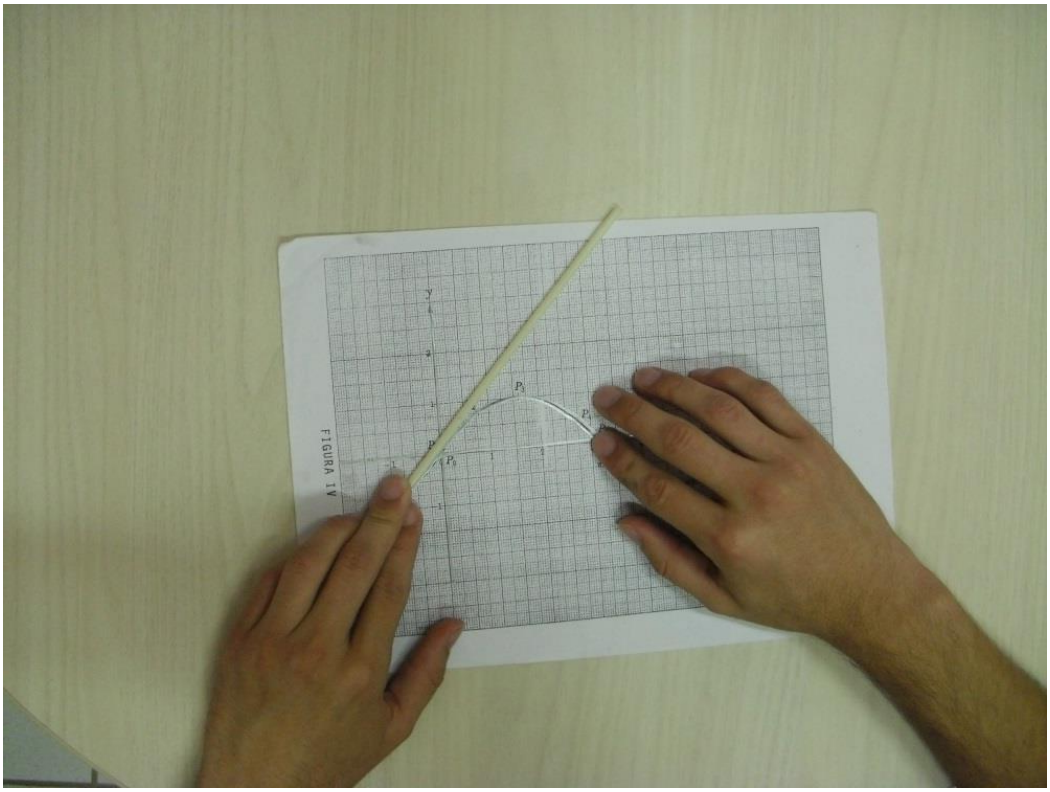


ATIVIDADES MANIPULATIVAS PARA NORTEAR O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÃO DERIVADA PARA ALUNOS CEGOS:

um pequeno roteiro

Sandro Salles Gonçalves

Atividades Manipulativas para nortear o ensino do conceito de função derivada para alunos cegos: um pequeno roteiro

Sandro Salles Gonçalves
Teresinha Fumi Kawasaki

ATIVIDADES MANIPULATIVAS PARA NORTEAR O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÃO DERIVADA PARA ALUNOS CEGOS:

um pequeno roteiro

G635a **Gonçalves, Sandro Salles.**

Atividades manipulativas para nortear o ensino do conceito de função deriva para alunos cegos [manuscrito] : um pequeno roteiro / Sandro Salles Gonçalves. – 2014.

36 f., il. color., graf. tab.

Orientadora: Profa. Dra. Teresinha Fumi Kawasaki.

Produto educacional - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática.
Área de concentração: Educação Matemática.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Educação inclusiva. 3. Cegos -

Catalogação: sisbin@sisbin.ufop.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação em Braille do nome de seu inventor, Louis Braille.....11

Figura 2 – Daniel lançando a coordenada x dos pontos na sua tabela do Excel para determinação da coordenada y por meio da função $\boldsymbol{y = sen(x)}$, na sala de aula, no dia 2 de outubro de 2013..... 19

Figura 3 – Representação de reta uma reta utilizando pinos (a), utilizando peça do kit (b) ou ainda utilizando pinos e borrachinhas (c)..... 20

Figura 4 – Daniel utilizando o Multiplano em uma atividade de exploração da função $f(x) = sen(x)$..... 20

Figura 5 – Gráfico da função $\mathbf{f(x) = sen(x)}$ realçado com cola alto-relevo e disponível para Daniel..... 22

Figura 6 – Representação da função seno de x em papel milimetrado e realçada com cola e utilização de um palito de churrasco como reta tangente à curva.....23

Figura 7 – Representação da função seno de x em papel milimetrado e realçada com cola alto-relevo..... 24

Figura 8 – Tabela de Excel organizada com alguns pares ordenados da função seno de x..... 27

Figura 9 – Pontos computados e plotados no GeoGebra referentes à função $f(x) = sen(x)$..... 27

Figura 10 – Utilização do pedaço de régua para marcar os pontos no eixo x no encontro particular do dia 8 de outubro de 2013..... 28

Figura 11 – Determinação visual das retas tangentes à curva da função $\mathrm{y = sen(x)}$..... 29

Figura 12 – Determinação do valor da inclinação da reta tangente à curva da função $\mathbf{y = sen(x)}$ utilizando a tangente trigonométrica do ângulo.....30

Figura 13 – Determinação do valor da inclinação da reta tangente à curva da função $\mathbf{y = sen(x)}$ utilizando a tangente trigonométrica do ângulo, usando pontos da malha e medindo com a régua..... 31

Figura 14 – Pontos computados e plotados no GeoGebra referentes à função $f(x) = cos(x)$..... 32

Figura 15 – Janela gráfica do Scilab com o gráfico de $f(x) = sen(x)$.....

SUMÁRIO

Introdução 9
Entendendo um pouco as questões da deficiente visual do ponto de vista conceitual, o uso do Braille e suas dificuldades 10
A visualização, a tecnologia e o ensino de Cálculo 14
O que usar? 18
Recursos tecnológicos e materiais utilizados nas atividades 18
Leitores de tela 18
Editores de texto e planilhas eletrônicas 19
Multiplano 20
Gráficos adaptados em alto-relevo 20
O que fazer? 23
Algumas atividades sugeridas 23
1º Atividade: Construção de um gráfico utilizando papel e cola alto-relevo 24
2º Atividade: Construção do gráfico da função $fx = senx$ 26
3º Atividade: Obtenção das inclinações das retas tangentes à curva da função $fx = sen(x)$ *e confecção da tabela com as inclinações a partir de dados computados em sala de aula* 29
4º Atividade: Construção da curva de inclinações das retas tangentes à curva da função primitiva e associação entre esta curva e a função derivada 31
Considerações finais 34
Referências 36
Anexos 38

Por onde comecei?

Caro(a) colega,

Sou professor de Matemática há mais de 14 anos. Transitei entre o Ensino Fundamental, Ensino Médio e, atualmente, atuo em um curso de Licenciatura em Matemática. Ao longo desse percurso, foram muitos os desafios, mas nenhum foi tão instigante quanto ministrar aulas a um aluno cego. Minhas experiências com o Cálculo e suas dificuldades de aprendizagem começaram comigo mesmo na Universidade enquanto aluno da graduação. Na condição de professor, minha experiência com a disciplina começou em 2004. Naquele tempo, entendia que a dificuldade dos alunos devia-se a sua pouca experiência com conteúdos que eram pré-requisitos para a disciplina. Em sua maioria, os alunos eram oriundos das escolas públicas da região cuja realidade eu conhecia de perto por ter atuado inicialmente ministrando aulas em algumas dessas escolas públicas. A situação mais evidente era o desconhecimento de fatos e elementos fundamentais ao prosseguimento na carreira escolar em matemática, como os conceitos lecionados na educação básica, principalmente nas séries finais. Naquela época, procurei diversificar minha prática com a utilização de alguns recursos computacionais e, em particular, softwares de geometria dinâmica, visto que parte das dificuldades desses alunos era em relação à visualização dos gráficos de funções. O tempo passou e eu incorporei essa prática à minha atuação docente. Contudo, diante desse novo desafio e do meu desconhecimento em relação aos materiais e métodos necessários à efetiva inclusão de um cego em aulas de Matemática no Ensino Superior, desenvolvi este trabalho cuja experiência, espero, seja útil para você e lhe permita criar outras atividades tendo em vista algumas que menciono aqui.

Um grande abraço!

Sandro S. Gonçalves

Introdução

Com o aumento do acesso à Educação Superior vivido nos últimos anos, temos assistido também um paulatino acesso dos deficientes visuais nos mais diversos cursos de graduação. A questão, portanto, deixou de ser o acesso e passou a ser agora a sua inclusão e permanência nesses cursos. Notadamente, a geração de professores que atua nessas instituições, de modo geral, não está preparada ainda para receber tais alunos cujas necessidades especiais demandam mudanças nas práticas docentes. Em se tratando dos cursos que compõem a chamada área das Ciências Exatas e da Terra cujo foco na matemática é majorado, entendemos que os problemas podem ser ainda maiores visto que tal disciplina demanda, sobremaneira, a necessidade da "visualização". O meu interesse em realizar este trabalho nasceu em um curso de Sistemas de Informação onde atuei. Ministrava a disciplina de Fundamentos de Matemática para uma turma de primeiro período e, ao adentrar a sala de aula, no primeiro dia, deparei-me com o aluno cego. Foi algo impactante visto que nunca haviam ministrado aulas a pessoas com necessidades especiais. Algumas questões fervilhavam em minha mente, pois constituía um desafio significativo para mim ensinar matemática a um aluno cuja visualização, ferramenta mais utilizada na matemática e cuja prática se propaga e se repete em nossas aulas, era completamente inútil para ele. Imaginei que em relação às próximas disciplinas, como, por exemplo, o Cálculo I que ele teria em breve, algumas dificuldades seriam mais evidentes, visto que o Cálculo é uma disciplina com forte conotação visual. Com o desejo de estudar como um aluno cego se apropria de determinados conceitos, signos, palavras e como, enfim, ele poderia aprender, utilizando recursos materiais simples e de fácil acesso, combinados com o uso do computador, desenvolvi este trabalho.

Nesse sentido, este texto tem a pretensão de constituir-se em um pequeno roteiro para nortear um primeiro trabalho junto aos deficientes visuais na sua caminhada rumo ao desbravamento de alguns conceitos do Cálculo, em particular o de função derivada. Pretende ainda despertar a curiosidade e fomentar a criatividade para gerar outras ferramentas que sejam eficazes ao ensino de um modo geral. Nada está perfeitamente definido nesse campo. Estamos apenas tateando no escuro instigante. Desejo que você também se sinta desafiado como eu. Ao final de cada sessão, procurei deixar algumas sugestões de leituras que podem contribuir para o aprofundamento do tema.

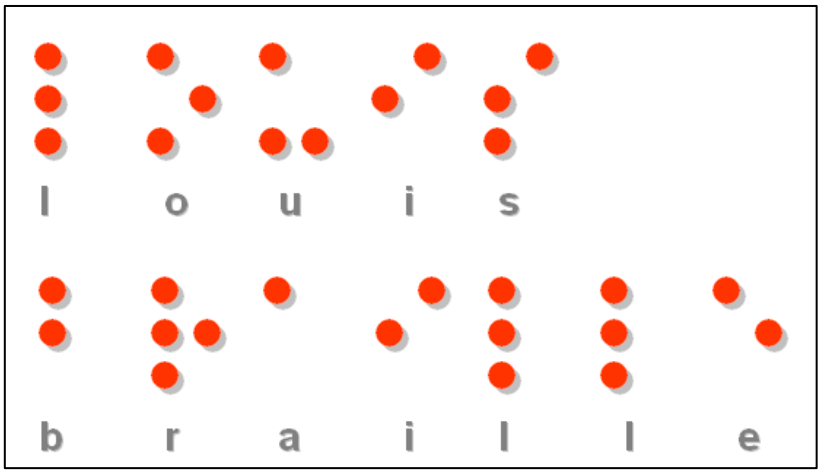
Entendendo um pouco as questões da deficiente visual do ponto de vista conceitual, o uso do Braille e suas dificuldades

O Sujeito cego atualmente (Brasil,1988,1994,1996,1999,2001,2007) é considerado, pela legislação em vigor, um aluno com necessidades especiais (Brasil,1989,2008) que demanda profissionais especializados, recursos e equipamentos disponíveis nas escolas onde são incluídos. O conceito de cegueira considerado neste trabalho está de acordo com Martín e Ramirez (2003), caracterizado pela total ausência de visão ou a simples percepção de luz. Para esses autores, vários países ocidentais consideram que um olho é cego quando seu campo visual se encontra reduzido a 20°. Esse conceito traduz a ideia de que o seu campo visual subentende um arco não maior que 20º. Esse estreito campo visual também é conhecido como "visão em túnel". É importante ressaltar que existem gradações diversas para a classificação das deficiências visuais que vão desde a visão subnormal à cegueira, e apenas profissionais da área médica estão capacitados a diagnosticar o grau e suas correções, quando couberem. A pessoa cega é aquela cuja aptidão para ver foi prejudicada a ponto de incapacitá-la para as atividades rotineiras, não sendo um consenso, portanto, caracterizá-la. Para Leitão e Fernandes (2011), em relação aos cegos, tem-se o uso universal do Sistema Braille como demarcador conceitual entre esses indivíduos e aqueles considerados com baixa visão. Os cegos são, portanto, aqueles cuja visão de perto é insuficiente para a vida escolar e leitura em geral, necessitando do uso do Sistema Braille.

O Sistema Braille[1], sistema de leitura com o tato, inventado pelo francês Louis Braille no ano de 1827, é um alfabeto convencional cujos caracteres evidenciam-se em alto-relevo. Tem por base a memorização dos símbolos combinados a partir de uma célula elementar, chamada célula Braille, que possui 6 (seis) pontos para preenchimento, permitindo 63 (sessenta e três) ou 64 (sessenta e quatro) combinações, dependendo da convenção adotada. Nele, podemos representar letras e pontuações para a maioria dos alfabetos (Figura 1).

[1] Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Braille> Acesso em: 2 ago. 2014.

Figura 1 – Representação em Braille do nome de seu inventor, Louis Braille



Fonte: Wikipédia: Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Braille>. Acesso em: 2 ago. 2014.

O Sistema Braille torna a palavra escrita acessível ao cego, mostrando-se ainda adaptável à modernidade. Existem conversores de escrita do formato .doc para o Braille[2] de modo que o que se escreve em um editor de textos possa ser convertido em Braille e impresso utilizando-se impressoras específicas em alto-relevo. Apesar de o Sistema Braille não ter sido objeto direto de minha pesquisa, identifiquei alguns problemas com o seu uso. Primeiramente, ao contrário do que se imagina, sua comunicação não é tão uniforme como se pensa. Dependendo do seu uso, a forma de se escrever pode variar bastante e, mesmo alguém que tenha conhecimento de sua escrita, terá dificuldades substanciais para entender o que outra pessoa escreveu. Temos três tipos de Braille: o de grau 1 ou por extenso, escrito letra a letra, mais fácil de se aprender, geralmente o que se ensina aos cegos que nasceram ou se tornaram cegos ainda na juventude; o Braille grau 2, mais abreviado, em que cada um dos 26 (vinte e seis) sinais tem significado duplo; e o Braille grau 3, altamente codificado, com várias contrações e abreviaturas. Esse nível é usado, geralmente, em anotações científicas e matérias muito técnicas. Pouquíssimo utilizado, portanto.

Outro problema é em relação à escrita matemática. A escrita Braille, no meu modo de ver, é complexa do ponto de vista dos entes matemáticos necessários à erudição matemática no Ensino Superior. Carece ainda de uniformidade e padronização de registros na língua Portuguesa. Em se tratando da linguagem matemática simbólica utilizada nesse nível de ensino, temos um padrão adotado em países de língua inglesa: o código de Nemeth[3]. Esta

[2] Disponível em: < http://intervox.nce.ufrj.br/~brailu/downloads.html>. Acesso: 2 ago. 2014.

[3] Alguns símbolos utilizados no Codigo de Nemeth. Disponível em:< http://www.tsbvi.edu/resources-math/index.php?option=com_content&view=article&id=1552:nemeth-code-reference-sheets>. Acesso em: 2 ago. 2014.

codificação foi criada pelo matemático e cientista da computação Abraham Nemeth e, em sua homenagem, recebe o nome de Nemeth Braille. O Código Braille de Nemeth para Matemática é utilizado para decodificar símbolos matemáticos e notação científica linear. Usa a célula Braille padrão de seis pontos para ser lida por pessoas com deficiência visual. Foi utilizado pela primeira vez em 1952 e, em 1992, integrado ao sistema Braille Inglês. No Brasil, o Código de Nemeth é pouco ou completamente desconhecido ainda. Nesse código, por exemplo, um símbolo de integração em Braille no Código de Nemeth é representado por ! (exclamação) e um símbolo de fatorial, que deveria ser a exclamação, é representado por & (e). Portanto, temos de avançar ainda nesse campo para discutir a forma adequada de trabalhar esssa linguagem de modo que os cegos brasileiros possam se apropriar dela.

Outra questão, ainda mais complicada, é que os editores de texto que escrevem fórmulas no formato .doc escrevem a fórmula como uma imagem. O leitor de tela não "lê" essa imagem. Assim, descrever fórmulas e notações matemáticas para um cego requer criatividade. De início é interessante discutir o que a notação representa, evidenciando a sua importância na comunicação matemática e, em seguida, procurar representá-la em papel com cola alto-relevo. Dessa forma, a partir do entendimento do *design* da notação, discutir a melhor forma de escrevê-la em Braille. Daniel, meu aluno cego, utiliza o Braille do tipo 1. Assim, escrever notações matemáticas para ele é descrever textualmente a notação. Temos trabalhado no sentido de melhorar essa escrita.

Devemos refletir ainda que no campo da educação matemática carecemos de informações mais específicas sobre como o processo cognitivo das pessoas com necessidades especiais se dá. Saber como proceder de maneira a tornar a aprendizagem eficaz, do ponto de vista pedagógico, ainda é um desafio substancial. Os estudos atuais indicam a necessidade de adaptação e utilização de recursos materiais manipulativos, tanto para desenvolver suas habilidades quanto seu processo cognitivo. Concordamos com Fernandes quando assevera

> O modo de trabalhar Matemática com os cegos pode facilitar a reflexão e busca para outros grupos de educandos com necessidades especiais (guardadas as diferenças) e inclusive a Didática da Matemática em geral, pois, se a metodologia de investigação é análoga, as soluções, podem ser indicadoras de soluções a seguir em cada caso. Dentro desta perspectiva, cada aprendiz é percebido como um aprendiz com necessidades especiais cabendo à Educação Matemática, como a todas as áreas da Educação, estruturar-se para potencializar suas competências e habilidades, e fazer desaparecer a palavra e o conceito "deficiente" (2004, p. 219).

Tornar algo “visível” para um cego é um desafio singular. Primeiramente, devemos definir o que é “ver” para um cego. Nesse sentido, particularmente entendo que ver é impressionar. Na Wikipédia[4],

> ver com os olhos significa usá-los em prol da visão, enquanto o cérebro é a ferramenta essencial para processar os estímulos provenientes dos olhos criando a visão. Por isso, no sentido mais amplo da palavra visão (de percepção visual), esta requer a intervenção de zonas especializadas do cérebro no córtex visual que analisam e sintetizam a informação recolhida em termos de forma, cor, textura, relevo, etc.

Ver, para um cego, passa por outros órgãos distintos dos olhos. Tanto o tato quanto a fala são aspectos importantes na vida deles. Em se tratando da educação matemática de alunos cegos, para o professor, é importante desenvolver a habilidade necessária para falar de forma que o cego compreenda o que ele está apresentando. Mais que isso, é importante ouvir o que o cego tem a dizer sobre o que ele ouviu. Através da fala, ele externaliza aquilo que está em formação na sua mente. Por meio desse processo de diálogo, “desenhamos com palavras” as imagens para que o cego, à sua maneira, construa a imagem mental do objeto descrito. Heid (1990, p.195 apud MACHADO, 2008, p. 32) relata em sua pesquisa que, “quando os estudantes falam sobre os conceitos matemáticos, estão realmente aumentando a compreensão do conceito. A linguagem permite que eles reflitam e revisem seus pensamentos” .

[4] WIKIPÉDIA. Disponível em:< http://pt.wikipedia.org/wiki/Vis%C3%A3o>. Acesso em: 24 jul. 2014.

A visualização, a tecnologia e o ensino de Cálculo

Zimmerman e Cunningham (1991, p. 3 apud FLORES, 2012, p. 34) definem visualização matemática como sendo "o processo de formação de imagens (mentais, ou com lápis e papel, ou com o auxílio de tecnologias) usando estas imagens de forma eficaz para a descoberta e compreensão da matemática".

Para Dreyfus (1991,p.26), "visualização é um processo pelo qual as representações mentais ganham existência". Contudo, Flores (2012, p. 42-3) destaca que, "a partir do trabalho de Foster (1988), o termo 'visualidade' vem sendo empregado em estudos visuais, e é descrito como sendo a soma de discursos que informam como nós vemos, olhamos as coisas e para as coisas". Mais uma vez, percebemos que esse conceito discute e problematiza "o visual enquanto percepção natural e fisiológica e articula-se com práticas visuais no âmbito da história e da cultura" (FLORES, 2012, p. 43).

E para alunos não videntes? Quais seriam as dificuldades que tais alunos enfrentariam para "visualizar" determinados conceitos? Uma das indagações possíveis seria exatamente como propiciar a alunos com cegueira ou baixa visão as mesmas oportunidades de visualização, uma vez que eles não dispõem da visão para utilizar a ferramenta da mesma forma que o faz um aluno vidente. Neste trabalho, entenderemos ferramenta[5] como um utensílio, dispositivo intelectual ou mesmo um procedimento que melhore a capacidade ou propicie uma vantagem mecânica (física) ou intelectual para realizar uma tarefa.

Ao tratar o computador como uma importante ferramenta de apoio às atividades do cotidiano, encontramos ainda em seus softwares desdobramentos importantes que auxiliam o trabalho e potencializam a capacidade de realizar tarefas e tornar conceitos mais acessíveis.

No caso do Cálculo, ao tratar do estudo das funções, de suas derivadas, de sua variação e mesmo do esboço dos gráficos, podemos pensar no conceito de reta tangente à curva em dado ponto, mais especificamente em sua inclinação como uma ferramenta capaz de obter uma vantagem em relação ao cálculo da velocidade, por exemplo, através dos caminhos da álgebra, e ainda relacioná-lo a vários outros através das derivadas das funções relacionadas, tal como pensaram Barrow e Newton no séc. XVII.

De forma sintética, o Cálculo é o estudo das funções, as quais podem ser representadas através dos pares ordenados que atendam à sua lei de formação. Pensando assim, podemos utilizar planilhas eletrônicas devido à facilidade de programação, de acesso livre (para

[5] WIKIPÉDIA. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Ferramenta>. Acesso em: 20 jan. 2014.

algumas) e por permitir, principalmente, a sua usabilidade via leitores de tela, para realizar algumas tarefas em nossos estudos com os cegos. São, portanto, úteis para determinar pares ordenados necessários à confecção dos gráficos. Alguns cálculos podem ser feitos nelas com uma pequena experiência de programação e, acima de tudo, podem ser guardados e usados posteriormente. Os alunos videntes podem utilizar calculadoras eletrônicas e fazer contas com relativa facilidade, contudo os alunos cegos não dispõem destas facilidades. Para tais alunos, temos a oferta das calculadoras científicas que verbalizam suas funções e operações, contudo são relativamente caras e não disponíveis no mercado brasileiro em português. Quando encontradas, verbalizam apenas palavras em língua inglesa. Assim, a alternativa viável é justamente utilizar o computador para realizar as tarefas que a calculadora faz. Nem todas as funções disponíveis nas calculadoras estão também disponíveis nas planilhas eletrônicas e isso constitui uma dificuldade para os alunos cegos. Elas também são não triviais e não têm teclas de acesso rápido como nas calculadoras. As funções devem ser acessadas e programadas nas células das planilhas através do uso de funções pré-programadas. Mesmo assim, a autonomia que pode ser oferecida a eles com o uso das planilhas eletrônicas é algo que deve ser considerado, pois, assim, eles podem explorar e simular situações sem a necessidade ou a dependência de terceiros.

À medida que avançamos no ensino médio, ao lidar, por exemplo, com o estudo das funções, esbarramos nos primeiros problemas. Tais assuntos têm forte conotação visual e boa parte dos professores explora tal aspecto sem relevar muito o lado concreto. Para os alunos cegos, é fundamental que eles dispunham de um plano cartesiano em que possam tatear e experimentar materialmente as representações feitas no quadro. Logo, vejo que a combinação do uso da tecnologia, juntamente com o uso de materiais manipuláveis, constitui um caminho interessante para o ensino de funções. As funções podem ser representadas utilizando-se as planilhas e, em seguida, transportados para o plano cartesiano feito em algum material que possibilite o seu registro e fixação.

O uso da Tecnologia para o ensino de cegos não é novidade recente em nosso país. Borges (2009 apud RODRIGUES 2010, p. 31) retrata que o ano de 1970 representa uma primeira tentativa de levar a tecnologia de computação para pessoas cegas no Brasil com o engenheiro Henrique Rosenfeld, então funcionário da Burroughs Corp. (atual Unisys), que ministrou para dois deficientes visuais um curso informal de programação, o qual permitiu que eles fossem contratados como estagiários do SERPRO. Contudo, poucas experiências têm sido retratadas na literatura quando tal tecnologia é utilizada em cursos na Educação Básica e menos ainda quando se trata da Educação Superior. Este trabalho tem por um de seus

objetivos fomentar algumas alternativas viáveis do uso dessas tecnologias no auxílio da aprendizagem desses alunos.

Diante de tal desafio, partindo da compensação social a que se refere Lev Vygotsky, cujo concepto se funda na reação do sujeito diante da deficiência, no sentido de superar suas limitações com base em instrumentos artificiais, como a mediação simbólica, passei a concentrar parte de meus esforços educacionais em buscar maneiras de tornar acessíveis os conhecimentos do Cálculo ao Daniel, tentando contornar as dificuldades de visualização e, de certa forma, fazê-lo "enxergar" os objetos através de outros sentidos que não a visão.

Com essa experiência, pude enxergar claramente o que Vygotsky retratava ao afirmar que existem vias alternativas de desenvolvimento humano na presença da deficiência:

> A criança cega ou surda pode adquirir, em seu desenvolvimento, o mesmo que uma normal, mas as crianças com defeito[6], o adquirem de modo distinto, por um caminho distinto, com outros meios, e para o pedagogo é importante conhecer a peculiaridade do caminho pelo qual deve conduzir a criança (VYGOTSKY, 1997, p. 17)[7].

As dificuldades estão mais em nós videntes que nos cegos, pois esses, mesmo com um sentido prejudicado, têm capacidade de desenvolvimento igual a qualquer outra pessoa, desde que lhe sejam dadas as condições adequadas e necessárias para tal.

---

[6] Atualmente tratamos por pessoa deficiente.

[7] Trecho original: [El niño ciego o sordo puede lograr em el desarollo lo mismo que el normal, pero los niños com defecto lo logran de distinto modo, por um caminho disitinto, com otros médios, y para el pedagogo es importante conocer la pecularidad del caminho por el cual debe conducir al niño].

O que usar?

Recursos tecnológicos e materiais utilizados nas atividades

Apresentarei adiante algumas atividades dentre as que foram desenvolvidas em sala, com toda a turma e em particular com o Daniel, nos encontros que realizamos. Antes de descrever as atividades, relaciono alguns recursos tecnológicos, materiais industrializados e outros que fabricamos e utilizamos para desenvolver essas atividades.

Reconheco como de fundamental importância para o desenvolvimento de alunos cegos no Ensino Superior a sua familiaridade com o computador. Daniel retratou que, se não fosse pela sua facilidade com o computador, dificilmente teria chegado ao Ensino Superior. Ele reconhece em sua utilização uma ferramenta fundamental para sua comunicação e para o desenvolvimento de sua autonomia. Para os cegos, o computador deve ser dotado de leitores de tela.

Leitores de tela

De acordo com a Wikipédia[8], o leitor de tela é um *software* usado para obter resposta do computador por meio sonoro. Tal programa é capaz de sintetizar a voz, em língua portuguesa, e possibilitar aos cegos a leitura de textos disponíveis em editores de textos, tornando, assim, sua vida mais independente. Tais programas possibilitam que o cego dependa menos também dos textos publicados em Braille, uma vez que muitos podem ser disponibilizados em programas para Windows ou Linux. Existem vários leitores livres na internet. Dentre eles, podemos citar: DOSVOX (*software* livre para ambientes Windows ou Linux), ORCA (*software* livre para ambiente Linux), NVDA (*software* livre para ambiente Windows), JAWS (*software* pago para Windows) e o Virtual Vision (*software* pago para ambiente Windows).

Desses, o Daniel utiliza o DOSVOX[9] e o NVDA[10]. Em nossas conversas, explicou-me que teve experiências com outros leitores de tela, como o ORCA, o JAWS e o Virtual Vision. Destaco aqui as impressões de Daniel acerca dos leitores.

Em relação ao ORCA, Daniel retrata que esse software é muito cansativo, confuso e bloqueia facilmente. Na época em que o testou, utilizou o Linux, ambiente que o ORCA

---

[8] Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Leitor_de_tela>. Acesso em: 7 de fev. 2014.
[9] Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/download.htm>. Acesso em: 7 de fev. 2014.
[10] Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/nvda/files/releases/2011.1.1/nvda_2011.1.1_installer.exe/download>. Acesso em: 14 set. 2014.

trabalha. Não gostou do editor de texto do Linux, preferindo o Word 2003, o qual usou por um período de dois meses.

Em relação ao JAWS, Daniel explicou que é um leitor bom. Contudo, não detectava erros ortográficos, suportando apenas a versão Word 2003. Sua voz robótica era muito cansativa e o software bloqueava sempre. Utilizou-o por um período de um ano e nove meses.

Não elencamos dentre os objetivos desta pesquisa nos aprofundar na experiência com outros leitores de tela, visto que ele é perfeitamente adaptado ao DOSVOX e ao NVDA.

Caso você se sinta interessado em obter mais informações sobre os leitores de tela, suas funcionalidades, vantagens, desvantagens etc., sugerimos algumas leituras a seguir:

Editores de texto e planilhas eletrônicas

O DOSVOX, descrito acima, pode ser utilizado sem que haja outros programas instalados no computador e que realizem tarefas como navegar na internet, acessar *e-mails*, editar textos ou computar dados como nas planilhas eletrônicas. Contudo, seus recursos são limitados. Interessante também é ter acesso a outros programas que realizem essas funções. Não há incompatibilidade entre ele e outros programas do ambiente Windows. É possível utilizar os programas do Microsoft Office tanto com o DOSVOX quanto com o NVDA. Há toda uma série de teclas de atalhos necessárias a uma boa navegação em editores de texto, planilhas eletrônicas e navegadores que, como dito anteriormente, devem ser aprendidos.

No caso de Daniel, ele já estava familiarizado com a utilização dos editores de texto preferencialmente o Microsoft Word na versão 2003. Nesse programa, lança suas notas de aulas para uso posterior. Escreve textos e manda *e-mails* anexados com documentos com facilidade. Já no caso das planilhas eletrônicas, seu uso é mais tímido. Utilizamos neste trabalho o Microsoft Excel (Figura 2), de modo que ele pudesse observar a ampliação da funcionalidade para realizar contas e estabelecer operações mais complexas. Nessas ocasiões, eu programava o Excel para ele. Ele se interessou pelo uso do programa e se comprometeu a explorá-lo mais vezes.

Figura 2 – Daniel lançando a coordenada x dos pontos na sua tabela do Excel para determinação da coordenada y por meio da função $\boldsymbol{y = sen(x)}$, na sala de aula, no dia 2 de outubro de 2013

Fonte: Acervo do autor.

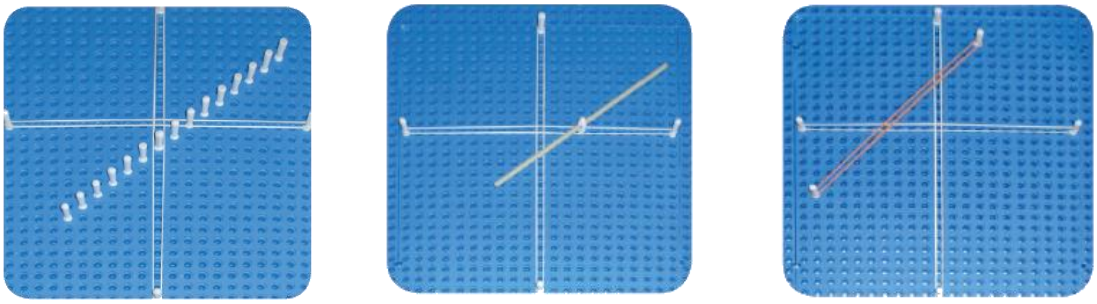
Multiplano

O Multiplano[11] é um recurso didático, industrializado, desenvolvido pelo Prof. Rubens Ferronato, que, com dificuldades semelhantes às desta pesquisa, desenvolveu um equipamento capaz de tornar palpável determinados conceitos ou entes matemáticos, bem como funções, regiões planas e espaciais. Consiste em uma placa perfurada em que se pode adaptar pinos e ligá-los com borrachinhas. Existem ainda peças específicas para determinadas funcionalidades e um mesmo ente pode ser representado de formas diferentes (Figura 3). Para os cegos, o desenvolvimento do tato é fundamental a fim de que tenham autonomia, e o uso de materiais concretos vem de encontro a essa necessidade. Assim, o uso do Multiplano, com todos os recursos que ele possui, constitui ferramenta fundamental para promover e desenvolver essa autonomia. Na Figura 4, apresentamos uma representação possível no Multiplano que permitiu explorar determinadas particularidades do assunto que tratávamos naquele momento.

[11] Disponível em: <http://www.multiplano.com.br/>. Acesso em: 7 fev. 2014.

Figura 3 – Representação de reta uma reta utilizando pinos (a), utilizando peça do kit (b) ou ainda utilizando pinos e borrachinhas (c)

Figura 3a **Figura 3b** **Figura 3c**



Fonte: Site institucional da indústria de produtos educacionais MULTIPLANO <http://www.multiplano.com.br/conteudos.html>. Acesso em: 7 fev. 2014.

Por outro lado, nem sempre um produto industrializado é garantia de sucesso e promessa de solução de todos os problemas. Em minha pesquisa, por exemplo, foi necessário criar outra alternativa para a construção de gráficos em superfícies onde a escala pudesse permitir maior amplitude. Coisa que o Multiplano, por melhor que seja, não permite. Assim, adaptar e utilizar materiais de baixo custo faz-se necessário diante das dificuldades e desafios que surgem ao longo do percurso.

Figura 4 – Daniel utilizando o Multiplano em uma atividade de exploração da função $f(x) = sen(x)$

Fonte: Acervo do autor.

Gráficos adaptados em alto-relevo

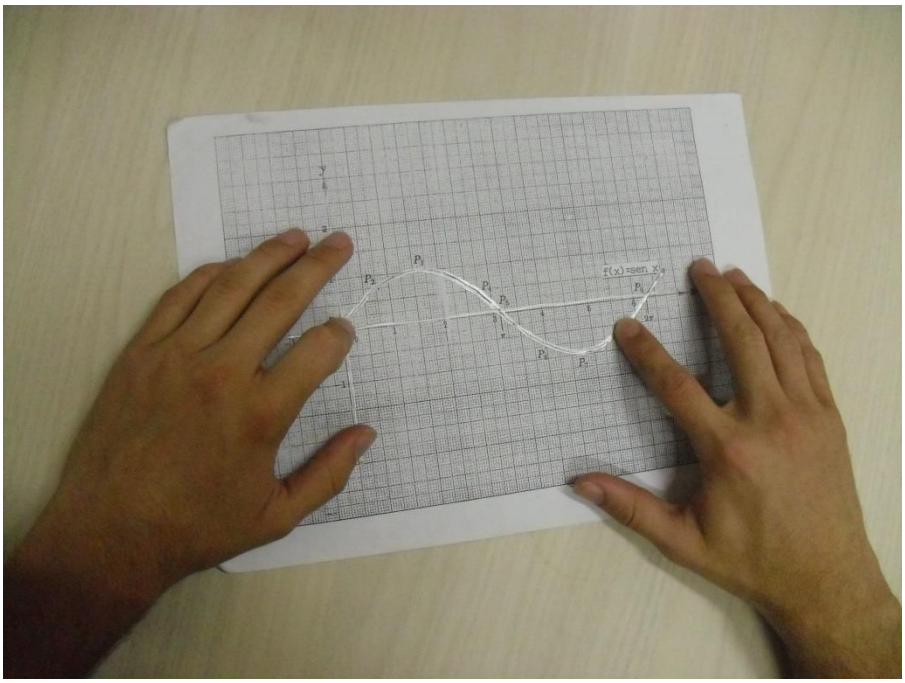
Ao lidar com alunos com necessidades especiais, devemos ter em mente sempre que cada necessidade especial não encerra em si um conjunto de soluções adequadas a todos. No

universo da deficiência visual, pode-se separar em duas formas mais comuns: cegueira e baixa visão. As duas formas de avaliação de capacidade visual são por meio da acuidade visual (discriminação das formas) e pelo campo visual (capacidade de percepção da amplitude dos estímulos).

Em nossa sociedade, acredita-se que a visão é o sentido mais importante e mais utilizado. De fato, boa parte dos estímulos que nos impressiona chega pelo canal visual. Uma vez que o cego é privado desse sentido, supomos que ele terá sérias restrições à sua vida. De fato, a cegueira impõe limites. Mas acredito, tal como destaca Vygotsky, que o estímulo, bem como o uso dos instrumentos adequados, podem potencializar a capacidade dos cegos de usufruir de um desenvolvimento normal de suas habilidades. Tal estímulo deve ter em vista outros caminhos pedagógicos que contemplem o uso de capacidades diversas por parte do cego, não perdendo, assim, a possibilidade legítima que tem de acesso à formação por meio da instrução e, finalmente, a construção de seu conhecimento.

Entendo que o trabalho do professor é fundamental na busca por caminhos para romper com o atual paradigma educacional do ensino igual para todos. Nesse sentido, penso que a palavra “adaptação” é a melhor para expressar o pensamento do professor diante dos desafios encontrados no seu cotidiano ao lidar com alunos com necessidades especiais. Dentre as adaptações possíveis para a leitura dos cegos, temos o alto-relevo. Não se trata aqui de encerrar uma única forma. Pode-se utilizar, por exemplo, cola alto-relevo (Figura 5), barbantes, arames, borrachinhas etc. Tudo é válido, tendo em vista o processo de visualização que impressione o sentido táctil do cego.

Figura 5 – Gráfico da função $\mathbf{f(x) = sen(x)}$ realçado com cola alto-relevo e disponível para Daniel



Fonte: Acervo do autor.

Sugestões de leituras:

MEC. Leitores de Tela: Descrição e comparativo. Disponível em: <file:///C:/Users/LMAT/Downloads/eMAG-Descricao-dos-Leitores-de-Tela.pdf>. Acesso em: 27 set. 2014.

MULTIPLANO. Produtos Educacionais. Disponível em: <http://www.multiplano.com.br/conteudos.html>. Acesso em: 27 set. 2014.

IFRS. Manual do NVDA. Projeto de Acessibilidade Virtual. Disponível em: <http://acessibilidade.bento.ifrs.edu.br/arquivos/pdf/manual/manual-02-arquivo-08.pdf>. Acesso em: 27 set. 2014.

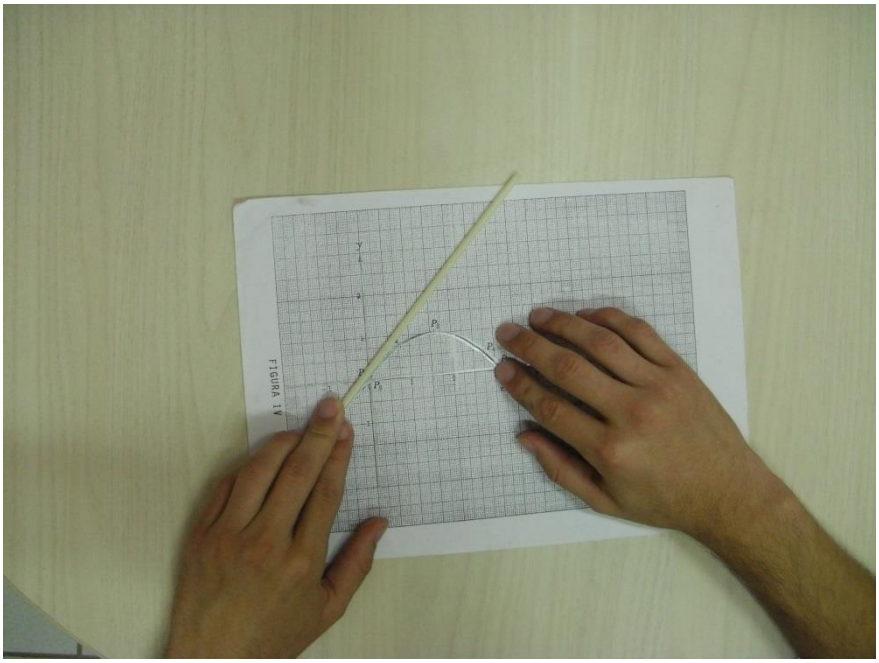
O que fazer?

Algumas atividades sugeridas

Apresentarei para você algumas atividades elaboradas a partir da pesquisa. Elas têm como objetivo constituir um primeiro impulso para a elaboração de outras. Oportunizarei um exemplo de cada uma das atividades desenvolvidas ao longo da pesquisa, tendo em vista que variamos apenas as funções. As atividades estão organizadas da seguinte forma:

a) Construção de gráficos em papel para exploração táctil dos gráficos de funções elementares de uma variável (Figura 6);
b) construção de gráficos utilizando recursos computacionais e material concreto para a obtenção dos gráficos por meio de pares ordenados;
c) obtenção das inclinações das retas tangentes à curva da função $f(x) = sen(x)$ e confecção da tabela com as inclinações a partir de dados computados em sala de aula;
d) construção da curva de inclinações das retas tangentes à curva da função primitiva e associação entre esta curva e a função derivada.

Figura 6 – Representação da função seno de x em papel milimetrado e realçada com cola e utilização de um palito de churrasco como reta tangente à curva



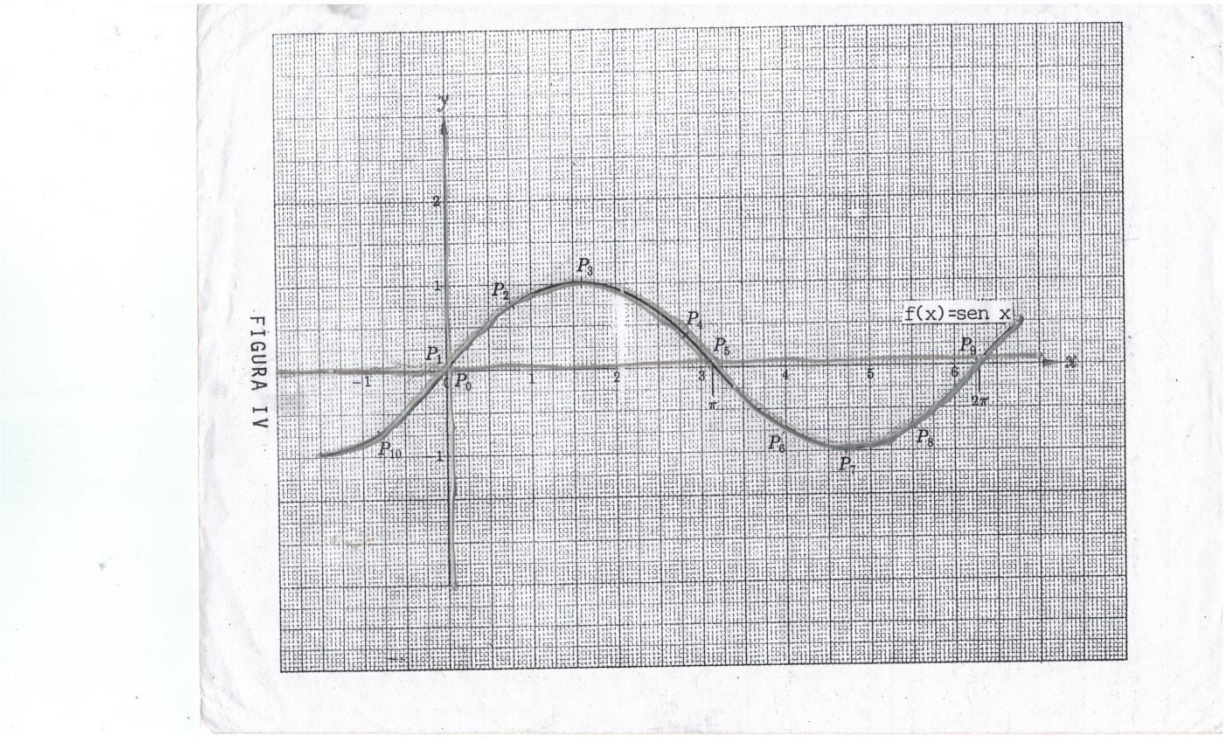
Fonte: Acervo do autor.

1º Atividade: Construção de um gráfico utilizando papel e cola alto-relevo

Objetivo:

Essa atividade tem por objetivo apresentar, por meio do uso de materiais simples e fáceis de serem encontrados no comércio, como tornar acessível ao estudante cego os gráficos de funções elementares de uma variável. Dentre as decorrências desta pesquisa, uma delas era justamente proporcionar experiências com materiais de baixo custo para que as atividades pudessem ser facilmente reproduzidas. Dessa forma, criamos coisas simples, como, por exemplo, gráficos de algumas funções de uma variável realçadas com cola alto-relevo (Figura 7).

Figura 7 – Representação da função seno de x em papel milimetrado e realçada com cola alto-relevo



Fonte: Acervo do autor.

Materiais utilizados:

- Folha de papel A4 milimetrada;
- filme Cristal para impressoras inkjet ou plástico para transparências de retroprojetor, com o gráfico da função $f(x) = sen(x)$ impresso;
- cola alto-relevo.

Procedimentos:

O gráfico das funções pode ser gerado utilizando, por exemplo, o Scilab[12]. No Anexo A, está descrito o processo de geração do gráfico e como exportá-lo em formato .PDF para edição e impressão na transparência.

Dessa forma, os gráficos das funções ficam acessíveis para que o estudante cego, por meio do tato, perceba seus traçados. Os pontos inteiros podem ser realçados no eixo x, de modo que o estudante possa acompanhar e verificar a relação entre as coordenadas do domínio e a sua respectiva imagem na função representada.

Por outro lado, percebi que a construção do gráfico das funções é de substancial importância para o entendimento das relações entre pares ordenados e o traçado do gráfico. Para isso, utilizaremos como exemplo a construção do gráfico da função $f(x) = sen(x)$, tendo por base pontos obtidos em uma tabela do Microsoft Excel, que pode ser lida pelo software NVDA. Adiante, utilizaremos essa mesma construção para tratar da curva de inclinações e, finalmente, a obtenção da função derivada, $f(x) = cos(x)$.

2º Atividade: Construção do gráfico da função $\mathbf{f(x) = sen(x)}$

Objetivo:

Essa atividade tem por objetivo tratar da construção do gráfico da função $f(x) = sen(x)$ utilizando uma tabela gerada no Microsoft Excel que pode ser lida pelo software NVDA. Esse procedimento é necessário para o que o estudante cego possa perceber alguns dos pares ordenados que determinam o gráfico da função.

Recursos e materiais utilizados:

– Computador dotado de software Excel ou outra planilha eletrônica qualquer e software NVDA[13];
– folha de isopor;
– alfinetes de cabeça colorida;
– borrachinhas de dinheiro.

Procedimentos:

[12] Site institucional do Scilab. Disponível em: <http://www.scilab.org/download/5.5.0>. Acesso em: 3 ago. 2014.
[13] Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/nvda/files/releases/2011.1.1/nvda_2011.1.1_installer.exe/download>. Acesso em: 14 set. 2014.

Começamos inicialmente por programar na Planilha de Excel a função $f(x) = en(x)$. Destaco as etapas seguintes:

Passo 1: Abra o programa Microsoft Excel.

Passo 2: Na célula A1 digite “Ponto”, na célula B1 digite “valores de x”, e na célula C1 digite “valores de seno x”.

Passo 3: Posicione o cursor sobre a célula C2. Digite “=SEN(B2)”.

Passo 4: Abaixo de “Ponto”, digite as letras A, B, C, ..., P.

Passo 5: Volte à célula C2 e, ao posicionar o cursor sobre ela, note que aparece um pequeno quadradinho no seu vértice inferior esquerdo. Clique nesse quadradinho com o botão esquerdo do mouse, segure e arraste para baixo até a célula C17. Todas as células de C2 até C17 ficarão preenchidas com o número 0 (zero).

Passo 6: Posicione o mouse sobre a célula A1 e selecione todas as células até a célula C17. Procure na barra de comandos o ícone “Bordas” (destacado em vermelho na Figura 6), clique nele, e clique na opção “todas as bordas”.

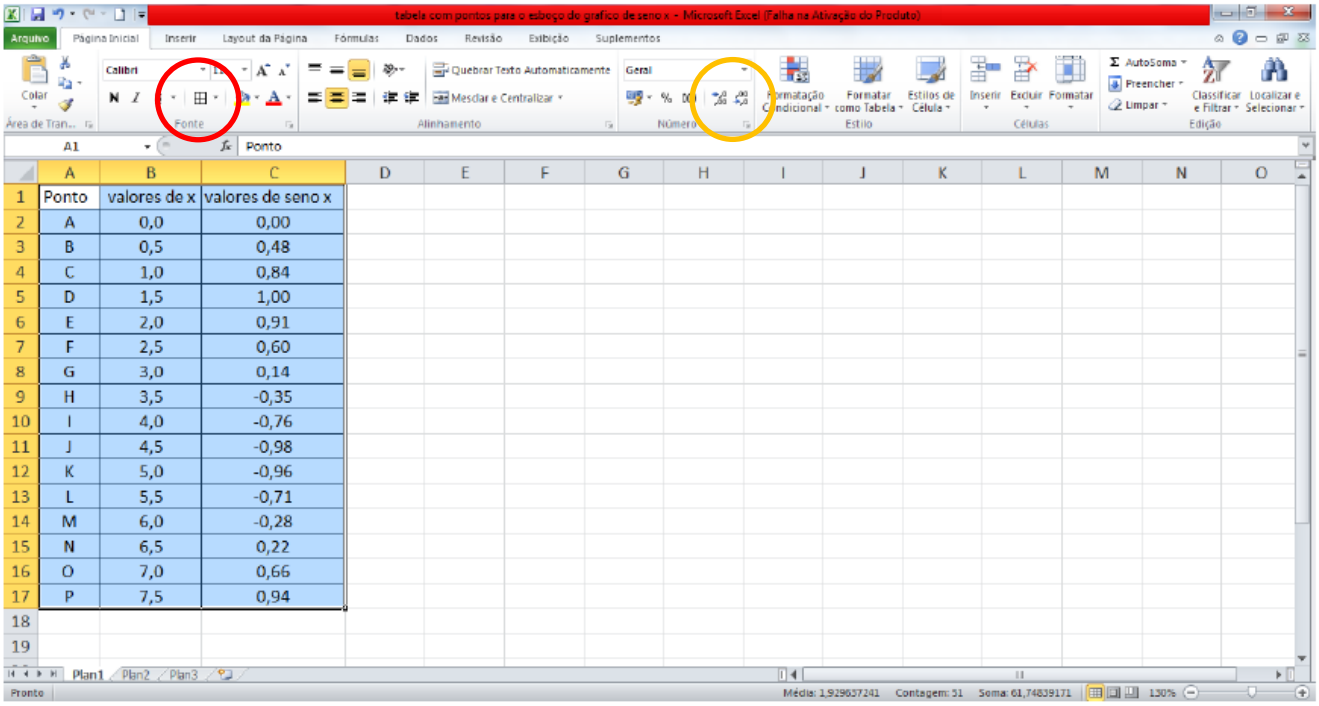
Passo 7: Dê um nome para a sua tabela como “tabela com pontos para o esboço do gráfico da função seno x”.

Passo 8: Preencha a tabela, em sua coluna “valores de x” com valores descritos na Figura 3.

Passo 9: Vamos agora formatar o número de casas decimais após a vírgula dos números obtidos na coluna “valores do seno x”. Para isso, selecione toda esta coluna de C2 até C17. Em seguida, clique no ícone “diminuir casas decimais” (destacado em laranja na Figura 8) e reduza até 2 casas decimais.

Passo 10: Agora utilizaremos a folha de isopor. A primeira tarefa é definir a localização dos eixos coordenados. Em seguida, define-se uma escala adequada para marcar os pontos inteiros sobre os eixos. Essa tarefa requer certa astúcia, visto que, para o eixo x, teremos uma variação de 0 até 7,5. Já no eixo y, teremos um intervalo [-1,1]. Dessa forma, é conveniente dobrar ou quadruplicar a escala do eixo y em relação à escolhida para o eixo x. A Figura 9 demonstra os pontos posicionados na forma como foram computados no GeoGebra e cujo esboço deseja-se que se obtenha sobre a folha de isopor. É importante que o estudante cego se envolva na discussão da obtenção da melhor escala para o gráfico. Importante ainda ressaltar que ele tratará de pontos decimais e será necessário que utilize a sua estimativa para localizar tais pontos. Daniel utilizava um pedaço de régua que trazia consigo e o tratava como uma medida inteira de espaçamento entre pontos, posicionando o pedaço de régua em pé (Figura 10).

Figura 8 – Tabela de Excel organizada com alguns pares ordenados da função seno de x

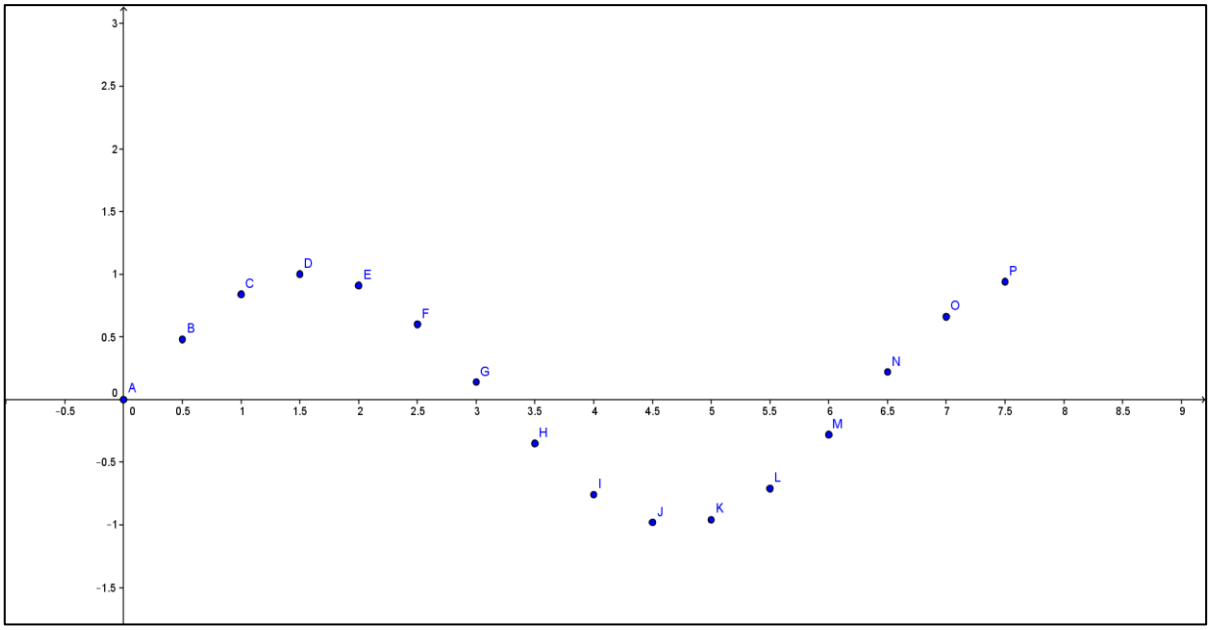


Ponto	valores de x	valores de seno x
A	0,0	0,00
B	0,5	0,48
C	1,0	0,84
D	1,5	1,00
E	2,0	0,91
F	2,5	0,60
G	3,0	0,14
H	3,5	-0,35
I	4,0	-0,76
J	4,5	-0,98
K	5,0	-0,96
L	5,5	-0,71
M	6,0	-0,28
N	6,5	0,22
O	7,0	0,66
P	7,5	0,94

Fonte: Acervo do autor.

Passo 11: Em seguida à definição da escala, marca-se as posições dos pontos alocando-os com os alfinetes de cabeça colorida. Na sequência, unimos os pontos com as borrachinhas de dinheiro, obtendo-se, finalmente, o esboço do gráfico da função f(x)=sen(x).

Figura 9 – Pontos computados e plotados no GeoGebra referentes à função $f(x) = sen(x)$



Fonte: Acervo do autor – Produzido com o auxílio do GeoGebra.

Figura 10 – Utilização do pedaço de régua para marcar os pontos no eixo x no encontro particular do dia 8 de outubro de 2013

Fonte: Acervo do autor.

3º Atividade: Obtenção das inclinações das retas tangentes à curva da função $f(x) = sen(x)$ e confecção da tabela com as inclinações a partir de dados computados em sala de aula

Objetivo:

Essa atividade tem por objetivo obter, por meio do método do triângulo, o cálculo das inclinações das retas tangentes à curva da função $f(x) = sen(x)$ em determinados pontos.

Recursos e materiais utilizados:

– Folha com o gráfico da função $f(x) = sen(x)$ impressa no papel milimetrado produzido na atividade 1;

– régua;

– calculadora científica.

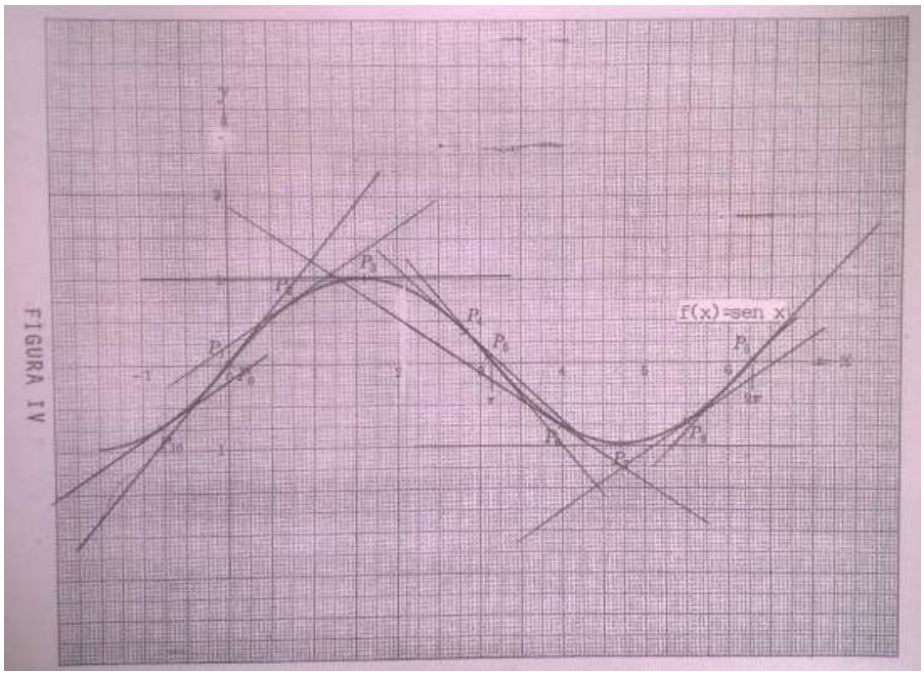
Procedimentos:

Começamos inicialmente por programar na Planilha de Excel a função $f(x) = sen(x)$. Destaco as etapas seguintes:

Passo 1: A partir do gráfico da função $f(x) = sen(x)$ descrito na malha, deve-se obter 10 pontos, sendo a sua escolha livre. A Figura 5 evidencia a localização de alguns pontos escolhidos na atividade feita em sala de aula.

Passo 2: Os alunos videntes ou o professor devem traçar a melhor reta tangente à curva pelos pontos escolhidos. Na Figura 11, recuperamos o trabalho feito para obter essas tangentes à curva da função $f(x) = sen(x)$. Note que aqui ainda não falamos da obtenção da reta tangente pelo limite da secante. Na tarefa em sala de aula, alguns alunos perceberam que os valores obtidos pelas duplas, apesar de próximos, eram diferentes.

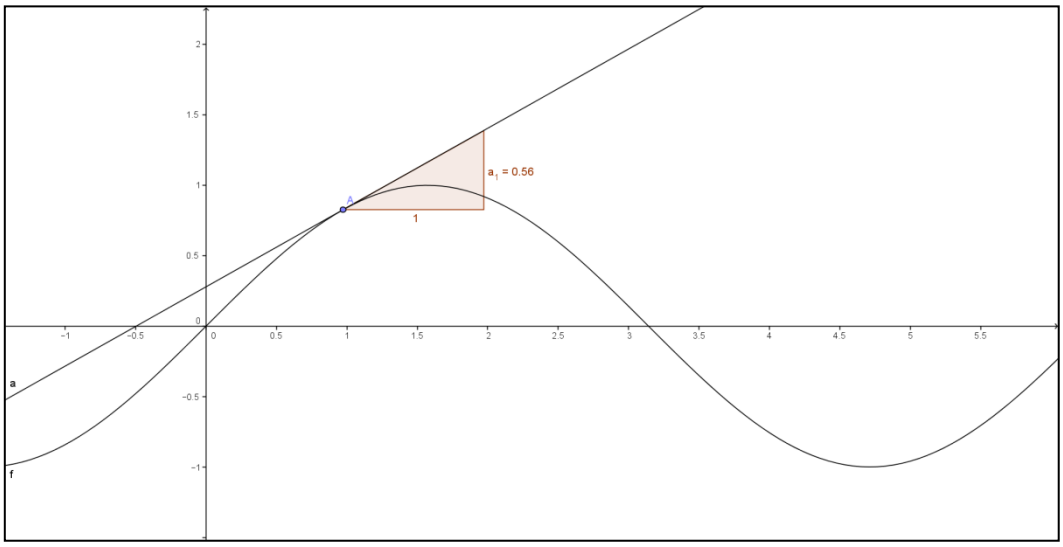
Figura 11 – Determinação visual das retas tangentes à curva da função $\mathbf{y = sen(x)}$



Fonte: Acervo do autor.

Daí decorreu uma discussão que culminou, ao final da atividade, na definição da inclinação da reta tangente utilizando limites. Os cálculos obtidos aqui serão aproximados. A Figura 12 apresenta a forma como o triângulo será obtido: toma-se um ponto sobre a curva (ponto de tangência e outro, escolhido sobre a reta). Computa-se, assim, a $inclinção = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ sendo $\Delta y = (y_B - y_A)$ e $\Delta x = (x_B - x_A)$.

Figura 12 – Determinação do valor da inclinação da reta tangente à curva da função $\mathbf{y = sen(x)}$ utilizando a tangente trigonométrica do ângulo



Fonte: Acervo do autor – produzido com o auxílio do Geogebra.

Passo 3: A partir dos pontos computados, montaremos uma tabela com os dados organizados conforme a Tabela 1. Para a confecção desta tabela, utilizamos as coordenadas de x descritas na atividade 2.

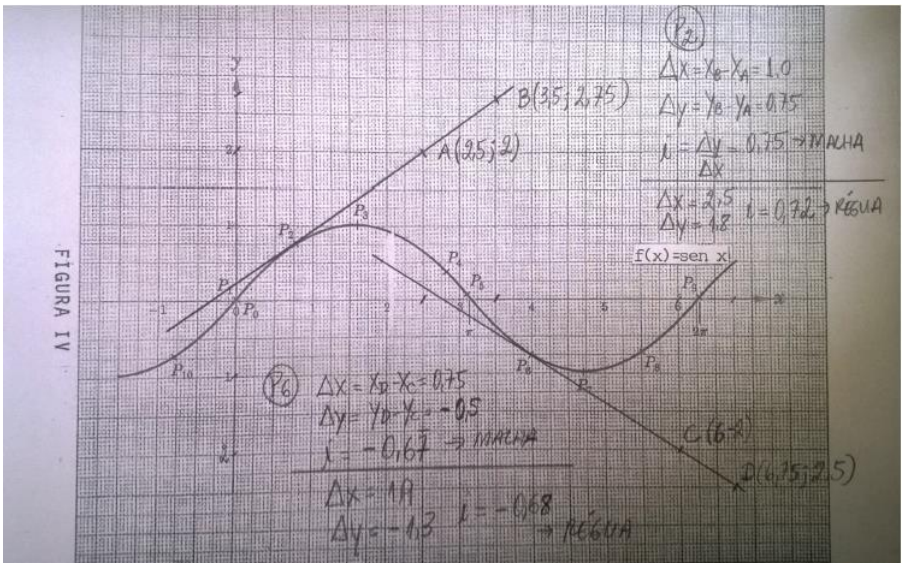
Tabela 1 – Alguns pontos obtidos por meio do cálculo das inclinações das retas tangentes à curva do $f(x) = sen(x)$

Ponto	Coordenada x	Inclinação da reta tangente à curva de $\boldsymbol{f(x) = sen(x)}$ em $\boldsymbol{(x, f(x) = sen(x))}$
A	0,0	1,00
B	0,5	0,88
C	1,0	0,54
D	1,5	0,07
E	2,0	-0,42
F	2,5	-0,80
G	3,0	-0,99
H	3,5	-0,94
I	4,0	-0,65
J	4,5	-0,21
K	5,0	0,28
L	5,5	0,71
M	6,0	0,96
N	6,5	0,98
O	7,0	0,75
P	7,5	0,35

Fonte: Acervo do autor.

Na Figura 13, recuperamos a forma como os alunos desenvolveram os cálculos das inclinações a partir das retas traçadas.

Figura 13 – Determinação do valor da inclinação da reta tangente à curva da função $\mathbf{y = sen(x)}$ utilizando a tangente trigonométrica do ângulo, usando pontos da malha e medindo com a régua



Fonte: Acervo do autor.

4º Atividade: Construção da curva de inclinações das retas tangentes à curva da função primitiva e associação entre esta curva e a função derivada

Objetivo:

Essa atividade tem por objetivo obter, por meio dos pares ordenados obtidos na atividade 3, o gráfico da curva de inclinações das retas tangentes à curva da função $f(x) = sen(x)$ nos pontos determinados e, assim, concluir graficamente que essa curva obtida é a curva da função $f(x) = cos(x)$.

Recursos e materiais utilizados:

– Folhas com os gráficos das funções $f(x) = sen(x)$ e $f(x) = cos(x)$ impressas no papel milimetrado produzido na atividade 1;

– folha de isopor com o gráfico da função $f(x) = sen(x)$ desenvolvido na atividade 2;

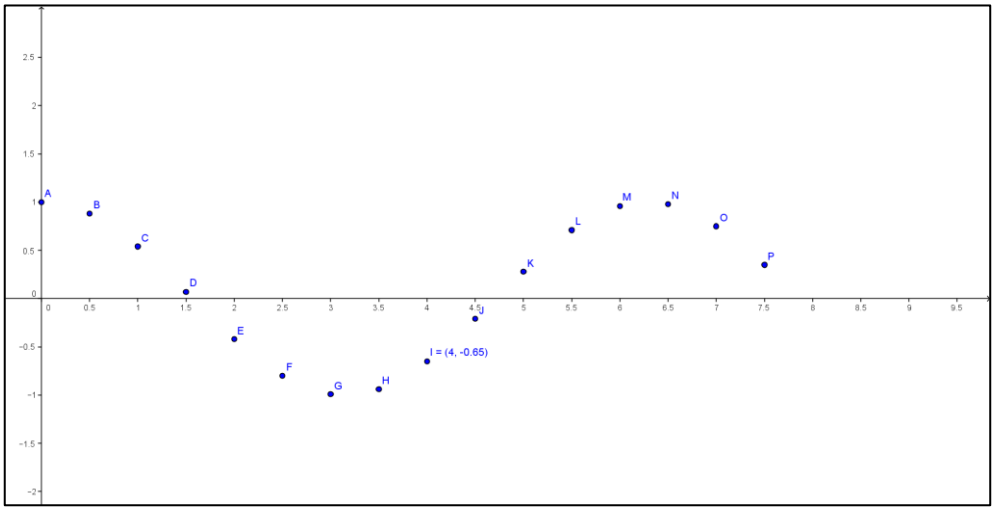
– alfinetes de cabeça colorida;

– borrachinhas de dinheiro.

Procedimentos:

– Utilizando os pares ordenados da Tabela 1, localizamos tais pontos no mesmo gráfico em que foi descrita a curva da função $f(x) = sen(x)$. Dessa forma, após marcar todos os pontos, a nova curva deve ter a forma descrita na Figura 14.

Figura 14 – Pontos computados e plotados no GeoGebra referentes à função $f(x) = cos(x)$



Fonte: Acervo do autor – Produzido com o auxílio do GeoGebra.

Plotados os dois gráficos na folha de isopor, fechamos a atividade, evidenciando que essa última curva foi obtida a partir da primeira curva. Há uma relação entre elas e essa relação se dá por meio da curva de inclinações das retas tangentes à primeira, que forma a segunda.

Na atividade desenvolvida nos encontros particulares com Daniel, pude perceber a importância que as atividades de construção tinham na formação de suas concepções. A partir da experiência táctil, ele podia estruturar seu raciocínio e construir suas conjecturas.

Ao finalizar essa atividade, pretendo ressaltar a importância da construção e discussão conjunta entre o professor e o aprendiz cego.

Na atividade desenvolvida com Daniel, pude perceber que as informações que ele estruturava em sua mente eram fragmentadas e permeavam a sua fala. Ora ele vacilava ao tentar elaborar uma ideia, ora era incisivo em suas afirmações.

Esse processo de composição que parece caótico e confuso mistura elementos de nossas conversas e de suas lembranças. Damásio (1994, p. 100-101 apud DANIELS, 2001, p. 41) descreve que

> As imagens não são armazenadas como fac-símiles de coisas ou eventos ou palavras ou sentenças. O cérebro não arquiva fotografias de pessoas, objetos, paisagens; nem

> armazena filmes de cenas de nossas vidas [...] Em suma, parece não haver nenhuma gravura permanentemente mantida de nada, nem mesmo em miniatura, nem microficha, nenhuma cópia durável. [...] As imagens mentais são construções momentâneas, tentativas de replicação de padrões que foram experienciados, em que a probabilidade de replicação exata é baixa, mas a de replicação substancial pode ser mais alta ou mais baixa, dependendo das circunstâncias em que as imagens foram apreendidas e estão sendo relembradas.

As imagens mentais de Daniel são formadas, em certa medida, a partir de suas experiências tácteis. Percebemos que não é tão simples assim para ele relacionar as informações oriundas de nossos diálogos, com as experiências tácteis e ainda com o todo conceitual do assunto em questão, que, diga-se de passagem, causa grande confusão aos videntes. Ao contrário de um vidente cujo aparelho visual permite a experiência simultânea de todas as informações, a exploração pelo tato permite uma obtenção gradual dessas informações. Interessante observar que, na minha opinião, não me parece desorganizada a forma que Daniel observa as coisas através do tato. Ele tenta se apropriar dessas informações gradualmente.

Considerações finais

Com as atividades que apresentamos, objetivamos descrever o processo de obtenção de funções derivadas de uma maneira construtiva, utilizando materiais de baixo custo. Algumas etapas devem ser feitas de maneira coletiva, tendo o estudante cego como participante do processo. Essas atividades são apenas um pequeno esforço no sentido de romper com o processo tradicional de ensino de Cálculo fortemente enraizado nos processos algébricos ou por meio de demonstrações tediosas em que decorar é a consequência final do processo, sem a necessariamente de entender o que se faz ou porque se faz de tal ou qual forma. Com certeza, desenvolver atividades assim rompe com a dinâmica centrada no professor e muda a ótica para a descoberta por parte do aluno, mas, tendo por base a Teoria sócio-histórica cultural de Vygotsky, acredito que outros caminhos de aprendizagem devem ser estimulados, e cabe ao professor identificar os caminhos de aprendizagem de seus alunos. Surpreendemo-nos quando, na tentativa de auxiliar um aluno que demanda recursos especiais, auxiliamos também vários outros alunos cujas dificuldades são também superadas por passarem a utilizar outros caminhos diversos à visão. Na verdade, hoje eu penso que nós aprendemos a confiar demais na visão sem nos importar, muitas vezes, em estimular outros caminhos em que a aprendizagem possa também se fazer.

Referências

BRASIL. Congresso. Senado**. Constituição Federal** (1988). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 22 jan. 2014.

_____. **Lei nº. 7.853 de 24 de Outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm>. Acesso em: 22 jan. 2014.

_____. **Lei nº. 10.098 de 19 de Dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm >. Acesso em: 22 jan. 2014.

_____. **Lei nº. 10.172 de 9 de Janeiro de 2001**. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm>. Acesso em: 22 jan. 2014.

_____. **Lei nº. 9.394 de 20 de Dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 22 jan. 2014

DREYFUS, T. Advanced mathematical thinking processes. In: TALL, David (Org.). **Advanced mathematical thinking**. Dordrecht: Kluwer, 1991. p. 25-41.

FERNANDES, S.H.A.A. **Uma Análise Vygostkiana da apropriação do conceito de simetria por aprendizes sem acuidade visual**. 2004. 250 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – FAE, PUC-SP, SP, 2004.

_____. **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. 2008. 274F.Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo, 2008.

FLORES, C. R. **Pesquisa em visualização na Educação Matemática: conceitos, tendências e perspectivas**. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 31-45, set. 2012.

LEITÃO, José Carlos; FERNANDES, Cleonice Terezinha. Inclusão escolar de sujeitos com deficiência visual na rede regular de ensino brasileira: revisão sistemática. **Linha Crítica**, Brasilia, DF, v. 17, n. 33, p. 273-289, maio/ago. 2011.

MARTÍN, Manuel Bueno; RAMIREZ, Francisco Ruiz. Visão Subnormal. In: MARTÍN, Manuel Bueno; BUENO, Salvador Toro (Orgs.). **Deficiência Visual**: Aspectos Psicoevolutivos e Educativos. São Paulo: Santos, 2003. p. 27-40.

MACHADO, R.M. **A visualização na resolução de problemas de calculo diferencial e integral no ambiente computacional MPP**. 2008. 287 f. Tese (Doutorado em Educação) – FEA, UNICAMP, São Paulo, 2008.

RODRIGUES, F.S. **O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) por Alunos Cegos em Escola Pública Municipal de Fortaleza**. 2010. 204f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, UFC, Fortaleza, 2010.

VYGOSTSKY, L. S. Los problemas fundamentales de la defectologia contemporânea. En: VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas V**: Fundamentos de defectologia. Madrid: Visor, 1997. p. 11-40.

Anexo A

Tutorial para obtenção do gráfico da função $f(x) = sen(x)$ utilizando o Scilab

1º Passo: Baixar o programa em **http://www.scilab.org/download/5.5.0**.

2º Passo: Executar o programa.

3º Passo: Iniciá-lo.

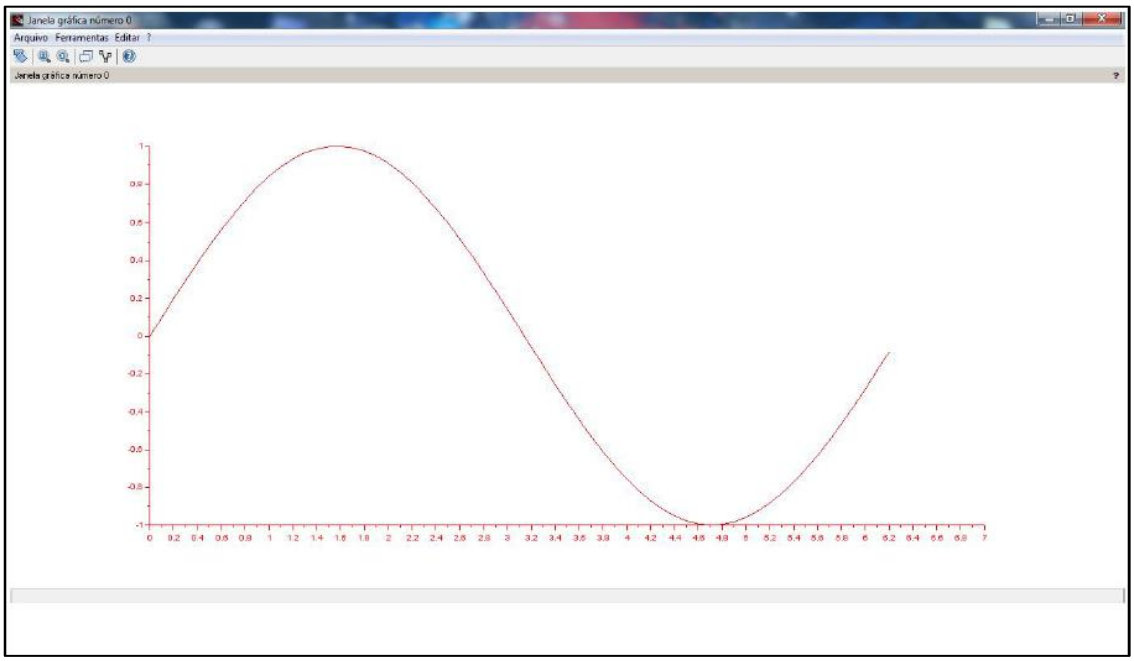
4º Passo: Ao iniciar, o programa abrirá a sua janela principal, em que teremos a janela do **Console**. Nessa janela, digite os seguintes comandos:

1. **x=[0:0.1:2*%pi];** (*pressione enter*)
2. **y=sin(x);** (*pressione enter*)
3. **plot2d(x,y);** (*pressione enter*)

A linha 1 atribui o intervalo de $[0,2\pi]$ para a propagação do gráfico; a linha 2 atribui qual função desejamos obter o gráfico a partir do domínio x; a linha 3 descreve os pares ordenados que descreverão a função.

Ao pressionar *enter* no comando de plotagem, outra janela abrirá com o gráfico (Figura 15).

Figura 15 – Janela gráfica do Scilab com o gráfico de $f(x) = sen(x)$



Fonte: Acervo do autor – gerado com o software Scilab

5º Passo: Na barra de comandos, clique em “Arquivo” e, em seguida, “Exportar para...”.

6º Passo: Ao abrir a janela “Exportar”, escolha o local em que deseja guardar o arquivo. Dê um nome para ele e escolha o formato .PDF. Escolha em seguida “Landscape” e confirme (Anexo B).

7º Passo: Agora temos duas opções de impressão: uma, utilizando impressora jato de tinta e o filme de cristal próprio para ela e outra, a impressora à laser e o plástico próprio para transparências utilizadas em retroprojetores. Imprima segundo sua opção.

8º Passo: Agora ajuste corretamente este impresso sobre uma folha milimetrada, de modo que o gráfico coincida com a malha corretamente. Prenda com durex e tire xerox. Assim, você terá o gráfico para ser utilizado nas atividades para alunos videntes.

9º Passo: Para estudantes cegos, utilize a cola alto-relevo para realçar os eixos e o traçado da curva.

10º Passo: Repita este procedimento para outras funções que desejar. Para a nossa atividade, é necessário que tenhamos as funções $f(x) = sen(x)$, $f(x) = cos(x)$, $f(x) = \ln(x)$ e $f(x) = \frac{1}{x}$.

Anexo B

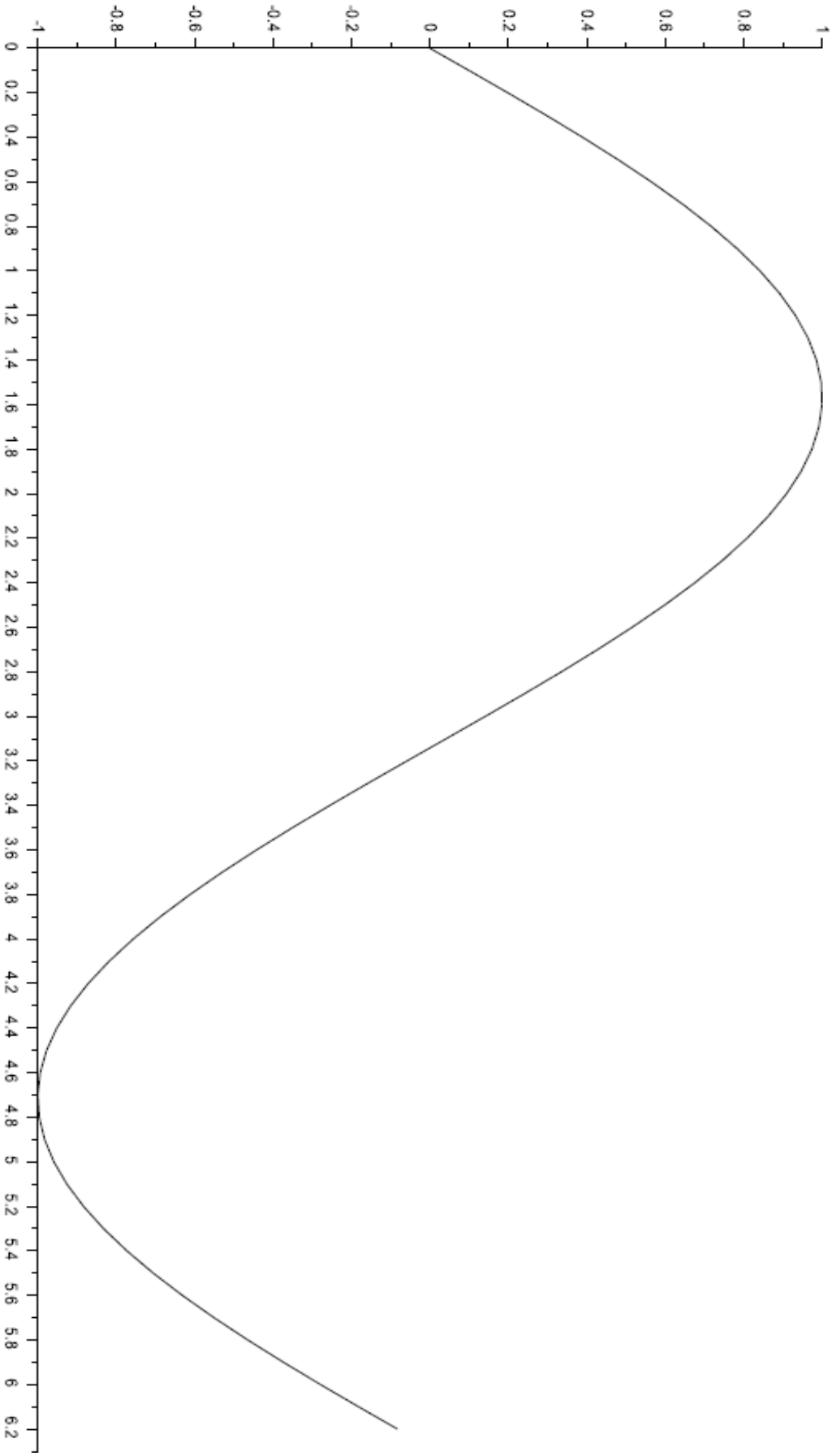



Gráfico da função $f(x) = sen(x)$ utilizando o Scilab