que a inserção de ferramentas materiais nos procedimentos instrucionais não serve simplesmente para facilitar os processos mentais que poderiam ocorrer de outra forma, fundamentalmente elas os formam e os transformam, já que condicionam o comportamento humano a novas funções conectadas ao seu uso; tornando desnecessários vários métodos naturais e alterando o processo mental que compõe o ato instrumental. Para nós, esse é um dos pontos cruciais que justificam a introdução de ferramentas materiais nos cenários instrucionais. Além disso, não são somente as práticas dos alunos que são transformadas, a “introdução de um artefato numa dada situação é o melhor modo de resolver um problema, mas muda a natureza da tarefa” (Béguin & Rabardel, 2000, p.2)

Neste trabalho, nos concentramos no processo de criação de cenários de aprendizagem inclusivos e destacamos particularidades das interações com os elementos de cena daqueles que participam das situações de aprendizagem de modo não usual. Cabe destacar que acreditamos que as particularidades dos alunos com os quais trabalhamos nos ajudam a ilustrar que não é só o material e as ferramentas semióticas que impactam sobre as práticas que emergem nos cenários. Igualmente importantes são os recursos corporais por meio dos quais as ferramentas e as tarefas são vivenciadas. O emprego de diferentes sistemas sensorio-motores proporciona diferentes modos de agir matematicamente e, portanto, diferentes caminhos pelos quais os significados matemáticos podem ser apropriados.

### Referências e bibliografia

- Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Designing for instrument-mediated activity. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 12, 173-191.
- Cole, M., & Wertsch, J. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human Development*, 250-256.
- Dejours, C. (2007). *O fator humano*. Rio de Janeiro: FGV.
- Fernandes, S. H. (2008). *Das experiências sensoriais aos conhecimentos matemáticos: uma análise das*

- práticas associadas ao ensino e aprendizagem de alunos cegos e com visão subnormal numa escola inclusiva* (Unpublished Doctoral Thesis). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brazil.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 455–479.
- Greenwood, D., & Levin, M. (2000) Reconstructing the relationships between universities and society through action research. In N.K. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd Edition, pp. 85-106). Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Healy, L., & Fernandes, S.H.A.A. (2011). The role of gestures in the mathematical practices of those who do not see with their eyes. *Educational Studies in Mathematics*, 77, 157–174.
- Healy, L., & Powell, A.B. (2012). Understanding and Overcoming “Disadvantage” in Learning Mathematics. In M. A. Clements, A. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. Leung (Eds.), *Third international handbook of mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Laborde, C. (2002). Integration of Technology in the Design of Geometry Tasks with Cabri-Geometry, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283–317.
- Leontiev, A. (1978). *Activity and Consciousness*. Acesso em 30 de julho de 2012, disponível em Psychology and Marxism: [www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/index.htm](http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/index.htm)
- Martins, E.G. (2010). *O Papel da Percepção Sonora na Atribuição de Significados Matemáticos para Números Racionais por Pessoas Cegas e Pessoas Com Baixa Visão* (Dissertação de Mestrado). Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo.
- Radford, L. (2006). Elementos de una teoría cultural de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* (Número Especial), 103–129.
- Silva, G. G. (2012). *O ensino de matrizes: um desafio mediado para aprendizes cegos e aprendizes surdos* (Unpublished Masters Dissertation). Universidade Bandeirante de São Paulo, Brazil.
- Sinclair, N., Liljedahl P., & Zazkis R. (2006). A coloured window on pre-service teachers' conceptions of rational numbers. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 11(2), 177-203.
- Souza, F.R. (2010). *Explorações de Frações Equivalentes por Alunos Surdos: Uma Investigação das Contribuições aa MusiCALcolorida* (Dissertação de Mestrado). Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo.
- Vygotsky, L. (1997). *Obras escogidas V–Fundamentos da defectología* (The fundamentals of defectology, Julio Guillermo Blank, Trans.). Madrid, Spain: Visor.