

Application to help the learning process of children with dyscalculia

Erick Lozano Borges
Escola de Engenharia
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, SP Brasil
ericklborges@gmail.com

Dr. Pedro Henrique Cacique Braga
Faculdade de Computação e
Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, SP Brasil
phcacique@gmail.com

Dra. Ilana de Almeida Souza Concilio
Faculdade de Administração e
Informática Paulista (FIAP) e
Faculdades Impacta
São Paulo, SP Brasil
profilana.concilio@fiap.com.br

Abstract— Children with Dyscalculia present a disorder that makes it difficult to understand and learn numbers and arithmetic equations. Aiming to assisting them, Chocolorator, a Swift Playground calculator, was developed. All the application was thought with focus in this public and, in this way, the visual representation of the arithmetic equations like sum, subtraction and division, are realized through animations.

Keywords— Matemática, Aritmética, Aprendizado Infantil, Discalculia, Playground.

I. INTRODUÇÃO

De acordo com Marcelino e Junior [1], os termos Discalculia e Acalculia estão relacionados ao transtorno específico das habilidades matemáticas relacionadas à capacidade de calcular e resolver operações aritméticas, mas segundo Kranz e Healy [2] também podem acompanhar alterações da linguagem. Isso se dá pela dificuldade de associar os números a valores, de assimilar sequências de passos, de dizer qual de dois números é o maior, de confundir sinais, dentre diversos outros problemas relacionados à matemática.

Conforme a BBC [3], este transtorno atinge de 3% a 6% da população, e é reconhecido como um parente próximo da dislexia, para a matemática. Pessoas que sofrem desta desordem neurológica tem sérios problemas para desenvolver habilidades matemáticas que envolvem sistemas cognitivos.

A Discalculia pode ser causada por uma disfunção neurológica ou apenas por falta de estímulo e carência sócio-cultural e econômica, também conhecida como Discalculia de Desenvolvimento, como visto em Bastos et. al [4]. Isso acontece quando a criança não é bem instruída e vê a matemática como um grande obstáculo na vida dela, fazendo dela algo horrível, o que pode causar uma espécie de trauma, bloqueando seu desenvolvimento. Crianças com este transtorno apresentam nível intelectual normal, sem distúrbios neurológicos, psiquiátricos, sensoriais e emocionais.

De acordo com Geary [5], a criança com déficit de linguagem possui dificuldade em aprender pelos métodos tradicionais de ensino, mostrando-se necessário um método diferente para assimilar o conteúdo.

Atualmente o tratamento é feito com psicólogos e psicopedagogos, e não existe um tratamento padrão adequado a todas as crianças, pois cada uma pode apresentar a dificuldade em o diferentes formas.

No entanto, se houver acompanhamento de crianças desde o início de sua vida escolar, os sintomas da Discalculia podem ser minimizados, o que é notável em Che Abdul Rani, Rohizan e Abd Rahman [6]. Para este propósito, foi desenvolvido o Chocolorator, um aplicativo que tem como objetivo criar animações a partir das operações básicas, para ilustrar com imagens amigáveis à criança, conceitos básicos e abstratos da matemática.

O desenvolvimento de tecnologias assistivas para o tratamento de crianças que possuem deficiências de aprendizado tem se mostrado efetivo. Há dados que provam a eficiência deste método aplicado a crianças com Discalculia, conforme apresentado por Poobrasert e Gestubtim [7].

Este artigo visa apresentar o Chocolorator, uma calculadora interativa para Playground em iOS cujo principal objetivo é servir de apoio para educadores, principalmente ao lidar com crianças que sofrem de discalculia. A proposta é que professores a utilizem como material lúdico para representar a matemática de maneira mais visual e interativa, de maneira semelhante ao tradicional. Em um segundo momento, espera-se que os alunos, depois de entenderem o processo, possam interagir com a calculadora para reforçar o conteúdo e adquirir conhecimento a partir de sua própria experiência com o *app*.

O desenvolvimento deste trabalho fez uso da ferramenta de soluções de problemas chamada *Challenge Based Learning*, CBL.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Butterworth [8], a *American Psychiatric Association* se refere a Discalculia ou Discalculia do Desenvolvimento (DD) à dificuldade em adquirir adequada proficiência no domínio cognitivo da Matemática, não estando fortemente relacionado à inteligência normal ou motivação, oportunidade escolar ou estabilidade emocional. Não é classificada como uma doença mental e nem um déficit auditivo ou visual. No entanto, crianças com DD apresentam deficiências relacionadas à memória de trabalho e relacionamento entre partes.

Em contrapartida, crianças com DD têm uma percepção melhor da geometria do que de outros conceitos abstratos da matemática.

Conforme Domiense [9], para uma criança com distúrbio de linguagem aprender realmente a matemática, ela deverá dispor dos seguintes pré-requisitos e princípios básicos:

- Tempo: significando a medição de mudança em relação a um padrão;
- Sequência: significando a maneira como realmente as coisas se seguem, uma após a outra, em quantidade, tamanho, tempo ou importância;
- Ordem: significando que as coisas estão nos seus lugares apropriados, nas suas posições apropriadas e nas suas condições apropriadas.

É a partir do desenvolvimento desses princípios que uma criança estará apta para transformar algo considerado desestimulante em algo prazeroso e divertido.

Domienne [9] afirma ainda que é importante saber que nem todas as deficiências em matemática são consideradas idênticas. Isto varia de pessoa para pessoa, seu nível de capacidade e o tipo de desordem que ela possa apresentar. O ponto crucial da resolução de todos os problemas de aprendizagem fica geralmente restrito entre a relação direta professor versus aluno.

A tecnologia pode ser um grande aliado no acompanhamento do desenvolvimento escolar de crianças que sofrem desta deficiência. Como visto em [10], o uso de tecnologias aliadas à técnicas pedagógicas facilita a identificação de problemas pontuais de desenvolvimento do pensamento matemático, como o reconhecimento de números ou o entendimento da soma.

Em [11] é possível observar um bom exemplo de um jogo que se aproveita da afinidade que as crianças com Discalculia tem com representações visuais para ensiná-las a matemática. A solução aqui apresentada usa conceitos muito semelhantes a este jogo em sua fundamentação, como usar figuras amigáveis, e usar as quantidades numéricas relacionados a quantidade de objetos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O CBL é um *framework* (ou uma ferramenta de ensino e aprendizagem) criada em dezembro de 2008 por um grupo de educadores da Apple Inc. juntamente com professores de escolas dos Estados Unidos, a ferramenta é descrita em [12] e [13]. Seu principal objetivo é resolver problemas respeitando uma sequência de passos, que devem fazer com que todos os aspectos do problema sejam levantados, facilitando o desenvolvimento de uma solução.

A Figura 1 apresenta o modelo do *framework*, composto por três etapas principais: *Engage*, *Investigate* e *Act*, descritas a seguir.



Figura 1 – Framework CBL

Fonte: [14]

- *Engage* - Momento de definição do problema. Nesta etapa é definida uma área geral, chamada de *Big Idea*, dentro da qual se encaixa o problema proposto. Além disso são levantadas questões e desafios com objetivo de descrever e especificar o problema o máximo possível.
- *Investigate* - Depois de o problema ser bem definido, começa uma etapa de investigação, na qual uma série de perguntas são levantadas sobre o problema. A finalidade disto é explorá-lo de diversas perspectivas diferentes, gerando conteúdo para estudo e definição de uma solução. A conclusão da investigação é um pequeno texto chamado de *Synthesis*, que deve descrever todas as descobertas da pesquisa.
- *Act* - Por fim, a solução é desenvolvida, com base nas evidências levantadas na pesquisa e, em seguida, avaliadas com base nos resultados.

O *framework* do CBL é aberto e permite modificações para que seja adequado ao processo desenvolvido. No contexto deste trabalho, ele foi levemente alterado e aplicado conforme descrito a seguir.

Na fase de *Engage*, os temas Educação e Discalculia foram escolhidos como *Big Idea*, principalmente pelo fato de entre 3% e 8% das crianças em idade escolar apresentarem graves e persistentes dificuldades no aprendizado de alguns aspectos relacionados aos números e à aritmética, ou da matemática em geral [15]. Além disso, foi proposto o desafio de criar um aplicativo como ferramenta para auxiliar crianças que estão entrando em idade escolar, e sofrem de discalculia, ou qualquer tipo de transtorno neurológico ou não, que envolva dificuldades de desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas.

Depois foi iniciada a etapa *Investigate*, onde foram levantadas diversas questões norteadoras como: "Quais são as principais dificuldades de uma criança com Discalculia, relacionadas a aprendizagem da matemática?", "Que tipo de informação a criança tem dificuldade de interpretar?", "Como deve ser a interação do usuário?".

O desenvolvimento desta fase contou com o auxílio da equipe do curso de matemática de uma Instituição de Ensino Superior e uma coordenadora do curso de Bacharelado em Matemática.

As principais descobertas que guiaram a pesquisa ao resultado final foram a definição do público alvo do aplicativo a ser desenvolvido, e suas principais dificuldades.

O público alvo ficou definido como crianças que acabam de entrar em idade escolar, entre 5 e 6 anos. Nesta fase a criança tem o conhecimento matemático bem limitado. Normalmente, só se conhecem os numerais (números de 0 a 9).

As principais dificuldades deste público relacionadas à matemática de acordo com Davis e Oliveira [16], são:

- Dificuldade na automatização da contagem e correspondência um a um, como números a quantidades;
- Dificuldades com leitura e compreensão de organizações numéricas e posicionamento dos números;
- Dificuldades em entender conceitos matemáticos e símbolos;
- Dificuldade na sequência de números e fatos numéricos;
- Fraca orientação espacial;
- Dificuldades em percepção visual.

Com base nos resultados das pesquisas, foi definido na fase de *Act* uma solução: O desenvolvimento de um aplicativo no formato de uma calculadora, que apresenta um visual amigável ao público alvo, e apresenta seus elementos e operações de maneira estratégica a fim de desenvolver nos usuários os conceitos abstratos básicos das principais operações matemáticas, sendo elas: soma, subtração e divisão.

IV. RESULTADOS

Como o chocolate foi escolhido como principal elemento do aplicativo, pois é comumente usado como metáfora a operações matemáticas, o nome escolhido foi *Chocolator*, como a junção das palavras *chocolate* e *calculator* do inglês. A Figura 2 apresenta uma tela do aplicativo desenvolvido.

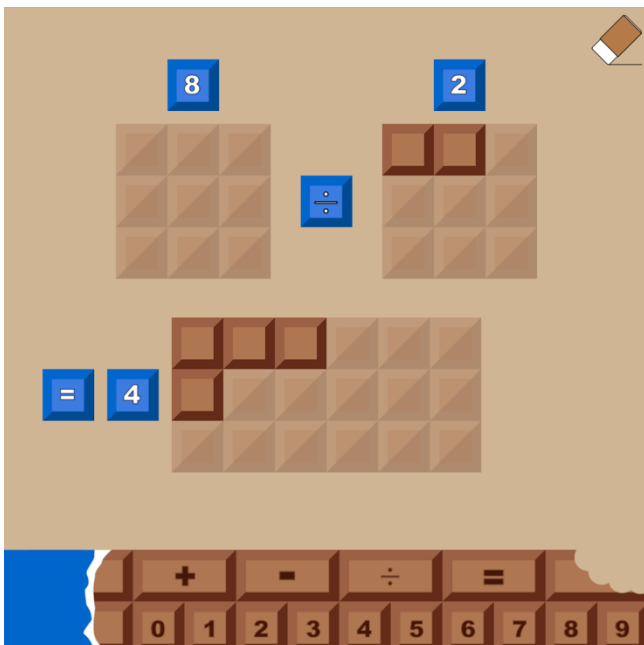


Figura 2 – *Chocolator*
Fonte: autor

Sua interface conta com um teclado que dispõe os números de forma linear, diferente de calculadoras convencionais, a fim de facilitar a compreensão da representação numérica de uma determinada quantidade de elementos físicos.

Além disso, as quantidades numéricas são representadas como barras de chocolate, que tem a quantidade de pedaços

igual a quantidade selecionada. Existe uma representação da barra completa atrás das barras principais, com opacidade baixa para representar os valores máximos que podem ser trabalhados.

Desta forma, o aluno pode visualizar a representação das quantidades por meio de um recurso visual amigável, que pode ser comparado durante o processo e associado ao algarismo correspondente.

Por fim foi definido que as operações seriam representadas com animações, para representar o conceito por trás de cada operação. Sendo a soma a junção de duas barras de chocolate, a subtração a remoção de pedaços de chocolate de uma barra, e por fim a divisão é a comparação de quantas vezes uma barra cabe dentro de outra.

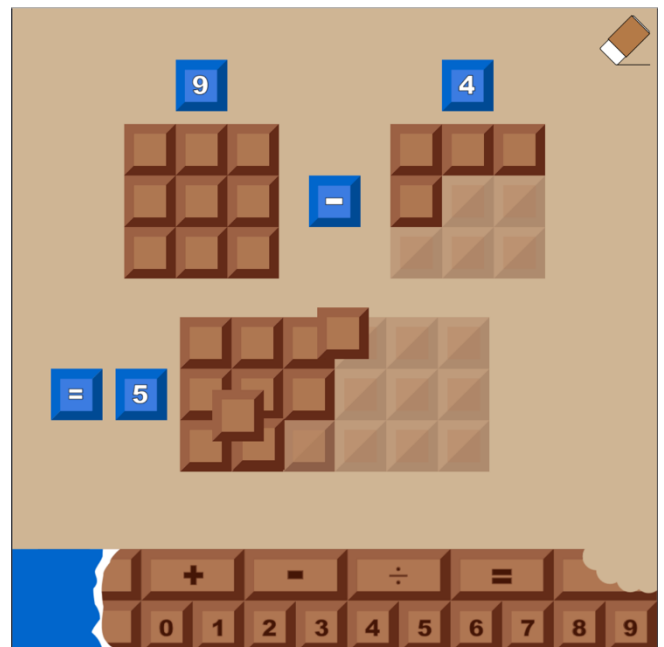


Figura 3 – *Animação da operação de soma.*
Fonte: autor

A proposta do *Chocolator* é ser uma ferramenta de ensino para educadores. Ele deve ser apresentado aos estudantes juntamente do desenvolvimento teórico e do desenvolvimento das abstrações matemáticas dentro de sala de aula. O ideal é que seja usado no momento em que são feitas as primeiras contas com os alunos, começando pela soma e pela subtração.

Ele deve ser introduzido pelo professor, junto da bagagem teórica, relacionando as animações aos elementos, e às operações matemáticas. A expectativa é que neste momento o aluno seja capaz de perceber, juntamente de um estímulo visual lúdico, as questões abstratas por trás das operações. (e.g. a soma é a união de duas barras de chocolate, portanto é a união de dois números).

Em um segundo momento é esperado que os alunos possam interagir com a ferramenta de forma independente, depois de entenderem o processo, para reforçar o conteúdo e adquirir conhecimento a partir de sua própria experiência.

O Chocolorator procura reproduzir o aprendizado da matemática através de um instrumento manipulável. Isto é uma técnica pedagógica muito comum. Um exemplo clássico é o Material Dourado de Montessori, que é um conjunto de peças de madeira constituído de pequenas unidades de cubos de madeira. Cada unidade de cubo é uma metáfora a uma unidade numérica. Além disso existem peças que são formadas por um conjunto de unidades, representando valores maiores, como uma torre de dez cubos, representando o número dez, ou uma placa de dez torres, representando o número cem. Segundo SAGE Open [17], o uso de ferramentas manipuláveis é eficaz e usado há muito tempo. A proposta do aplicativo é a de provocar resultados semelhantes aos obtidos com este recurso em um ambiente virtual, que possui maior poder de criação de experiências lúdicas, como as animações.

V. CONCLUSÃO

Crianças com transtornos no aprendizado de Matemática podem encontrar grandes barreiras no seu desenvolvimento, não só intelectuais, mas também sociais.

O uso da tecnologia para o desenvolvimento de ferramentas assistivas manipuláveis tem se mostrado efetivo como metodologia pedagógica alternativa às tradicionais para público alvo. Por isso foi desenvolvido o aplicativo apresentado neste artigo. O Chocolorator é uma calculadora virtual, desenvolvida na plataforma Swift Playground, usando a linguagem de programação Swift 3.0.

Toda a aplicação foi planejada com foco na criança com Discalculia, e suas dificuldades. Desde a disposição linear do menu de números até a forma como o resultado é representado. A partir de associação com chocolates, a criança pode realizar contas e, a partir de animações, entender visualmente conceitos abstratos da matemática.

Os próximos passos são submeter o aplicativo a testes de heurísticas de usabilidade, para ser modelado de forma ótima a atender o seu público alvo. E, posteriormente testá-lo em sala de aula, para avaliar o desempenho da solução dentro dos cenários propostos.

REFERENCES

[1] J. Marcelino, J. A. Junior, "Inclusão Digital Educativa Infantil para o processo de Aquisição de conhecimento cognitivo através de Aplicativos Móveis" Anais da SULCOMP. V.8. 2016.

[2] C. R. Kranz, L. Healy, "Pesquisas Sobre Discalculia No Brasil: Uma Reflexão A Partir Da Perspectiva Histórico-Cultural." Revista de Matemática, Ensino e Cultura (UFRN), v. 8, p. 58-81, 2013.

[3] BBC, "Discalculia, o transtorno por trás da dificuldade de aprender matemática". 15 Janeiro 2017. Disponível em <http://www.bbc.com/portuguese/geral-38631557>. Acesso em 24 Maio 2018.

[4] J. A. Bastos, A. M. T. Cecato, M. R. I. Martins, K. R. R. Grecca, R. Pierini, "The prevalence of developmental dyscalculia in Brazilian public school system." Arq Neuropsiquiatr 2016;74(3):201-206. DOI: 10.1590/0004-282X20150212.

[5] D. C. Geary, Discalculia em Idade Precoce. Capítulo na Enciclopédia sobre o Desenvolvimento da Primeira Infância – Distúrbios de Aprendizagem. Pp. 08 – 11. Fevereiro, 2017.

[6] M. F. Che Abdul Rani, R. Rohizan and N. A. Abd Rahman, "Web-based learning tool for primary school student with dyscalculia," Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology and Multimedia, Putrajaya, 2014, pp. 157-162. doi: 10.1109/ICIMU.2014.7066622.

[7] O. Poobrasert and W. Gestubtim, "Development of assistive technology for students with dyscalculia," 2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE), Lodz, 2013, pp. 60-63. doi: 10.1109/ICeLeTE.2013.6644348

[8] B. Butterworth, "The Development of Arithmetical Abilities" Journal of Child Psychology and Psychiatry · February 2005 DOI: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x

[9] M. C. S. Domiense, "Dislexia: Um jeito de ser e de aprender de maneira diferente". Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão Escolar - UAB/UnB – Brasília, 2011.

[10] M. F. C.A. Rani, R. Rohizan and N. A. A. Rahman. "Web-based learning tool for primary school student with dyscalculia". Proceedings of International Conference on Information Technology and Multimedia (ICIMU), Nov. 2014.

[11] A. Cos. "Games for dyscalculic children". Master Thesis (Master's Degree in Mobile Applications and Games) - Department of Digital and Information Technologies, University of Vic – Central University of Catalonia, Catalonia, ES, 2015, pp. 12-21. Disponível em: <http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/4291/trealu_a2015_cos_aleix_games_dyscalculic.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 maio 2018.

[12] Nichols, Mark H., Cator, Karen (2008), Challenge Based Learning White Paper. Cupertino, California: Apple, Inc. http://cbl.digitalpromise.org/wp-content/uploads/sites/7/2016/12/CBL_Paper_2008.pdf

[13] Nichols, M., Cator, K., and Torres, M. (2016) Challenge Based Learner User Guide. Redwood City, CA: Digital Promise. http://cbl.digitalpromise.org/wp-content/uploads/sites/7/2016/10/CBL_Guide2016.pdf

[14] CHALLENGE Based Learning: Framework. Disponível em: <<http://cbl.digitalpromise.org/stories/>>. Acesso em: 24 maio 2018.

[15] R. M. Cosenza, L. B. Guerra, "Neurociência e Educação – Como o cérebro aprende". Ed. Artmed, Ed. 1, 2011.

[16] C. Davis, Z. Oliveira, "Psicologia na educação", Cortez, 1990.

[17] SAGE Open, "What Makes Mathematics Manipulatives Effective? Lessons From Cognitive Science and Montessori Education", 2015