

## DESIGN PARA A DIVERSIDADE: MATEMÁTICA ESCOLAR E INCLUSÃO

---

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes & Lulu Healy  
Universidade Anhanguera de São Paulo

### RESUMO

Neste artigo, compartilhamos discussões sobre alguns episódios selecionados a partir de materiais de vídeo, coletados pelo grupo de pesquisa Rumo à Educação Matemática Inclusiva, em pesquisas de campo realizadas em escolas públicas e privadas no Brasil. Sob a perspectiva vygotskiana, entre outros aspectos, temos trabalhado em pesquisas que buscam compreender de que forma artefatos e signos influenciam a atividade cognitiva de aprendizes que interagem com o mundo de forma não convencional, isto é, aqueles que, por limitações impostas pela carência dos canais sensoriais ou por dificuldades cognitivas, substituem uma ferramenta corporal ou cognitiva por outra. Neste texto, pretendemos compartilhar nossas interpretações sobre os processos de mediação do conhecimento matemático, que caracterizam as interações de aprendizes que usam seus recursos corporais preservados para compensar suas limitações. Mais especificamente, exploramos a influência de diferentes ferramentas empregadas nos processos de mediação. Para tanto, os episódios apresentados foram extraídos de procedimentos empíricos desenvolvidos em *cenários inclusivos para a aprendizagem matemática*. Esses cenários são definidos como um conjunto constituído por tarefas, ferramentas e por interações entre os diferentes atores que tomam parte da cena, e são planejados para oferecer estímulos multissensoriais das representações dos objetos matemáticos. A metodologia de pesquisa, que exploramos, envolve uma abordagem colaborativa, na qual pesquisadores, professores e alunos participam do *design* e das etapas de investigação das situações de aprendizagem. Esse processo, que envolve questões tanto pragmáticas como teóricas, nos levou a ver o desafio da inclusão de “alunos diferentes” nas salas de aula regulares pela perspectiva do “incluído” que, muitas vezes, tem que se comportar como um “super-herói” para atender as expectativas que o cercam. Nossas reflexões a respeito desse desafio nos fizeram perceber a importância de não inserir esses alunos em um contexto escolar organizado para um aluno padrão, ou seja, num contexto no qual disponibilizamos recursos adaptados, incluindo tecnologias assistivas, para que, de algum modo, eles possam realizar tarefas e (supostamente) acompanhar os seus colegas. Reconhecemos que frequentemente **adaptávamos** tarefas, materiais didáticos e currículos que já conhecíamos. Essas reflexões nos fizeram repensar nossa rota e substituir a palavra **adaptação** pelo termo **construção**. A proposta de construção envolve a elaboração de um contexto, no qual todos os alunos podem vivenciar novas trajetórias de aprendizagem que favoreçam o compartilhamento e a negociação de significados para os objetos matemáticos em estudo. Neste contexto, a dualidade aluno normal/aluno diferente deixa de existir e cada aluno

pode interagir com seu par em igualdade de condições. Essa mudança, na prática matemática dos alunos, os torna sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem, promovendo autonomia e domínio no trabalho com a matemática escolar, o que permite que a matemática seja explorada em um espaço compartilhado e modifica a forma como essa disciplina é percebida, ensinada e aprendida. Os resultados de nossas pesquisas indicam que os processos de aprendizagem de todos os alunos são moldados pelos artefatos, pelas representações matemáticas e pela forma como os aprendizes interagem com o mundo. Assim, planejar para a diversidade implica reconhecer a validade das diferentes formas de fazer e de aprender matemática.

**Palavras-chave:** Inclusão, Educação Matemática, Mediação, Corpo - Cognição.

## ABSTRACT

This paper discusses a number of episodes selected from the data in video collected by the research group Towards an Inclusive Mathematics Education, during studies conducted in Brazilian schools (public and private sector). Using a Vygotskian perspective, amongst other aspects, these research projects have sought to understand the ways in which sign and artefacts influence the cognitive activity of learners who interact with the world in unconventional ways, that is, learners who, due to limitations imposed by lack of access to sensory channels or cognitive difficulties, substitute one mediatory tool (bodily, material or semiotic) with another. This text presents our interpretations about the processes of mediating mathematical knowledge that characterise the interactions of learners who used their functioning bodily resources to compensate for their sensory limitations. More specifically, it explores the influence of the different tools employed during the processes of mediation. The presented episodes were extracted from empirical procedures developed in *inclusive scenarios for learning mathematics*. These scenarios are defined as a set constituted by tasks, tools and interactions between the different actors that take part in the scenes and are designed to offer multisensory stimuli of the representations of mathematical objects. The research methodology adopted is one in which researchers, teachers and students participate in the design and in different stages of the investigation of the learning situations. This process, which involves both pragmatic and theoretical questions, enabled a view onto the challenge of the inclusion of different groups of students in mainstream classrooms from the perspective of the "included", who is often needed to behave as a super-hero in order to achieve what is expected of him or her. Our reflections in relation to this challenge, highlighted the importance of not directing our actions to the insertion of students into a school context organised around a standard student, in which **adapted** resources are made available, including assistive Technologies, so that the non-standard student can, in some form, undertake tasks and (supposedly) accompany his or her colleagues. In our initial attempts to include students with disabilities, we noted a tendency to resort to this kind of adaptation of already familiar tasks and material already. These reflections provoked a rethinking of our strategies which, in turn, led to the

substitution of the word **adaption** with the term **construction**. Proposals involving construction are characterised by the design of a context in which all students can experience new learning trajectories and in which the sharing and negotiation of meanings for the mathematical objects under study is afforded. In such contexts, the binary normal/different ceases to exist and each student can interact with her or his contemporaries in equitable conditions. This change in the mathematical practices of students places them as active subjects in their learning processes, promotes autonomy and encourages participation in school mathematics and allows mathematics to be explored in a shared space, in ways which may modify the ways in which this discipline is perceived, taught and learnt. The results of our research indicate that the learning processes of all students are shaped by artefacts, by mathematical representations and by the forms in which students interact with the world. Planning for diversity hence implies recognising the validity of different ways of doing and learning mathematics.

**Keywords:** Inclusion, Mathematics Education, Mediation, Body-cognition.

## INTRODUÇÃO

Os direitos daqueles que, no Brasil, são denominados *público alvo da educação especial* são reconhecidos e amparados por políticas públicas que têm procurado acompanhar os anseios sociais dos defensores de uma educação de qualidade para todos. Nos últimos anos, as discussões giraram principalmente em torno das dificuldades encontradas no cotidiano escolar e da necessidade de mudar o *status quo* do sistema educacional, no qual ainda há resquícios de práticas discriminatórias e da lógica da segregação, aqui tomadas como o tratamento desigual oferecido aos indivíduos ou às minorias com base em preconceitos de alguma ordem.

Neste artigo, nosso foco é o cotidiano escolar, mais especificamente, algumas das inquietações que desestabilizam a *práxis* do professor que tem em sua sala de aula toda a diversidade própria da raça humana. Sob a perspectiva vygotskiana, entre outros aspectos, temos trabalhado em pesquisas que buscam compreender de que forma artefatos e signos influenciam a atividade cognitiva de aprendizes que interagem com o mundo de forma não convencional, isto é, aqueles que, por limitações impostas pela carência dos canais sensoriais ou por dificuldades cognitivas, substituem uma ferramenta corporal ou cognitiva por outra. Iniciamos as discussões compartilhando nossas interpretações sobre os processos de mediação do conhecimento matemático que caracterizam as interações de aprendizes, que usam seus recursos corporais preservados para compensar suas limitações.

## A CORRENTE VYGOTSKIANA

Nas últimas décadas, teóricos como Piaget e Vygotsky assumiram a importância das experiências sensoriais para a aquisição de conhecimentos e influenciaram os estudos sobre a ciência da cognição. Enquanto no referencial construtivista o conhecimento se dá a partir da ação do sujeito sobre o meio, sendo o sujeito considerado ativo, para Vygotsky, esse sujeito não é apenas ativo, ele é interativo, pois “é na troca com outros, consigo mesmo e com os artefatos que constituem o meio que os conhecimentos são internalizados” (Fernandes, 2008, p.43).

Os estudos desenvolvidos por Vygotsky, na área da Educação Especial, foram difundidos pelos seus trabalhos e pesquisas na área de uma ciência que ele denominou Defectologia – ciência destinada a estudar os processos de desenvolvimento de crianças que apresentavam deficiências físicas, mentais ou múltiplas. Vygotsky parte das ideias de Alfred Adler<sup>32</sup> e as amplia para apresentar sua concepção sobre o desenvolvimento das crianças com deficiência. Para Adler, o conflito gerado pela falta de correspondência do órgão, cujas funções estão comprometidas com as tarefas impostas pelo meio, cria possibilidades e estímulos para a compensação e para a supercompensação no caminho do cumprimento da tarefa. Vygotsky considerava que esse processo de compensação outorgava peculiaridades ao desenvolvimento do deficiente, “que instituem formas de desenvolvimento criativas, infinitamente diversas, às vezes profundamente raras, iguais ou semelhantes às que observamos no desenvolvimento típico de uma criança normal” (Vygotsky, 1997, p.16).

Ao falar sobre uma abordagem pedagógica destinada aos aprendizes com limitações sensoriais, Vygotsky (1997) destacou que a lacuna gerada pela carência das experiências sensoriais pode ser minimizada por outros canais perceptivos, como, por exemplo, quando for adequado, utilizar-se de representações concretas. Nessa direção, em nossas pesquisas, nos apoiamos na perspectiva histórico-cultural, que nos direciona a oferecer diferentes experiências sensoriais que estimulam, em uma mesma intervenção, diferentes canais perceptivos.

---

<sup>32</sup> Psicólogo austríaco (1870 — 1937).

## A Mediação

O conceito de mediação semiótica, desenvolvida por Vygotsky, enfatiza os aspectos simbólicos e discursivos de atividades diversas, associando-as, ainda, a aspectos sociointeracionais entre os indivíduos envolvidos em uma situação problema. Vygotsky atribuía um papel central aos instrumentos de natureza semiótica; dentro destes, ocupou-se centralmente da “fala como via principal para a análise das raízes genéticas do pensamento e da consciência” (Fernandes, 2004, p. 45). Orientadas por essa visão, enfatizamos a importância da linguagem, do corpo e da interação no desenvolvimento cognitivo, mais precisamente a influência destas ferramentas semióticas no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos cuja carência de um dos órgãos dos sentidos os faz apropriar-se da cultura de modo particular. Naturalmente, ao analisar as interações interpessoais e os elementos que compõem os cenários instrucionais, exploramos a influência de diferentes ferramentas empregadas nos processos de mediação.

Associar o ambiente no qual acontecem os processos de ensino e de aprendizagem a um cenário estruturado com intencionalidade, onde se dispõem atores e elementos de cena, nos permite analisar os jogos de cena como instrumentos de mediação que favorecem a comunicação, a interação e a cognição. Nesse cenário, os atores falam, gesticulam e mostram expressões faciais que lhes permitem tornar aparentes a si mesmos e aos seus interlocutores suas emoções e intenções.

## Cenários Inclusivos Para a Aprendizagem

Alguns dos episódios apresentados neste artigo foram extraídos de procedimentos empíricos desenvolvidos em um ambiente instrucional, que denominamos *cenários inclusivos para a aprendizagem matemática*. Esses cenários são constituídos por tarefas e ferramentas escolhidas e disponibilizadas de forma intencional, a fim de estimular as interações entre os diferentes atores que tomam parte da cena. Além disso, esses elementos de cena são escolhidos e planejados para oferecer estímulos multissensoriais das representações dos objetos matemáticos, respeitando as particularidades sensoriais e cognitivas de cada aprendiz.

Discutir como apresentar os objetos e a forma como eles são percebidos quando há privação de órgãos sensoriais ou limitação cognitiva nos leva a algumas considerações. O indivíduo não é um alvo passivo dos ataques sensoriais provenientes do meio, ele interage com ele e estrutura o produto dessas interações, impondo uma ordem própria às suas percepções. Por

exemplo, ao interagir com um objeto, o cego o mapeia com as mãos, e esse mapeamento mobiliza seu organismo que constrói um padrão mental (ou imagem) para o objeto. Estando atado à biografia do indivíduo, o padrão mental constituído para determinado objeto não coincide, necessariamente, com o de outros indivíduos, e mais, aproximando-se da perspectiva fenomenológica, Damásio (2005, p. 405) declara que “não conhecemos a aparência das coisas”, a imagem que vemos baseia-se nas mudanças que ocorrem em nosso organismo. Ou seja, as imagens de objetos matemáticos, no nosso caso, estão intrinsecamente ligadas à forma que os aprendizes têm acesso aos objetos ao interagir com os vários sistemas – o biológico, o social e o cultural – que compõem o mundo que experimentam; e, ainda, com a forma que constroem seus próprios significados para a matemática com a qual se deparam (Fernandes, 2011).

Nos últimos anos, objetivando garantir que todos possam aprender ocupando o mesmo espaço físico, condutores do processo educacional têm buscado reestruturar as práticas educacionais. Iniciou-se com um movimento denominado integração de pessoas com deficiências nas escolas regulares que, em alguns casos, levou as práticas especiais de educação para o ambiente escolar comum (Ainscow, 2009). Pelo princípio da integração, as pessoas com deficiência participam da sociedade de qualquer forma, convivendo com todas as barreiras existentes, sem contar com um processo de transformação social.

A lógica inclusiva que almejamos apoia-se na promoção da equiparação de oportunidades, sob a qual os indivíduos da comunidade constroem em conjunto as soluções que garantam a participação de todos no meio social. As pesquisas que temos realizado nos levam a reconhecer que as dificuldades e os insucessos vividos pelos “alunos diferentes” são, frequentemente, produto do sistema educacional. De modo geral, os alunos com necessidades específicas para aprendizagem são inseridos em um contexto escolar organizado para um aluno padrão, ou seja, num contexto no qual disponibilizamos recursos adaptados, incluindo tecnologias assistivas, para que, de algum modo, eles possam realizar tarefas e (supostamente) acompanhar os seus colegas.

Esse processo, que envolve questões tanto pragmáticas como teóricas, nos levou a ver o desafio da inclusão de “alunos diferentes” nas salas de aula regulares pela perspectiva do “incluído” que, muitas vezes, tem que se comportar como um “super-herói” para atender às expectativas que o cercam.

## Da Adaptação à Construção

Ao ouvir professores fazerem considerações sobre as práticas pedagógicas empregadas em salas de aula inclusiva, percebemos que é frequente o uso dos termos **adaptar**, **adaptação** e **adaptado**. Em outras palavras, é comum ouvirmos os professores destacarem a necessidade de adaptar o currículo, as tarefas e os materiais didáticos às necessidades dos alunos que diferem daqueles que têm um desempenho supostamente padrão. Esse tipo de procedimento, geralmente, implica em redução do conteúdo a ser estudado, ou em sua “facilitação”, e na adaptação dos materiais didáticos que são reproduzidos para suprir a lacuna deixada pela limitação imposta ao aprendiz, o que normalmente envolve o uso de uma tecnologia assistiva.

Refletindo sobre nossas experiências, percebemos que, muitas vezes, ao planejar os procedimentos empíricos que realizaríamos com os aprendizes com limitações específicas, adaptávamos as tarefas e as ferramentas materiais que haviam sido empregadas em atividades com alunos considerados “normais”. Analisando os dados oriundos desses procedimentos, entendemos que as adaptações que fazíamos e a forma de apresentar a tarefa, a fim de favorecer o acesso às informações, alteravam as práticas matemáticas dos sujeitos, ou seja, as estratégias empregadas para a realização da tarefa ou para a resolução dos problemas se modificavam. Outro destaque importante é que as adaptações na tarefa e/ou no material pedagógico privilegiava determinado grupo de aprendizes em detrimento de outros. Por exemplo, ao preparar material que favorecia uma abordagem viso-espacial para aprendizes surdos, acabávamos excluindo os aprendizes cegos da proposta. Essas reflexões têm nos conduzido a estruturar o conceito da **construção**.

A proposta de **construção** envolve a elaboração de um contexto no qual todos os alunos podem vivenciar novas trajetórias de aprendizagem, que favoreçam o compartilhamento e a negociação de significados para os objetos matemáticos em estudo. Neste contexto, a dualidade *aluno normal/aluno diferente* deixa de existir e cada aluno pode interagir com seu par em igualdade de condições. Essa mudança torna os alunos sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem, promove a autonomia e o domínio no trabalho com a matemática escolar. Isso permite que a matemática seja explorada em um espaço compartilhado, modificando a forma como essa disciplina é percebida, ensinada e aprendida.

Partindo do princípio de que as formas pelas quais aprendemos podem variar de acordo com nossas experiências sensoriais, linguísticas e culturais, as ferramentas planejadas para compor nossos cenários inclusivos para a aprendizagem oferecem múltiplas formas de interação com

as representações dos objetos matemáticos. As abordagens que utilizamos contam com recursos multimodais e multissensoriais, envolvendo a representação de ideias matemáticas por meio de cores, sons, músicas, movimentos e texturas destinadas a impressionar diferentes canais sensoriais (Fernandes & Healy, 2016). Os cenários para aprendizagem, constituídos por esses recursos e tarefas e nos quais as práticas interacionais respeitam as particularidades dos aprendizes, podem oferecer suporte para que, engajados em um ambiente exploratório, eles sejam indivíduos ativos e interativos em seu processo de construção de conhecimento.

## O ESTUDO

A metodologia de pesquisa que exploramos envolve uma abordagem colaborativa na qual pesquisadores, professores e alunos participam do *design* e das etapas de investigação das situações de aprendizagem. Os episódios explorados, neste artigo, foram extraídos de cinco sessões de uma pesquisa que contou com a participação dos professores de matemática e de doze alunos cegos, matriculados em uma escola regular inclusiva do Estado de São Paulo. A apresentação dos dados segue a cronologia das sessões, que tiveram a duração de aproximadamente 50 minutos e foram desenvolvidas em grupos.

Os dados foram videogravados e todo o material produzido pelos alunos arquivado para posterior análise. Neste artigo, discutimos o trabalho empírico de três dos doze sujeitos que realizaram a atividade, para os quais atribuímos pseudônimos.

Os objetos matemáticos investigados, neste estudo, estão ligados à representação tridimensional de objetos por alunos cegos que, no trabalho com alunos videntes, são usualmente associadas à percepção visual. As investigações destacam aspectos referentes ao processo de mediação do conhecimento matemático que caracterizam as interações de aprendizes que usam seus recursos corporais preservados para compensar suas limitações. Mais especificamente, exploramos a influência de diferentes ferramentas empregadas no processo de mediação – adaptadas ou construídas – na prática matemática de alunos cegos.

## AS TAREFAS E A ANÁLISE

Na pesquisa que conduzimos, a discussão sobre os processos de avaliação, aos quais aprendizes sem acuidade visual são submetidos pelos Sistemas Educacionais, nos permitiu caracterizar as práticas avaliativas aplicadas da escola, na qual os aprendizes estão inseridos,



e de provas propostas por órgãos governamentais. Ao analisar os exames nacionais, verificamos que as provas oferecidas aos aprendizes com deficiência visual são exatamente as mesmas propostas aos demais alunos. Elas são ampliadas ou transcritas para o Braille. Um dos alunos com visão subnormal nos disse que é “horrível” fazer alguns exames oficiais, pois muitas questões exigem interpretação de formas gráficas ou pictóricas.

O ENEM<sup>33</sup> tinha mais de cinquenta por cento da prova envolvendo gráficos. Para mim foi horrível fazer. Mandaram a prova ampliada, mas não ampliaram o suficiente para que eu pudesse enxergar. Os desenhos não foram ampliados ou reforçados. Eu não conseguia ler. Aí veio uma fiscal de sala ler para mim, mas ela não sabia muito bem como me explicar (Mário).

Os que fazem as provas com a ajuda de leitores afirmam que a interpretação da pessoa que está lendo influencia suas respostas, o que nem sempre é positivo, principalmente quando a pessoas que fazem a leitura não receberam nenhum tipo de treinamento.

O que eu posso perceber é que eles não preparam uma prova especial para você [para os deficientes visuais]. Eles simplesmente pegam uma prova em tinta e passam para o Braille. No SARESP<sup>34</sup> as questões que tinham algum desenho ou gráfico eu simplesmente chutei, e errei a maioria. O ENEM não veio em Braille e a pessoa que estava lendo para mim não sabia muito bem como me explicar as figuras (Elias).

Uma das atividades deste estudo envolveu uma das questões de matemática de um dos maiores exames do país. Na Figura 1a apresentamos a questão que contém a imagem de uma pirâmide de base quadrangular, e na Figura 1b apresentamos a imagem da pirâmide reproduzida em Braille exatamente como foi oferecida aos alunos cegos.

---

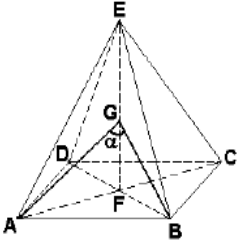
<sup>33</sup> Exame Nacional do Ensino Médio: prova nacional a que são submetidos todos os alunos concluintes da educação básica.

<sup>34</sup> Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo: prova estadual a que são submetidos todos os alunos da rede pública ao concluir uma etapa da educação básica.

**Figura 1a-** Exercício proposto no exame

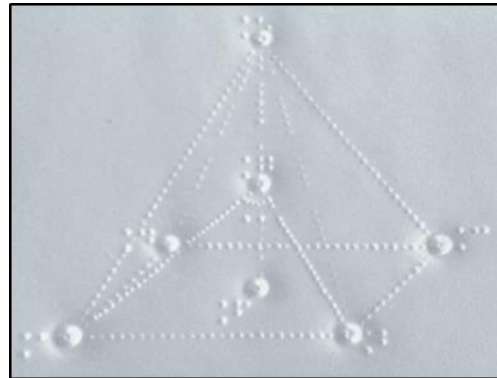
**29** A figura abaixo mostra uma pirâmide reta de base quadrangular ABCD de lado 1 e altura  $EF = 1$ . Sendo G o ponto médio da altura  $\overline{EF}$  e  $\alpha$  a medida do ângulo  $A\hat{G}B$ , então  $\cos\alpha$  vale

a)  $\frac{1}{2}$   
 b)  $\frac{1}{3}$   
 c)  $\frac{1}{4}$   
 d)  $\frac{1}{5}$   
 e)  $\frac{1}{6}$



Fonte: Grupo de Pesquisa

**Figura 1b -** Representação em Braille da pirâmide



Oferecemos a questão em Braille para alguns dos aprendizes e, após explorar a pirâmide representada em Braille, eles não conseguiram reconhecê-la e tampouco destacar na representação os elementos citados no enunciado da questão. Questionados sobre as aulas de Geometria, eles afirmam que normalmente esse assunto não é abordado pelos professores. Um dos alunos, matriculado no último ano da educação básica, nos contou que durante sua vida escolar, quando os professores trabalharam conteúdos geométricos, ele era submetido a um processo distinto do da turma.

Geometria estudei muito pouco, porque a gente não faz desenho em sala de aula. Eu, por exemplo, uso reglete. Então, os professores, geralmente dão uma pulada nessa matéria. Fazem um trabalho como compensação de nota mais no plano de conceitos... A coisa mais simples para equivaler à nota. (Elias)

Outro aluno, com visão subnormal que utiliza tipos ampliados, nos conta que a Geometria, para ele, é especialmente difícil, pois com tipos ampliados consegue enxergar as letras, mas não as linhas do desenho. Analisando as falas e as ações dos alunos, percebemos que o impedimento não está propriamente no conteúdo matemático ou no potencial cognitivo, mas na adequação do material usado e, talvez, na escolha do tipo de abordagem dos conceitos. Evidenciou-se o fato de que a transcrição das avaliações para o Braille não é suficiente para garantir que o aluno compreenda a questão.

Nesse sentido, nos propusemos a explorar outras possibilidades de representação de formas tridimensionais que permitissem aos deficientes visuais realizarem as avaliações. Para isso, passamos a observar as ações dos aprendizes diante do desafio de representar formas geométricas usando diferentes materiais (Fernandes & Healy, 2016).

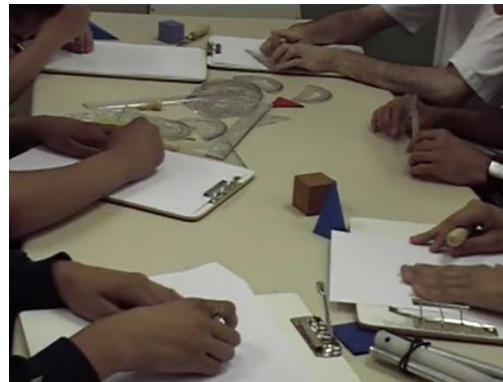
Nas duas sessões seguintes, os alunos cegos desenhariam e, para isso, teriam à disposição diversos materiais de desenho adaptados (Figura 2a). O trabalho aconteceu em duas etapas. Numa primeira etapa, os aprendizes desenharam um quadrado e um triângulo isósceles como os de madeira que lhes foram oferecidos. O objetivo dessa etapa era o reconhecimento das formas planas que compunham as tridimensionais - um cubo e uma pirâmide de base quadrangular, ambas também de madeira (Figura 2b), oferecidas na etapa seguinte.

**Figura 2a** - Material de desenho adaptado



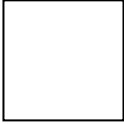

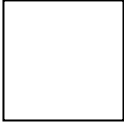
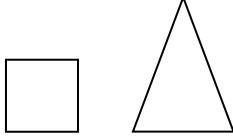
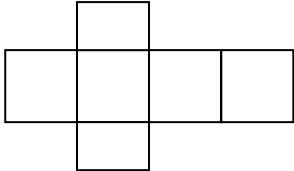
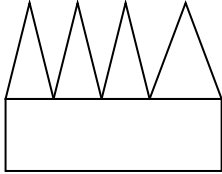
Fonte: Grupo de Pesquisa

**Figura 2b** - Formas tridimensionais



Oralmente, os aprendizes foram orientados a representar no papel a forma geométrica que estavam recebendo para a exploração tátil – cubo e pirâmide, nessa ordem. Para isso, poderiam usar quaisquer dos recursos disponíveis (réguas, esquadros, punção, carretilha, transferidor) e poderiam manifestar-se, caso não estivessem satisfeitos, refazendo o desenho quantas vezes quisessem. A cada forma recebida seguia-se um período dedicado à exploração tátil que, por sua vez, era seguido pelo desenho no papel. Na tabela abaixo reproduzimos os desenhos táteis produzidos por três alunos.

**Tabela 1.** A representação dos aprendizes

	CUBO	PIRÂMIDE
DANI		
ANDRÉ		
LEANDRO		

Fonte: Fernandes (2011, p.144); Fernandes e Healy (2012, p.1587).

Tanto André como Dani fizeram suas representações colocando uma das faces do sólido sobre o papel e, a seguir, contornando-o com a punção. Na verdade, esse procedimento foi utilizado por onze dos doze participantes da atividade. Cabe destacar que a cegueira dos aprendizes impede a repetição do procedimento por imitação, assim a escolha dessa estratégia é vista como uma decisão individual, embora o trabalho esteja sendo feito em grupo (Fernandes & Healy, 2016).

Ao receber o cubo, Dani fez a exploração tátil e o reconheceu. Posicionou uma das faces sobre o papel, mantendo um dos lados da face paralelo ao seu corpo, e a contornou com a punção. Depois de concluir o desenho, fez a exploração tátil e declarou: "Então o cubo fica assim! Parece um quadrado!"

A forma seguinte era a pirâmide. Depois da exploração tátil, ela posicionou a base quadrada sobre o papel. Parou um instante, tateou a forma e declarou: "Mas essa parte não vai sair não!" Indicando à pesquisadora, com as pontas dos dedos, o vértice da forma. Posiciona seguidamente a pirâmide sobre o papel, ora a base ora uma de suas faces, a explora atentamente e a reconhece "– Ah! Isso daqui é uma pirâmide". Depois de algum tempo estabelece-se o seguinte diálogo:

**Dani:** Isso daqui não vai sair! Essa parte aqui oh! (com os dedos sobre o vértice)

**Pesquisadora:** Claro que vai.

**Dani:** Vai sair como se tá de pé aqui? (apontando o vértice)

**Pesquisadora:** O que eu quero de você agora é o desenho desta figura.

**Dani:** Mas não vai sair! E essa parte aqui? (mostrando o vértice) (Figura 3a).

**Pesquisadora:** Claro que vai.

**Dani:** “A não ser que eu fizesse assim ... olha ... deitasse” (posicionando uma das faces triangulares sobre o papel) (Figura 3b), “mas, e isso aqui depois?” (mostrando a base da pirâmide).

**Figura 3a** - Apontando o vértice



**Figura 3b** - Posicionando a face



Fonte: Grupo de Pesquisa

Dani decide representar uma das faces triangulares e completa o desenho, contornando-a com a punção.

Ao receber as formas tridimensionais para exploração tátil, André não teve dificuldade para reconhecê-las como cubo e pirâmide. Quanto à representação, para o cubo, André usou o mesmo procedimento de Dani (Figura 4), posicionando uma das faces do cubo sobre o papel, mantendo uma das arestas paralela ao seu corpo, ele contorna o sólido geométrico.

**Figura 4** - Desenhando o cubo



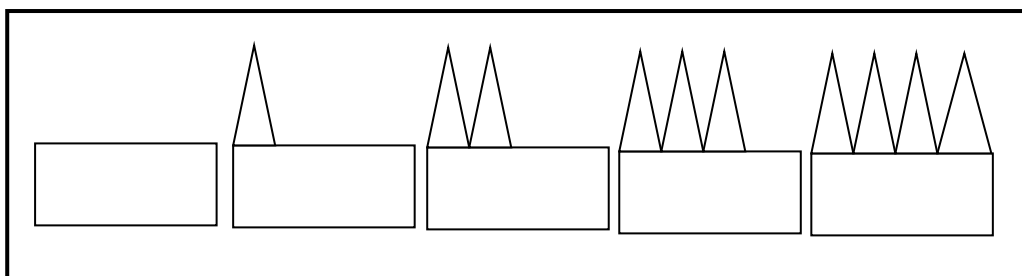
Fonte: Grupo de Pesquisa

O desenho da pirâmide pareceu ser difícil para ele. A natureza introspectiva de André não permite que ele manifeste com naturalidade suas dificuldades como fez Dani, mas observando suas ações ao explorar a forma, percebe-se que ele reconhece as duas formas planas presentes na pirâmide (quadrado e triângulo).

O procedimento de Leandro foi diferente do usado por todos os outros sujeitos envolvidos na atividade. Ao receber o cubo, ele o explorou, contou o número de faces, reconheceu a forma e o desenhou. Leandro começa o seu desenho fazendo um quadrado e segue construindo os outros quadrados (faces) um a um, mantendo um lado comum entre eles.

O desenho da pirâmide ele inicia por um grande retângulo, coloca uma das faces triangulares sobre um dos lados do retângulo (Figura 5) e a contorna com a ajuda da carretilha. As faces seguintes são desenhadas à mão. Para certificar-se que seu desenho estava ficando compatível com a forma que tentava representar, faz, por diversas vezes, a comparação com o sólido de madeira.

**Figura 5** - O passo a passo do desenho da pirâmide de Leandro



Fonte: Grupo de Pesquisa

Os dois desenhos feitos por Leandro tinham fortes traços dos sólidos geométricos planificados representados nos livros didáticos. Vendo a coerência entre os dois desenhos, a pesquisadora perguntou:

**Pesquisadora:** Você já tinha trabalhado com figuras planificadas?

**Leandro:** Não. Foi assim que eu imaginei.

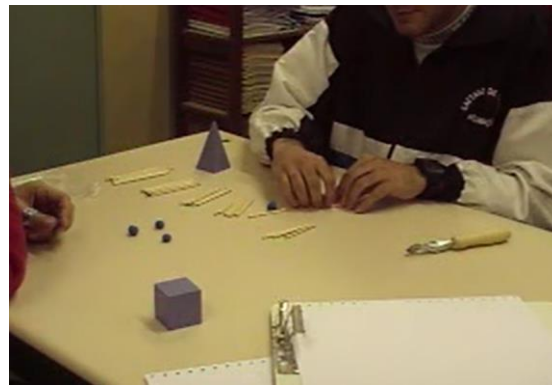
Os três aprendizes foram capazes de nomear as formas tridimensionais, o que, indica que tinham um padrão mental (uma imagem) constituída para esses objetos, mas, mesmo usando material adaptado, eles não tiveram êxito na representação. Ao explorar com as mãos tanto o cubo quanto a pirâmide, eles recebem informações fragmentas: várias faces, vértices e arestas e procuram integrá-las nos seus desenhos. Talvez, para André, não faça sentido representar tantas formas iguais, bastando desenhar as que eram distintas. No caso de

Leandro, a exploração tátil de cada uma das faces lhe ofereceu um quadro fragmentado e, para integrá-lo, ele desenhou as formas sugerindo sua planificação. O passo seguinte foi buscar outras possibilidades para que os alunos cegos pudessem fazer suas representações.

### As formas tridimensionais de André

André havia destacado que não havia tido experiências prévias com a construção de representações para figuras geométricas. Nas atividades de representação de formas tridimensionais, usamos palitos de madeira de diversos tamanhos e massa de modelar (Figura 6). Nosso objetivo era dar voz aos aprendizes cegos e verificarmos se esse tipo de material permite que eles expressem o que percebem dessas formas.

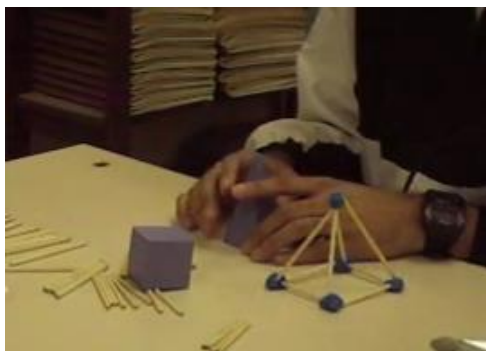
**Figura 6** – Material de Desenho



Fonte: Grupo de Pesquisa

Em cada uma das sessões, André recebeu o sólido geométrico confeccionado em madeira. Para a representação do cubo, ele escolheu doze palitos de mesmo tamanho e, para a pirâmide, quatro palitos para as arestas da base e outros quatro para as arestas das faces e com as "bolinhas" de massa de modelar para os vértices, construiu as formas apresentadas na Figura 7.

**Figura 7** - As formas tridimensionais de André



Fonte: Grupo de Pesquisa



Vale destacar que as representações de André não reproduzem as medidas dos lados dos sólidos de madeira. Ao explorar as peças de madeira, ele procurava informações que pudesse articular para elaborar sua própria representação. Os palitos de madeira o levaram a destacar características particulares dos sólidos, como a congruência das arestas, o número de vértices, as formas das faces, por exemplo; elementos fundamentais para o desenvolvimento do conteúdo matemático pertinente.

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Neste artigo trazemos algumas considerações sobre as possibilidades do uso de diferentes ferramentas materiais para a aplicação de uma mesma atividade e as implicações do emprego desses materiais nas representações feitas por aprendizes com deficiência visual. Nossas reflexões nos fazem perceber a importância de não inserir alunos com limitações em um contexto escolar organizado para um aluno padrão, ou seja, num contexto no qual disponibilizamos recursos adaptados, incluindo tecnologias assistivas, para que eles possam de algum modo realizar tarefas e (supostamente) acompanhar os seus colegas.

A consciência perceptiva do cego lhe permite perceber as formas tridimensionais do modo que elas são, ou seja, como se revelam com faces, arestas e vértices. Porém, eles não conseguem representar em duas dimensões o que as mãos veem em três e acabam por representar somente o que se mostra distinto aos seus "olhos", ou seja, as diferentes formas geométricas que aparecem numa única peça.

Retomando aos termos adaptação e construção, pudemos nos certificar de que os alunos cegos têm êxito nas representações de formas tridimensionais usando materiais que lhes permitam fazê-las tridimensionalmente. Desse modo, podemos afirmar que as dificuldades associadas ao estudo de formas tridimensionais por alunos cegos são de natureza material e podem condicionar o desempenho desses alunos. Os resultados de nossas pesquisas indicam que os processos de ensino e de aprendizagem de todos os alunos são moldados pelos artefatos, pelas representações matemáticas e pela forma como os aprendizes interagem com o mundo. Assim, planejar para a diversidade implica reconhecer a validade das diferentes formas de fazer e de aprender matemática.

De acordo com os aprendizes cegos:

"Matemática é uma disciplina complicada" (Caio).



“A Matemática tem muito gráfico, símbolos e fórmulas. Depende da abordagem do professor. Se o professor ajuda dá exemplos e material a matéria fica mais fácil” (Mário).

A construção centra-se na elaboração de cenários que potencializam as possibilidades, as habilidades e as funções preservadas dos aprendizes deficientes, ao contrário da adaptação, que usa recursos para suprir apenas suas limitações. A construção propõe que o espaço escolar seja planejado para todos.

## REFERÊNCIAS

- Ainscow, M. (2009). Tornar a educação inclusiva: Como essa tarefa deve ser conceituada? In O. Fávero, W. Ferreira, T. Ireland. & D. Barreiros. (Org.). *Tornar a educação inclusiva*. Brasília: Unesco.
- Damásio, A. (2005). *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. Tradução de: Motta, L. T. 7. ed. São Paulo: Companhia das Letras.
- Fernandes, S. H. A. A. (2004). *Uma análise vygotskiana da apropriação do conceito de simetria por aprendizes sem acuidade visual*. São Paulo. 300 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Fernandes, S.H.A.A. (2011). Relações entre o “visto” e o “sabido”: as representações de formas tridimensionais feitas por alunos cegos. *Revista Iberoamericana de Educação Matemática*, 26, pp.137-151.
- Fernandes, S. H. A. A., & Healy, L. (2012). Representations of three-dimensional forms constructed by blind students: relations between “seeing” and “knowing” In: *Preconference Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education*. Seoul: ICMI, (pp.1583 – 1592).
- Fernandes, S. H. A. A., & Healy, L. (2016). Rumo à educação matemática inclusiva: reflexões sobre nossa jornada. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, Edição Especial: Educação Matemática, 7(4), pp. 28-48.
- Vygotsky, L. S. (1997). *Obras escogidas V – Fundamentos da defectología*. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor.