Linguagens de Programação Enquanto Tecnologias Assistivas no Ensino/Aprendizagem de Cálculo

Louise Suelen Araújo Reis[1], Vânia Cordeiro da Silva[1]

[1]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho – 45662-900 – Ilhéus – BA – Brazil

louise.UESC@gmail.com, vania@uesc.br

Abstract. *There are a lot of perspectives that appear anytime we talk about people with visual disability and their interaction with society, this also applies to the educational context. About that, the main work is to expose the ways to teach Calculus for people with visual disability including representation and operability, and it is desired to show the contributions of programming languages. Many bibliographics consults were made for the investigation and delimitation of the problem, so one can understand concepts of disability as well as the details to be weighted about learning Calculus.*

Resumo. *Inúmeras são as perspectivas ao discorrermos sobre pessoas com deficiência visual e sua interação com sociedade, e no contexto educacional. Este trabalho expoe as nuances do ensino de Cálculo a deficientes visuais. Abrangendo representação e operabilidade, e destacamos as contribuições das Linguagens de Programação (LPs). Realizamos consultas bibliográficas para investigação e delimitação da problemática, e testes com tecnologias assistivas de alto e baixo nível, para compor a metodologia, assim, pode-se compreender os conceitos de deficiência, bem como os pormenores da aprendizagem de Cálculo. Uma das principais conclusões é que LPs ajudam na representação semântica, e também na operabilidade dos exercícios.*

1. Introdução

Por muito tempo o estigma da incapacidade cingiu as pessoas com deficiências, fruto da predominância de perspectivas segregatícias ao longo da história. Deficientes visuais estão englobados neste cenário, sobretudo quando avalia-se a relevância das imagens nas comunicações sociais, no ensino e aprendizagem de modo geral.

Considerando a agilidade que se alcança na transmissão das informações, além da variabilidade ilustrativa que contribui para a simplificação da aprendizagem, não é difícil intuir que predominância imagística ocorre também no processo de educação formal. No que diz respeito a matemática este recurso é mais necessário, tendo em vista a significância implícita em sua simbologia gráfica, e o volume de informações que se pode abranger em uma simples análise visual. Essa estrutura, embora eficaz, pode se tornar bastante excludente quando pessoas com deficiência visual são englobadas no contexto, porquanto a aprendizagem requer interação do sujeito com o ambiente através dos sentidos e essas pessoas não dispõe de artifícios visórios. O intuito deste trabalho é identificar as nuances para o ensino e aprendizado de Cálculo no que tange a ausência, ou drástica redução da visão, e avaliar como as LPs, enquanto Tecnologias Asssistivas

(TAs), representam uma via facilitadora para o processo de educação inclusiva.

Para alcançar o objetivo proposto o texto segue a seguinte formatação: a sessão 2 descreve os problemas comumentes encontrados por pessoas com deficiência visual no contexto educacional; na sessão 3 temos algumas explicações introdutórias sobre as Tecnologias Assistivas; o comportamento dos programas leitores de tela quando do uso com linguagens de programação é apresentado na sessão 4; a sessão 5 apresenta as linguagens de programação como TAs para pessoas com deficiência visual, quando do aprendizado da disciplina Cálculo num curso de graduação em Ciências Exatas; O texto se encerra com as conclusões obtidas, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

2. Pessoas com Deficiência Visual e Implicações Educacionais

Não há como se referir a deficiência visual sem antes retornar a conceituação geral de deficiência, a qual foi bastante modificada com o passar do tempo, almejando uma melhor interpretação sobre tais especificidades. “Imperfeição”, “falta”, “pessoa anômala” dentre outros adjetivos eram apresentados, enquanto características básicas de uma pessoa com deficiência. Segundo Diniz (2007, p. 9 apud Reis 2015, p. 24) a deficiência pode ser definida como:

> (...) Um conceito complexo que reconhece o corpo com lesão, mas que também denuncia a estrutura social que oprime a pessoa deficiente. Assim como outras formas de opressão pelo corpo, como o sexismo ou o racismo, os estudos sobre deficiência descortinaram uma das ideologias mais opressoras de nossa vida social: a que humilha e segrega o corpo deficiente.

Conforme evidenciado pelos autores, conceiturar deficiência é tarefa complexa por concatenar fatores biológicos e sociais, pois as dificuldades da pessoa com deficiência podem ser atenuadas ou sobressaídas a depender do ambiente. Isso é relevante para demonstrar que a pessoa com deficiência não está isolada, restrita aos limites do seu corpo, mas como alguém inserido em um contexto. (REIS, 2015). Segundo Reis (2015, p. 28) a deficiência visual caracteriza-se como: “um impedimento total, ou a diminuição da capacidade visual decorrente de imperfeições no órgão ou no sistema visual”. Contrariando o imaginário popular, a cegueira está contida na deficiência visual, mas não é sua única forma de manifestação, pois existem as pessoas com baixa visão, que por sua vez, são igualmente pessoas com deficiência visual. De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2005, p. 16) define-se enquanto pessoa com baixa visão quem manifesta “desde a condição de indicar a projeção da luz até o grau em que a redução da acuidade visual interfere ou limita seu desenvolvimento”.

Ainda de acordo com o documento do Ministério da Educação (BRASIL, 2005, p. 17) pessoas cegas possuem “desde ausência total da visão, até a perda da projeção de luz”. No processo educacional a inclusão da pessoa cega irá requerer estratégias pedagógicas e metodologias de ensino, que diversifiquem a aprendizagem explorando os sentidos remanescentes. Além disso, é fundamental empregar recursos informatizados, como programas leitores de tela e livros digitais, juntamente com o Braille para que haja adaptabilidade em relação aos conteúdos trabalhados. Para Reis (2015, p. 28) “as delimitações do grupamento de deficientes visuais, cegos e pessoa com baixa visão, se dão por duas escalas oftalmológicas: acuidade visual, aquilo que se enxerga a determinada distância, e campo visual, ou seja, a amplitude da área alcançada pela visão.” Por este motivo a baixa visão não é uma deficiência uniforme, pois é

perceptível que os indivíduos apresentam um funcionamento visual diferenciado, resultante da combinatória entre acuidade e campo visual, e circunstâncias da patologia.

Na observância da baixa visão o aprendizado deve ocorrer primando por sua capacidade residual, quando possível, porquanto não se trata apenas de coeficiente de acuidade visual, diz respeito fundamentalmente as potencialidades que a pessoa dispõe. Ou seja, abrange uma funcionalidade qualitativa, produtiva, estimulando o resíduo quando este for suficiente e mediante avaliação funcional empregando todas as medidas alternativas para que o resíduo visual não se sobreponha ao conforto da pessoa com deficiência na aprendizagem, ou sobre estratégias que podem ser mais efetivas.

3. Tecnologias Assistivas

Para melhor estruturar o processo inclusivo de alunos com necessidades educacionais específicas, deve-se adotar as Ajudas Técnicas, ou Tecnologias Assistivas (TA's), que são instrumentos e metodologias que eliminam, ou reduzem, defasagens ocasionadas por circunstâncias da deficiência. O decreto 3.298 de 1999, artigo 19 salienta que:

> "Considera-se ajudas técnicas, para os efeitos deste decreto, os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social. (BRASIL, 1999)."

Embora o termo "portador de deficiência" hoje seja considerado incorreto, é explicitado pelo decreto que toda e qualquer ferramenta capaz de atenuar as dificuldades acarretadas pela deficiência são ajudas técnicas (Tecnologias Assistivas). Neste sentido, as tecnologias da informação e comunicação (TIC's) podem também ser classificadas como Tecnologias Assistivas a medida que proporcionam a pessoa com deficiência uma possibilidade para realizar atividades antes não desempenhadas. Um exemplo de TIC's são os leitores de tela, que atuam de forma adjacente ao sistema operacional de modo a promover uma interface de áudio para que pessoas com deficiência visual tenham uma interação autônoma com sistemas computacionais. Quando estão em acordo com os parâmetros de acessibilidade as aplicações para dispositivos móveis, recursos disponíveis na WEB dentre outros, também podem ser consideradas Tecnologias Assistivas da informação e comunicação (GALVÃO FILHO e DAMASCENO, 2008).

A finalidade do instrumento determina se este é uma TA ou simples ferramenta pedagógica, pois um mesmo recurso pode estar em ambas classificações. Por exemplo, computadores são artifícios facultativos para pessoas sem deficiência, entretanto, para pessoas com deficiência visual podem ser a única estratégia para desempenhar atividades com eficácia. Além de uma diferenciação pedagógica inclusiva, por parte dos professores, a apropriação destes recursos pode se constituir em um fator facilitador aprendizagem. (SILVA, 2008, P.12). Por este motivo as TAs são relevantes, uma vez que não somente proporcionam acesso, elas podem ter a capacidade para tornar a pessoa com deficiência protagonista de seu processo educacional.

Para Bersch (2006, p.284) "A aplicação da TA na educação vai além de simplesmente auxiliar o aluno a 'fazer' tarefas pretendidas. Nela, encontramos meios de o aluno 'ser' e atuar de forma construtiva no seu processo de desenvolvimento." Conforme salientado, o diálogo entre as TAs com metodologias educacionais representa a possibilidade de comportar adequadamente os pormenores da aprendizagem de uma

pessoa com deficiência visual. Colecionando metodologias trivialmente empregadas no ensino de Cálculo com as possibilidades para abranger conhecimentos disponíveis as pessoas com deficiência visual, pode-se crer, em um primeiro momento, que a aprendizagem significativa é utópica. Todavia, estratégias adaptativas e a escolha de TAs apropriadas tornam crível atender as necessidades do educando na observância da fidedignidade requerida pela Matemática. “Daí a necessidade de um encontro da tecnologia com a educação, entre duas áreas que se propõem a integrar seus propósitos e conhecimentos, buscando complementos uma na outra” (MANTOAN, 2005).

4. Leitores de Tela e Linguagens de Programação

Os leitores de tela são TAs informatizada que as pessoas com deficiência visual mais utilizam, esses leitores são programas de computador e “um programa nada mais é que um tipo de algoritmo. Sua particularidade é que suas operações são específicas para o computador e restritas ao conjunto de instruções que o processador pode executar.” (MEDINA e FERTING, 2005, P.15). Para efetuar a narração das informações exibidas os leitores de tela devem atuar junto ao sistema operacional e aos aplicativos em execução, a audiodescrição fornecida por eles não é obtida a partir da tela, mas através das instruções (algoritmos) que a geraram (PIZZOL et al., 2009). Este método é bastante eficaz, porquanto as pessoas cegas ou com baixa visão podem assim operar sistemas computacionais com equidade, não com igualdade, mas com destreza equivalente e com autonômia. Contudo, para conseguir a sintetização do áudio dinamicamente e abtanger um volume maior de informações, os leitores de tela recebem, interpretam e expõem de uma mesma forma dados de naturezas distintas.

Em linguagem natural o mesmo símbolo pode significar muitas coisas, uma análise visual permite facilmente identificar em qual conjuntura os símbolos estão inseridos, o que não ocorre através da audição. Atrelado a isto soma-se o fato de que leitores de tela são sensíveis a sintaxe, porém não são capazes de interpretar os diversos contextos semânticos em que um mesmo símbolo pode ser empregado de maneiras diferentes. Isso decorre do critério adotado ao se determinar o modo que um aspecto visual será descrito, o que será avaliado é o tipo de informação se é um texto, uma tabela ou uma figura, e não o seu teor (PIZZOL et al., 2009). O uso dos leitores de tela como Tecnologia Assistiva também dependem de outros fatores, tais como os níveis de conhecimento do usuário com deficiência visual em relação a Informática, bem como as condições da máquina em questão. Pizzol et al. (2009, p.12) ressalta que:

> “O bom desempenho de um leitor de tela em relação ao sistema operacional depende de alguns fatores como, por exemplo, compatibilidade com *software/hardware*, configurações do sistema operacional e a instalação de *softwares* necessários para que o leitor de tela possa interagir com determinados aplicativos.”

Com tantas variáveis envolvidas, a fidedignidade semântica, fundamental na leitura e resolução de expressões matemáticas, não se mantém, o que frequentemente impede pessoas com deficiência visual de empregarem o computador nestas atividades. Braille oferece acesso às informações e sintaxe para expressões matemáticas, sendo assim uma TA, porém sobre a fidedignidade semântica em relação a Matemática, ele é menos intuitivo que organização visual das equações. E adaptação a este requer muito tempo, restringe o aluno a um sistema de escrita específico, e o limita a um poucas bibliografias disponíveis. DEITEL e DEITEL (2010, p. 3) afirmam que “computadores

processam dados sobre o controle de conjuntos de instruções", para estruturá-las têm-se as LPs que nada mais são que conjuntos sintático-semânticos empregados na elaboração de algoritmos, restritos as operações que o processador pode realizar (MEDINA, C FERLING, 2005). Se em linguagem natural estrutura-se ideias em textos, observando regras sintático-semânticas, em Computação estrutura-se algoritmos da mesma forma.

Em Braille as mesmas combinações podem representar letras maiúsculas e minúsculas, enquanto graficamente há uma distinção clara entre ambas, além disso, os números também são representados por estas mesmas combinações. Basicamente o que determinará o contexto semântico das combinações são símbolos exclusivos do sistema Braille que antecedem as mesmas, há o símbolo de maiúsculo, de minúsculo e também o símbolo numérico. Neste sistema de escrita as operações matemáticas também obedescem critérios que mantêm a fidedignidade semântica, pois erros sintáticos ou posicionais podem acarretar interpretações dúbias e consequentes erros na resolução. É importante salientar que o Braille permite a representação de aspectos matemáticos e consegue resguardar sua fidedignidade, todavia, além das poucas referências no que tange o cálculo, tem o tempo requerido para adaptação, e há também o fato da resolução das atividades propostas não ocorrer com tanta destreza. Há um dispêndio maior para efetuar cálculos sem recorrer ao computador e aos leitores de tela.

É necessário agregar diferentes tipos de TAs na aprendizagem de pessoas com deficiência visual, assim como deve-se diversificar recursos pedagógicos para pessoas sem deficiência. Com informações puramente textuais pessoas cegas ou com baixa visão podem intercalar o Braille e os leitores de tela para tornar a realização das atividades mais ágil, em muitas ocasiões apenas o leitor de telas é suficiente. Em relação a cálculo de modo geral o Braille ainda detém grande parte do protagonismo, pois o fato dos leitores de tela estarem norteados pelo tipo da informação, não sendo sensíveis aos contextos sintático-semânticos prejudica a fidedignidade necessária na conjuntura matemática. Neste sentido, as LPs podem conglomerar a representação, tal como no sistema Braille e a operabilidade, pois além de tornarem crível um diálogo com os leitores de tela possuem recursos para a otimização dos cálculos.

5. Metodologia

Este trabalho baseou-se em uma estratégia qualitativa de pesquisa, tendo em vista o objeto em análise, averiguar as contribuições das LPs para fidedignidade semântica e operabilidade de Cálculo I, no contexto da pessoa com deficiência visual. As atividades em questão foram desempenhadas por uma estudante com deficiência visual, do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, que, uma vez matriculada na disciplina de Cálculo I, passou a buscar recursos para realizar a disciplina. Em função do grande volume de expressões matemáticas, e além de ser preciso realizar um grande número de operações com destreza, iniciou-se buscas por estratégias computacionais. No primeiro momento foram realizadas pesquisas na Internet sobre conteúdos básicos de Cálculo I, a exemplo de limites, há disponível um grande número de informações, entretanto o leitor de telas não consegue ler, ou faz a narração sem preservar a fidedignidade matemática.

Os principais critérios para a realização das pesquisas foram a preservação da semântica durante a leitura com os softwares leitores de tela, o quão possível era para a estudante buscar e compreender de forma autônoma conteúdos pertinentes a Cálculo I, e a possibilidade de não somente representar as expressões, mas operá-las mais rapidamente. Em virtude de aspectos técnicos no que tange os leitores de tela não foi

possível atender a estes requisitos realizando as pesquisas com as mesmas ferramentas de um usuário comum, por este motivo foram cogitadas outras TAs. O soroban foi cogitado para a realização dos Cálculos intermediários, e o Braille para acessar e escrever as expressões, no entanto constatou-se que nem todas as operações intermediárias poderiam ser realizadas assim, e a produção de materiais em Braille é bastante restrita, além de requerer um tempo maior que o disponível num semestre.

Entendendo que o Latex já é amplamente utilizado na comunidade científica, sobretudo para produção de conteúdo matemático, além das similaridades com a forma de estruturação dos algoritmos na LP C pensou-se em relacionar as duas ferramentas para trabalhar na disciplina. Foram então realizados testes para representar os exercícios de Cálculo I em Latex, e a sua capacidade de ser fidedigno quando adjascente a leitores de tela. Além disso, algoritmos em C para realizar Cálculos intermediários foram implementados afim de conferir destreza na resolução das questões e expandir as possibilidades para desempenhar as atividades acadêmicas de modo autônomo.

6. Linguagens de programação enquanto Tecnologias Assistivas em Cálculo

Ponderando as necessidades da primeira autora do artigo, enquanto pessoa cega cursando a disciplina de Cálculo I no curso de Ciência da Computação, foram realizados testes com os leitores de tela Non Visual Desktop Access – NVDA[1] e Orca[2]. Ambos possuem código aberto, são de uso gratuito e podem ser usados livremente, o primeiro em ambiente Windows e o segundo em distribuições Linux, com melhor performace no Ubuntu e Linux Mint. Os testes foram realizados em um notebook Dell Inspiron 14 com um processador Intel Core I3, memória de 4GB e sistema operacional Windows 10 Professional, além de um notebook Lenovo de configurações semelhantes, e um notebook Dell Vostro com processador Core I7, memória de 8GB e sistema operacional Ubuntu 16.04. O intuito foi averiguar alternativas computacionais enquanto TAs na disciplina de cálculo, mantendo-se a fidedignidade semântica.

Em todos os teste, a averiguação \frac foi efetuada da mesma maneira empregando expressões comuns em Cálculo e observando a descrição oferecida pelos leitores de tela, afim de verificar se a fidedignidade semântica era mantida. Considere $h(x) = (x^2 – 3).(x + 2)$, um exemplo trivial quando deseja-se demonstrar a propriedade do produto, assumi-se que $f(x) = x^2 – 3$ e também que $g(x) = x + 2$. Obtemos então:

$$h(x) = f(x) \cdot g(x)$$

Posteriormente aplica-se a propriedade do produto, logo será obtido:

$$\frac{d}{dx}\Big[(x^2-3)(x+2)\Big] = (x+2)\cdot\frac{d}{dx}\big[x^2-3\big] + (x^2-3)\cdot\frac{d}{dx}\big[x+2\big] =$$

$$(x+2)\cdot 2x + (x^2-3)\cdot 1 = 2x^2 + 4x + x^2 - 3 = 3x^2 + 4x - 3$$

pela multiplicação obtem-se:

$$\frac{d}{dx}\big[x^3 + 2x^2 - 3x - 6\big] = 3x^2 + 4x - 3$$

Por fim, aplica-se a derivada e se obtem o resultado:

$$h(x) = (x^2 - 3)(x + 2) = x^3 + 2x^2 - 3x - 6$$

Observando a construção anterior intui-se que a organização visual diz respeito a ordem de leitura, precedência e afins, aspectos que influenciam diretamente na interpretação e abordagem do problema. As diferenças semânticas podem ser ratificadas

1 https://www.nvaccess.org/

2 https://wiki.gnome.org/action/show/Projects/Orca?action=show&redirect=Orca

de forma visual, essa significância, no entanto, não será percebida por pessoas com deficiência visual que acessem a este problema através dos softwares leitores de tela, isso pode ser corroborado nos testes. Sem adaptações os leitores de tela não conseguem transmitir por áudio aspectos singulares de conteúdo, quando estes possuem significância específica, tal como no exemplo acima, até a identificação das etapas intermediárias para a resolução da atividade torna-se complexa. Em suma, a simplicidade, a destreza e a fidedignidade da organização visual não são mantidas. Assim, linguagens de programação e marcação representam uma alternativa facilitadora no uso de computadores para o ensino de Cálculo a pessoas com deficiência visual.

Assim como no Braille haverá, independentemente de qual LP esteja sendo empregada, uma diferenciação entre caracteres semelhantes, dando a pessoa com deficiência visual as noções necesssárias sobre o contexto semântico da situação. Por exemplo, X2 na forma textual simples pode não ser sonorizado pelo leitor de telas de modo correto, haja visto que este pode não fazer diferenciação sonora entre X2 e X^2, na lógica de programação estes seriam respectivamente X2 e X^2, assim como no Braille haveriam símbolos para indicar o contexto. Java, C, e C++ são alguns exemplos de LPs, enquanto Latex, XML e HTML são exemplos de linguagens de marcação, além da diferenciação sintática as linguagens estão semanticamente mais próximas do raciocínio matemático. As linguagens podem tornar uma expressão matemática acessível a uma pessoa com deficiência visual, e ainda assim estarem legíveis para pessoas sem deficiência, ademais, além da representação, que o Braille também proporciona, as LPs oferecem também mecanismos que coloboram com a operabilidade nas resoluções.

Tal como observado no exemplo dos testes, em cálculo toda a operabilidade está fundamentada em algoritmos, e a vantagem é que esses algoritmos se enquadram nas possibilidades comportadas pelos processadores. Já a aprendizagem significativa almeja assegurar que o aluno compreenda o conceito pretendido, as etapas intermediárias deste processo não são o foco em questão. Entretanto, quando a TAs apenas permitem representar, como o Braille, as etapas intermediárias e mecânicas, que outros alunos resolveriam com calculadora, acarretam um grande desgaste. Todo o exemplo apresentado anteriormente consumiria um espaço grande em Braille, grande em número de folhas, a leitura e a resolução iriam requerer um tempo muito maior, e não há possibilidade de interação instantânea com outras pessoas empregando este recurso. Além disso, sem computadores as operações estariam restritas ao soroban[3], o que obrigaria a pessoa com deficiência visual a fazer sucessivas multiplicações para encontrar um simples quadrado, ou sucessivas divisões para encontrar uma raíz.

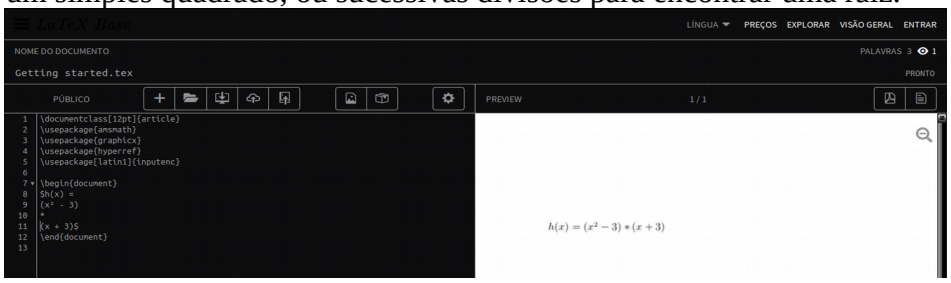

Figura 1: Etapa I

Considerando o volume de informações em apenas um exemplo, operar exclusivamente desta maneira seria utópico, por este motivo os autores deste trabalho

3 https://pt.wikipedia.org/wiki/Soroban

optaram por particionar a operabilidade e a representação, trabalhando concomitantemente com as linguagens C e Latex. Para desempenhar as atividades pretendidas, a primeira autora deste trabalho valendo-se de conhecimentos em programação com a LP C e uso de Latex, buscou estratégias próprias para o entendimento de Cálculo. Primeiramente retornaremos ao exemplo de h(x) = (x² – 3) (x + 2) para expor as etapas do processo empregado, são 3:

Etapa I – Receber as informações em Latex (Figura 1).

Figura 2: Etapa II

Etapa II – Inserir os termos em um algoritmo feito em C e com a ajuda de estruturas e árvores binárias receber de volta em texto, isso é necessário para ouvir a expressão no leitor de telas de um jeito flúido da forma como se lê, para eliminar a obrigatoriedade de interpretar a sintaxe (Figura 2). Operar matemáticamente torna-se mais simples ouvindo as informações em linguagem natural, além disso, como agora a expressão é um tipo de dado que atende ao que o processador é capaz de executar, todos os passos intermediários, obter quadrados, raízes e afins não exige mais soroban, o que confere a mesma destreza de uma calculadora. Para ouvir a expressão quantas vezes desejar não é mais necessário percorrer ponto a ponto em Braille, basta configurar uma tecla responsável por exibir essas informações sempre que se desejar ouvir novamente. Em linguagem natural existem diferentes formas de dizer algo, para estruturar algoritmos isso também é válido, por isso conhecendo o conjunto sintático-semântico da linguagem C é possível que uma pessoa com deficiência visual consiga ter acesso a conteúdos pertinentes a disciplina de cálculo conduzindo a operabilidade como desejar.

Figura 3: Etapa III

Etapa III – Após feitas todas as operações reescrever em Latex para que o professor visualize da forma como está habituado. Considere que obtivemos a expressão em texto a partir do algoritmo em C, logo, h de x é igual x ao quadrado menos três, entre parênteses que multiplica x mais dois entre parênteses, lembrando que na forma textual o leitor fará uma descrição fluida que por sua vez colabora no raciocínio e na operabilidade requeridas para as questões. Deste modo o exemplo que adotamos ficaria igual ao que aparece na Figura 3.

Assim como em Braille, deste modo aspectos visuais como x^2 possuem símbologia que independe da posição visual, no caso x^2, a presença do ^ é responsável por representar a elevação do número. Conforme demonstrado na imagem, cada aspecto da representação possui uma combinação única que preserva a fidedignidade semântica e a prioridade das operações, além disso, essa estrutura está em acordo com a lógica de programação, o que permite que cálculos sejam feitos de forma mais precisa e passos intermediários da resolução sejam simplificados com o uso do computador. Ademais, há toda uma comunidade em torno das LPs e dentre as pessoas que trabalham diretamente com Matemática o Latex se constitui como grande ferramenta para empregar o computador em suas atividades. Isso já ocorre naturalmente, em contextos não relacionados a pessoas com deficiência, logo a apropriação destes recursos por parte dos discentes com deficiência visual gera uma via de interação com um número maior e mais diverso de pessoaas, o que é fundamental para a aprendizagem significativa.

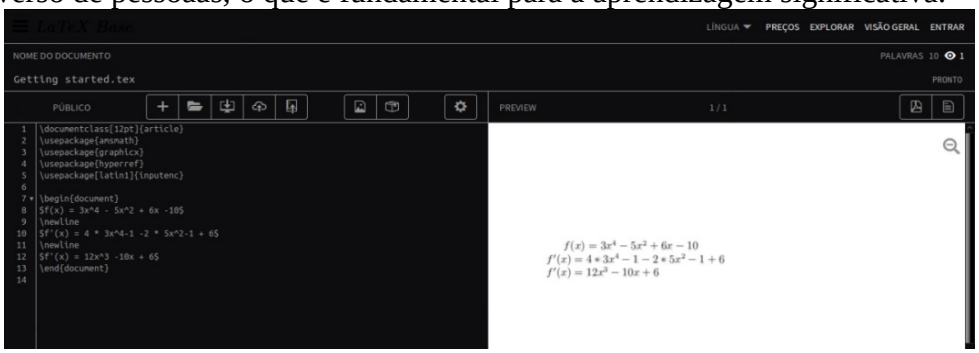

Figura 4: exemplo do uso do Latex concomitante a LP C

LPs e linguagens de marcação são recursos que permeiam vários contextos e aglomeram ao seu redor pessoas de diferentes backgrounds, além disso, assim como o Braille, são capazes de representar fidedignamente aspectos matemáticos, porém com uma maior abrangência. Uma das principais diferenças, tal como visto no exemplo acima, é que essas ferramentas permitem o uso do computador e dos leitores de tela com agilidade. Outro fator relevante é a relação entre este método representativo e a forma como operações matemáticas são implementadas em algoritmos, pois por haver diálogo torna-se crível não somente representar expressões, mas também obter a operabilidade com destreza e de forma acessível. A Figura 4 apresenta um exemplo do uso do Latex com a LP C, para emularem juntos uma calculadora ciencífica gratúita para pessoas com deficiência visual, no ensino/aprendizagem da cálculo em cursos de graduação.

7. Conclusão

Percebe-se que a visão é o sentido de maior abrangência para apreender informações externas, com agilidade, por conseguinte, é fundamental nas interações sociais e também nos contextos educacionais. Estruturas de ensino e aprendizagem funcionam de maneira muito eficiente apoiadas em estratégias visuais, contudo quando pessoas com deficiência visual são englobadas neste contexto faz-se necessária a busca por estratégias inclusivas. No que se refere a aprendizagem de Cálculo a fidedignidade semântica é extremamente necessária para assegurar a precedeência das operações, todavia na maioria das vezes essa semântica é transmitida de forma visual, por isso a necessidade de adaptaõçes para pessoas com deficiência visual. Essas adaptaçõess ocorrerão através das ajudas técnicas, ou Tecnologias Assistivas, que variam desde o Braille até o uso do computador através de leitores de tela como NVDA e Orca. No

entanto, esses leitores de tela não conseguem de forma nativa assegurar a fidedignidade semântica das expressões matemáticas por diversos motivos, o que muitas vezes restringe o Cálculo a empregar apenas o Braille e o soroban como TA's.

Por este motivo as linguagens de programação e marcação surgem enquanto TAs no sentido de tornar possível o uso do computador, com leitores de tela, para representar e operar expressões em Cálculo. Através do Latex e da linguagem C pode-se obter a equidade e a destreza necessárias para resolver expressões complexas em contexto educacional ou fora dele, porquanto essas ferramentas reunem em torno de si uma grande comunidade o que se constitui como via de interação para a aprendizagem significativa. Para pessoas com deficiência visual apropriar-se destes recursos pode significar uma interação mais direta com os conteúdos pertinentes a Cálculo, além disso, mediante tais ferramentas pode-se também buscar materiais de estudo, bem como estratégias de aprendizagem de modo autônomo uma vez que, o computador e a internet facilitam o acesso a informação. Para que haja de fato uma aprendizagem significativa, que compreenda representação e operabilidade, é necessário que existam vias de comunicação direta, as TAs se complementam em torno de uma aprendizagem de Cálculo acessível. LPs neste contexto podem conferir não somente adaptabilidade, mais acima de tudo tornar a pessoa com deficiência ativa em seu processo educacional e deste modo pleitear de fato um contexto realmente inclusivo.

Referências

BERSCH, R. Tecnologia Assistiva e Educação Inclusiva. Ensaios Pedagógicos. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, p.146, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996.Seção I, p. 27834-27841.

BRUNO, M. M. G. Avaliação educacional de alunos com baixa visão e múltipla deficiência na educação infantil. Dourados, MS: Editora da UFGD, 2009. 198 p.

CONDE, A. J. M. Definindo cegueira e baixa visão. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/?itemid=94#more>. Acesso em: 13 nov. 2015.

Decreto 3.298 de 1999, de 29 de dezembro de 1999. Disponivel em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 10/03/2019.

Desenvolvendo competências para o atendimento das necessidades educacionais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. Brasília: Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Especial, 2005.

GALVÃO FILHO, T. As novas tecnologias na escola e no mundo atual: fator de inclusão social do aluno com necessidades especiais? In: Anais do III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial, Fortaleza, MEC, 2002.

GALVÃO FILHO, T.; DAMASCENO, L. Programa InfoEsp: Premio Reina Sofia 2007 de Rehabilitación y de Integración. In: Boletín del Real Patronato Sobre Discapacidad, Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, Madri, Espanha. n. 63, p. 14- 23, ISSN: 1696-0998, abril/2008.

JACYNTHO , M. D. de A. Processos para Desenvolvimento de Aplicações Web. 2008. 25 f. PUC-RIO. Monografia para a obtenção de bacharel em Ciência da Computação.