O MICROMUNDO MATHSTICKS: UMA NOVA FORMA PARA INTERAGIR ALGEBRICAMENTE COM ALUNOS SURDOS?

Kauan Espósito da Conceição[1]

Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN

RESUMO

Este artigo relata aspetos de nossa busca por novas formas de promover a aprendizagem matemática dos alunos surdos em Álgebra. A primeira parte descreve a característica de pensamento algébrico e algumas das dificuldades que o aluno surdo encontra quando busca expressar a generalidade de uma sequência numérica ou de figuras. Em seguida, apresentamos o software, *Mathsticks*, desenvolvido para oferecer formas alternativas de construir sequência numéricas e de figuras, ou mais especificamente, para construir modelos que representam, ao mesmo tempo, um termo particular de um sequência e seu termo geral. O objetivo do software é unir ação e formalização, ou seja, sempre que o aprendiz interage com o software, obtém respostas imediatas e dinâmicas que representam simultaneamente um fenômeno visto na tela com sua representação simbólica.

Palavras chave: Álgebra, Educação Matemática, Pensamento Algébrico, Surdos, Tecnologias Digitais.

INTRODUCÃO

A pesquisa a qual nosso artigo refere foi realizado como parte do projeto intitulado *Rumo À Educação Matemática Inclusiva* (Healy, 2009), sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática

[1] kauanesposito@hotmail.com

2011. In: Campos, T. M. M., D'Ambrosio, U., Kataoka, V. Y., Karrer, M., Lima, R. N. de & Fernandes, S. H. A. A. (Eds.). *Anais do III Seminário Internacional de Educação Matemática*. pp.395-404. São Paulo, Brasil. SIEMAT.

da Universidade Bandeirante de São Paulo – UNIBAN. Em pesquisas anteriores, Fernandes e Healy (2007) observaram que apesar das várias leis que vem sendo criados com a intenção de normatizar a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais no sistema educacional, muitos profissionais ligados a educação ainda afirmam não se sentirem preparados para enfrentar tal desafio. Nessa perspectiva, o projeto propõe como objetivo central "preparar recursos humanos, teóricos, metodológicos, pedagógicos e materiais para sustentar práticas matemáticas de alunos portadores de necessidades educacionais especiais incluídos nas salas regulares" (Healy, 2009; p.01). O trabalho apresentado neste texto visou contribuir para um aspeto deste objetivo central, ou seja, o desenvolvimento e adequação de materiais pedagógicos e intervenções de ensino para favorecer o acesso a conceitos matemáticos por alunos surdos.

ALUNOS SURDOS, INCLUSÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Segundo o Censo escolar realizado pelo Ministério da Educação (MEC), em parceria com o INEP, em 2007, o número de alunos surdos matriculados está em crescimento, por exemplo, em 2005 o número de alunos surdos matriculados na Educação Básico era 46.668, e no ano seguinte as matrículas chegaram a 47.981 alunos. O Censo também mostra um crescimento no número de alunos surdos que têm ingressado no ensino superior, que chegou a 2.428 alunos em 2005, enquanto em 2003 foi de apenas 665 alunos, embora este número ainda seja muito pequeno (Souza, 2010). Entendo que a partir do momento que temos maior número de matrículas, adaptações no espaço físico, contratações de intérpretes, estamos promovendo significativamente o acesso à inclusão. Essas ações são importantes, mas não suficientes para que se tenha uma educação de qualidade. Pensando no aluno surdo, é necessário investigar as diferentes formas de que este interage com o mundo, considerando as linguagens utilizadas e especialmente a língua de sinais - Libras.

É importante observar a heterogeneidade existente entre os alunos surdos, mesmo considerando apenas os fatores relacionados com a sua surdez, como por exemplo, o grau de perda auditiva, o uso de dispositivos como aparelhos auditivos ou implantes cocleares, o momento de acesso (ou não) à língua de sinais (Marschark e Hauser, 2008). Assim, é difícil fazer generalizações. Entretanto, embora seja necessária mais investigação nesta área, alguns estudos recentes sugerem que uma maneira de aumentar o acesso dos alunos surdos aos conceitos matemáticos é explorar o uso de representações visuais-espaciais (Bull, 2008; Nunes e Moreno, 2002; Kelly, 2008; Blatto-Vallee, Fonzi, Gaustad, Kelly, Porter, 2007). Nunes (2004) sugere que os alunos surdos podem ser prejudicados se a eles não são dadas oportunidades de usar suas habilidades visuais-espaciais para representar e manipular informações sequenciais dentro de problemas matemáticos. Usamos a conjetura de Nunes para guiar as atividades desenvolvidas em nossa pesquisa.

O trabalho desenvolvido por Nunes envolveu alunos dos primeiros quatro anos de ensino, e como a maioria das pesquisas investigando a aprendizagem matemática de alunos com necessidades educacionais especiais concentrou na aprendizagem aritmética. Neste estudo, nossa atenção é na introdução de noções algébricas para um grupo de seis alunos surdos do nono ano do Ensino Fundamental de Educação de Jovens e Adultos em uma escola regular no município de Barueri no Estado de São Paulo.

PENSAMENTO ALGÉBRICO

Segundo os PCNs[2] do Ensino Fundamental – 6º ao 9º ano (1998, p.115).

> O estudo da Álgebra constitui um espaço bastante significativo para que o aluno desenvolva e exercite sua capacidade de abstração e generalização, além de lhe possibilitar a aquisição de uma poderosa ferramenta para resolver problemas.” (PCN, 1998, p. 115).

De acordo com este documento, existe um consenso de que para garantir o desenvolvimento do pensamento algébrico o aluno deve estar necessariamente engajado em atividades que inter-relacionam as quatro diferentes concepções de álgebra, são elas: aritmética generalizada, funcional, equações e estrutural. Em particular, o documento diz que é interessante propor atividades em que os alunos investiguem padrões, tanto em sucessões numéricas como em representações geométricas, para identificar suas estruturas e assim construir a linguagem algébrica para descrevê-los simbolicamente. Entretanto, para escrever a generalidade de sucessões numéricas e de representações geométricas, na forma simbólica, o aluno precisa ter oportunidade de desenvolver seu pensamento algébrico e expressa-lo

[2] Parâmetros Curriculares Nacionais

em sua língua natural – no caso de nossos alunos, Libras. Ou seja, pensamento algébrico não pode ser reduzido apenas ao uso de letras, mas sim envolve pensar em certas formas distintas.

Encontramos em Radford (2006) apontamentos de que, por exemplo, os matemáticos chineses pensavam em formas algébricas sem usar letras e também que Euclides usou letras sem pensar algebricamente.

Na mesma linha dos PCNs do Brasil, Radford concorda que a generalização de padrões pode ser um caminho para o pensamento algébrico. Ele faz uma diferenciação entre três formas de generalização: algébricas, aritméticas, e induções ingênuas (Radford, 2008). Para Radford, apenas pensamos algebricamente quando identificamos uma regularidade em determinados elementos de uma sequência, generalizamos para todos os termos seguintes e por fim criamos uma regra ou esquema para representar esta regularidade. Na generalização aritmética, percebemos uma regularidade, mas ela não permite encontrar todo e qualquer elemento dentro da seqüência em questão, normalmente uma generalização aritmética toma a forma de uma regra fundamentada na soma, que relaciona apenas alguns dos elementos da sequência.

Para ilustrar a diferença Radford utiliza este exemplo:

Figura 1 – Sequência de círculos apresentadas por Radford

Um jeito para chegar à generalização algébrica, é perceber a regularidade de crescimento da seqüência, 1ºtermo = 1 + 1 + 1 bolinhas, 2º termo = 2 + 2 + 1 bolinhas, 3º termo = 3 + 3 + 1 bolinhas, e dessa forma afirmar que os próximos termos serão n + n + 1 bolinhas, para qualquer posição da seqüência.

Uma forma de generalização aritmética é perceber a regularidade de crescimento da seqüência, ou seja, 1º termo = 3 bolinhas, 2º termo = 5 bolinhas, 3º termo = 7 bolinhas, então sempre somamos duas bolinhas à quantidade de bolinhas do termo anterior. Nesse caso há uma generalização, mas está não permite encontrar o número de bolinhas para qualquer posição da sequência.

A indução ingênua está diretamente ligada a ideia de tentativa e erro, (adivinhação da regra), sem perceber a regularidade da sequência, por exemplo, percebe-se que têm 3, 5 e 7 bolinhas. Os grupos de alunos que participaram do estudo de Radford (2008) tentam uma regra ou uma fórmula “o número + 2” ou n + 2, percebem que funciona para o primeiro, mas não para o segundo. Continuam tentando, agora arriscam “2 n + 2” e “ 2n + 1” e percebem que a última fórmula funciona para os três termos que eles observaram, então o grupo conclui que essa é a fórmula certa, sem preocupação na estrutura dos termos da sequência.

O DESENVOLIMENTO DE UM SOFTWARE PARA PRIVILEGIAR A GENERALIZAÇÂO ALGÉBRICA.

No resto do artigo concentramos nossas tentativas em oferecer atividades e ferramentas em que os alunos surdos poderiam engajar em pensamentos algébricos e particularmente ter contato com a noção de variável para expressar generalidades algébricas. O primeiro passo deste projeto foi investigar as interações dos alunos com algumas atividades no ambiente “papel e lápis”. Apresentamos a seguir um breve retrospecto dos resultados obtidos (para mais detalhes, ver MARCONDES & SANTOS, 2010).

As atividades foram aplicadas na própria escola em dois dias no período noturno. Embora a escola seja de ensino regular, a sala era composta apenas por estudantes surdos, são seis estudantes nessa sala. A intérprete da escola nos auxiliou durante todo o processo de aplicação das atividades.

Na primeira atividade os objetivos eram identificar se os alunos conseguem perceber e continuar uma dada sequência, se eles podem prever a figuras relacionadas às posições na sequência e como eles expressam a regularidade. Observamos que em suas interações os alunos utilizaram apenas estratégias aritméticas ou procuraram fazer induções ingênuas. No nosso grupo de pesquisa, refletimos que talvez a sequência escolhida não favorecesse a observação de uma estrutura geral que os ajudassem a generalizar algebricamente. Decidimos então aplicar uma segunda atividade.

Novamente, nas analises dos dados obtidos ficou evidente que os alunos não estavam pensando na estrutura da sequência e sim em generalizações aritméticas e eventualmente induções ingênuas. Entretanto, estas estratégias eram suficientes (embora não eficazes) para calcular o elemento da sequência a partir de um termo especificado. O que a atividade não motivou foi a consideração de um termo geral. Mesmo quando realizamos uma tentativa de modelar uma estratégia envolvendo uma generalização algébrica, para os alunos, a utilidade de uma expressão geral não ficou clara. Observamos em particular que, embora as atividades fossem elaboradas para privilegiar estratégias visuais-espaciais, talvez como resultado de algumas de nossas intervenções, em muitas das interações foram representações numéricas e relações que foram destacadas. Mesmo com sua apresentação visual, a tendência na busca de resoluções não foi para analisar a estrutura geral do sequência, mas para concentrar em apenas relações numéricas.

Com estes resultados em mente, decidimos que outra tarefa, e especialmente uma nova abordagem, era necessária para privilegiar o tipo de pensamento que tínhamos como alvo. O *software Mathsticks* criado por Noss, Healy e Hoyles em 1997, tinha os mesmos fins, embora que para utilizá-lo com alunos surdos e brasileiros tenham sido necessárias algumas modificações. Foram feitos adaptações na linguagem da interface (traduzimos para o português), no tamanho de ícones e caracteres, e ainda introduzimos mais interações com cores.

Mathsticks – um olhar sobre a estrutura

O *Mathsticks* é um micromundo criado na linguagem de programação LOGO, é um micromundo no sentido de que é um mundo com suas próprias regras, onde o usuário do software deve aprender a interagir com essas regras.

Esse micromundo nos permite pensar sobre as generalizações de padrões figurais, de maneira onde podemos ter juntos, ação (interações visuais dinâmicas) e a representação simbólica (linguagem de programação – LOGO). Segue uma breve descrição das funções do software.

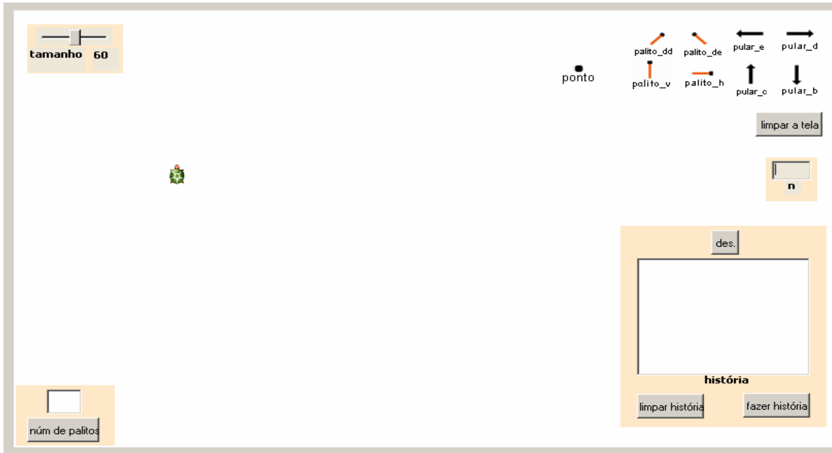


Figura 2 – Apresentação da interface inicial do software *Mathsticks*

Nesse *software,* podemos trabalhar com sequências compostos por palitos e pontos. Para desenhar um palito na tela, basta clicar em qualquer um dos quatro palitos nos ícones no canto superior direito e o palito correspondente aparecerá na posição da tartaruga. Pontos também podem ser desenhados na tela pelo mesmo processo. As setas pretas determinam o movimento da tartaruga, podendo então criar palitos e pontos em diversos lugares da tela. Logo abaixo das setas há um botão chamado “limpar tela”, apaga tudo que foi feito menos a história. No canto superior esquerdo, há uma barra onde podemos aumentar ou diminuir o tamanho dos palitos desenhados pela tartaruga e no canto inferior esquerdo, podemos utilizar a caixa para determinar o número de palitos que estão na tela.

Uma ferramenta muito importante se localiza no canto inferior direito da tela: uma caixa maior, chamada “história”. Nela é possível gravar, simbolicamente, todas as ações feitas com os palitos, os pulos e os pontos. Para isso, basta clicar em “des.” (abreviação de desligado) e a as ações começarão a serem gravadas dentro da caixa. O botão “des.” se tornará automaticamente “lig.” (abreviação de ligado) e a caixa história ficará laranja. Quando o botão “fazer história” é ativado, todos os comandos que estiverem na caixa história são executados na tela. Por último temos o botão “limpar história”, que apaga todos os dados que estiverem dentro da caixa história. Dentro da caixa história, podemos repetir conjuntos de comandos, colocando os mesmos entre colchetes e especificando o número de vezes – por exemplo, “repetir 5 [palito_h pular_d]”. Ao trabalhar com os alunos primeiro é apresentada uma sequência de figuras e pede-se que eles construam na caixa história um procedimento, ou lista de comandos, que possa produzir todos os termos da sequência. Para isso alguns termos particulares são apresentados (Figura 3). Para evitar o uso de induções ingênuas e generalizações aritméticas, decidimos não incluir representações numéricas que poderiam ser associadas com cada termo e também apresentar os termos fora de sequência.

Figura 4 Figura 1 Figura 6 Figura 3

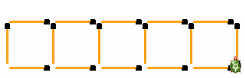
Figura 3: Quatro termos (figuras) de um sequência

Assim, os alunos precisam investigar a estrutura de montagem das figuras para que consigam escrever um procedimento que irá ajudar a desenhar qualquer figura da sequência. Com o uso deste software, a ideia é que ao aluno surdo é dada a chance de participar da construção de uma sequência, bem como de perceber sua estrutura, usando ferramentas que permitam a mobilização das suas capacidades visuais-espaciais. No primeiro momento, o aluno precisa escolher um termo específico para construir. Enquanto este termo está sendo produzido, uma observação crítica de quais sequências de comandos que estão sendo repetidas é feita, ou seja, como a figura poderia ser decomposta. Feita esta observação o comando *repetir* poderia ser incorporado na formalização. Quando utilizamos o comando *repetir* já não se faz mais necessária a construção dos elementos individualmente, podemos aproveitar a estrutura de criação da figura e repeti-la várias vezes, como mostra a Figura 4.

Comando

```
repetir 5 [palito_v
pular_c   palito_h
pular_b   palito_h
pular_d]  palito_v
```

Figura



Tela do *Mathsticks*

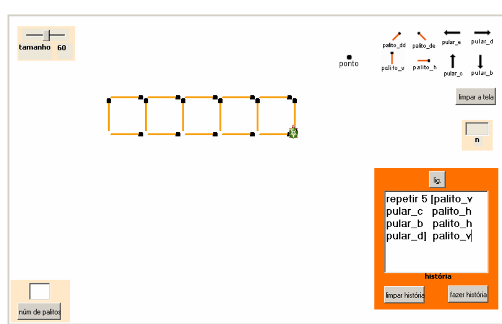


Figura 4 – exemplo de como usar o comando repetir na construção do quinto termo

Neste momento, a figura na tela representa não apenas um termo específico, mas também um exemplo genérico – basta mudar o número de repetições para obter qualquer termo de sequência. Assim, para que se tenha um “termo geral” podemos substituir o número de repetições por *n* – o nome de uma caixa na tela na qual o usuário poderia variar o número de acordo com seu gosto – generalizando para qualquer figura desejada. A formalização na caixa historia é para nós a representação de uma generalização algébrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que, diferente de quando o papel e lápis são utilizados, no processo de generalização de padrões algébricos no software *Mathsticks*, a representação simbólica não esta apenas na descrição final da sequência – a variável faz parte da construção da sequência. Normalmente, a ação de criar a sequência é feita separadamente da expressão algébrica, o diferencial desse software é justamente esse, fazer com que a ação de criar a sequência ocorra simultaneamente com a expressão algébrica. Esperamos que esta característica promova um novo olhar sobre a aprendizagem de generalização de padrões que é feita tradicionalmente no ambiente papel e lápis. O nosso próximo passo é investigar se e como, quando o aluno surdo utiliza esse software, os recursos dinâmicos, as possibilidades de interagir a partir de representações visuais e coloridas servem como facilitador para a sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS

Blatto-Vallee, G., Kelly, R. R., Gaustad, M. G., Porter, J., & Fonzi, J. (2007). Visual-spatial representation in mathematical problem solving by deaf and hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *12*(4), 432-448.

Brasil, Secretaria de Educação Fundamental (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática/Secretaria da Educação Fundamental*. Brasília: MEC / SEF/SEF.

Bull, R. (2008). Deafness, numerical cognition, and mathematics. In M. Marschark and P. Hauser (Eds.), *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes.* (pp.179-200). New York: Oxford University Press.

Fernandes, S.H.A.A., & Healy, L. (2007). Ensaios sobre a inclusão na Educação Matemática, *UNION*, *10*, 59-79.

Healy, L. (2009). *Rumo à Educação Matemática Inclusiva.* Projeto de pesquisa realizado no âmbito da Universidade Bandeirante de São Paulo.

Kelly, R. R. (2008). Deaf learners and mathematical problem solving. In M. Marschark & P. Hauser(Eds.), *Deaf cognition: Foundations and outcomes* (pp. 226-249). New York: Oxford University Press.

Marcondes, F., & Santos, H. (2010). Alunos Surdos Discutindo Sequências: Rumo ao Pensamento Algébrico. *Anais do Encontro Paulista de Educação Matemática,* São Carlos, São Paulo, SP, Brasil, 10.

Marshark, M., & Hauser, P. C. (2008). *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes. Perspectives on Deafness*. New Youk: Oxford University Press.

Nunes, T. (2004). *Teaching mathematics to deaf children.* London: Whurr.

Nunes, T., & Moreno, C. (2002). An Intervention Program for Promoting Deaf Pupils' Achievement in Mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *7*(2), 120-133.

Radford, L. (2008). Iconicity and Contraction: A Semiotic Investigation of Forms of Algebraic Generalizations of Patterns. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*.

Souza, F. R. (2010). *Explorações De Frações Equivalentes Por Alunos Surdos: Uma Investigação Das Contribuições Da MusiCALcolorida.* Dissertação de Mestrado, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.