

Aplicativo Identificador de Cédulas para Apoio ao Ensino do Sistema Monetário Brasileiro a Pessoas com Deficiência Visual

Jaline G. Mombach¹, Daniel Welfer²

¹Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete
RS-377 Km 27 – Passo Novo – 97.555-000 – Alegrete – RS – Brasil

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Av. Roraima, 1000 – Camobi – 97.105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

jaline.mombach@iffarroupilha.edu.br, daniel.welfer@ufsm.br

Abstract. *The Brazilian monetary system is recommended content for elementary education. However, there are no technological resources available to help in teaching the subject to visually impaired students. Thus, this paper proposes the development of a mobile application to identify banknotes and to support the teaching of this theme in schools. The development was iterative and involved prototype testing with users. The coding uses the ORB algorithm for point detection and banknote comparison. Preliminary results indicate that the application is considered satisfactory by users because, in addition to supporting teaching, can also be useful in routine activities. The time to identify a banknote is the greatest limitation of the developed mobile application.*

Resumo. *O sistema monetário brasileiro é conteúdo recomendado para o ensino fundamental. Porém, não há recursos tecnológicos disponíveis para auxiliar no ensino do tema a alunos com deficiência visual. Desse modo, este artigo propõe a criação de um aplicativo móvel para identificação de cédulas e apoio ao ensino desse tema nas escolas. O desenvolvimento foi iterativo e envolveu testes em protótipos com usuários. A codificação usa o algoritmo ORB para detecção de pontos e comparação das cédulas. Os resultados preliminares indicam que o aplicativo é considerado satisfatório pelos usuários, pois além de apoiar o ensino, pode ser útil também na realização de atividades rotineiras. O tempo para identificar uma cédula é a maior limitação desse aplicativo.*

1. Introdução

A universalização do acesso à educação básica e ao Atendimento Educacional Especializado (AEE) para a população com deficiência é uma das metas do Plano Nacional de Educação (PNE), que determina diretrizes para o período de 2014 a 2024. Uma das estratégias discutidas é o fomento para pesquisas que desenvolvam materiais didáticos, equipamentos e recursos de tecnologia assistiva a fim de promover o ensino e a aprendizagem a estudantes com deficiência (BRASIL, 2014).

Segundo dados da última Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), a deficiência visual acomete aproximadamente 3,6% dos brasileiros, sendo a deficiência mais comum no país (PNS, 2013). No que diz respeito ao ensino, Nuernberg (2008) declara que com alunos com deficiência visual é necessário valorizar suas experiências táteis, auditivas e

cinestésicas, a fim de proporcionar aos educandos as mesmas oportunidades e exigências que são oferecidas aos demais alunos. Entre as dificuldades cotidianas discutidas por pessoas com deficiência visual, a identificação de cédulas é mencionada frequentemente (BRAGA et al., 2012).

No Brasil, as notas da segunda família de cédulas de Real são fornecidas em tamanhos diferentes e com marcações táteis. No entanto, os usuários com deficiência visual consultados durante esta pesquisa informam que a diferença de tamanho entre as notas é mínima. Dessa forma, a identificação é possível somente quando a cédula é comparada com todas as demais, exigindo treinamento e tempo. Além disso, as cédulas da primeira família ainda estão em circulação e o desgaste natural do material torna insignificante as microimpressões, impossibilitando o seu reconhecimento. Os participantes deste trabalho relataram que usualmente dependem de outra pessoa para a identificação do valor da cédula e após essa atividade, eles guardam as cédulas em lugares distintos (bolsos, carteiras, etc) para efetuar pagamentos de forma autônoma.

Porém, o sistema monetário é um dos conteúdos descritos na área “Grandezas e Medidas”, dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dos anos iniciais e finais do ensino fundamental (BRASIL, 1997). Por isso, no contexto de escolas acessíveis, se faz importante uma ferramenta que auxilie no ensino dessa temática. Logo, este artigo tem como objetivo apresentar uma estratégia para apoiar o ensino de cédulas de Real na educação básica, por meio do desenvolvimento de um aplicativo móvel que realiza a identificação automática e retorna de forma sonora os valores.

O trabalho está organizado como segue. Na Seção 2, descreve-se os trabalhos relacionados e suas respectivas limitações. Na Seção 3, relata-se a metodologia adotada, bem como o perfil dos participantes. Na Seção 4, detalha-se o desenvolvimento do aplicativo. Na Seção 5, apresenta-se os resultados preliminares em avaliação qualitativa. Por fim, na Seção 6 realizam-se as considerações finais e detalhamento de trabalhos futuros.

2. Sistema Monetário a Alunos com Deficiência: Revisão da Literatura

No portal de publicações da Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE), a busca pelas palavras-chaves “sistema monetário”, “dinheiro” e “cédula” não retornou resultados. Logo, acredita-se que o tema é promissor para a área e também para as escolas brasileiras. Ampliou-se as fontes de consulta e foram encontrados alguns estudos sobre o assunto, relatados a seguir.

Magalhães, Assis e Rossit (2012) apresentam um experimento sobre aprendizagem de relações monetárias com crianças surdas. Os autores salientam que as pesquisas desenvolvidas sobre aprendizagem de relações monetárias são em maioria voltadas à deficiência intelectual. A proposta deles usa estímulos visuais impressos, como números em Libras e figuras de moedas e cédulas. Ainda no contexto infantil, Haydu e Zanluqui (2013) descrevem a aplicação de um jogo de tabuleiro impresso como metodologia para explorar habilidades monetárias. Os autores não citam presença de alunos com deficiência na atividade.

Quanto aos requisitos essenciais para habilidades matemáticas, Rossit e Goyos (2009) discutem um currículo para alunos com deficiência intelectual. Entre as habilidades destacadas, os autores enfatizam a habilidade de aprender a manusear dinheiro. Nesse

mesmo sentido, Pereira e Ferreira (2011) salientam a importância do ensino das Atividades de Vida Diária (AVD), que objetivam a autosuficiência das pessoas com deficiência. No caso da deficiência visual, as autoras mencionam o ato de fazer pequenas compras utilizando diferentes cédulas monetárias como um exemplo dessas atividades.

Observa-se que metodologias para ensino do sistema monetário a alunos com deficiência visual não são frequentemente compartilhadas na área acadêmica. Porém, a pesquisa de Moraes (2009) relata um estudo de caso em um programa de reabilitação na educação especial que atende alunos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA). O objetivo do estudo foi a aplicação do sorobã¹ para a formação de conceitos matemáticos, entre eles o sistema monetário. A autora descreve que usou moedas para apoio à atividade e o sorobã para resolução de problemas lógicos envolvendo os conceitos de compra e venda. Logo, não utilizou cédulas e a autora também não indica como apresentar o material e/ou ajudar os alunos a identificar cédulas.

Não foram encontradas na literatura técnica e científica relatos de uso de aplicativos móveis para apoiar o ensino de cédulas de Real. Mas, algumas tecnologias para reconhecimento automático de cédulas já estão em desenvolvimento, conforme apresentado a seguir.

2.1. Aplicativos de Reconhecimento Automático de Cédulas

Como trabalhos similares, encontrou-se aplicações comerciais para identificação automática de cédulas de Real. A Tabela 1 descreve as principais características dos trabalhos e inclui o método proposto.

Tabela 1. Aplicações para reconhecimento de cédulas de Real

Autores	Plataforma	Custo	Descrição
Auire Prisma Gil (2014)	Hardware próprio	R\$ 430,00	Reconhece cinquenta variações de cores e todas as cédulas de Real, emitindo retorno sonoro ao usuário
LOOKTEL (2014)	iOS	U\$ 9,99	Identifica cédulas de diferentes sistemas, incluindo o Real. Tradução incompleta para Português.
TAP TAP SEE (2014)	iOS e Android	R\$ 22,93 ao mês	Reconhece objetos em geral, a partir de uma biblioteca on-line. Exige captura de foto do objeto e conexão com a internet. Não oferece tradução em português.
BCB (2014)	iOS e Android	Gratuito	Não foi desenvolvido especificamente para pessoas com deficiência visual, apenas ajuda a identificar e conhecer os itens de segurança das cédulas.
Método proposto	Android	Gratuito	Estudo de caso em Escolas. Exige treinamento com as pessoas com deficiência visual.

Além das aplicações comerciais citadas, pesquisas com caráter científico têm sido desenvolvidas no Brasil, como as de Bertanha et al. (2013), Teixeira, Braga e Nascimento (2016) e Higa (2015). Entretanto, esses trabalhos não apresentam metodologias que incluam o usuário durante o processo de desenvolvimento e também não são focados no

¹Sorobã é um ábaco de origem japonesa, frequentemente utilizado por pessoas com deficiência visual para a realização de cálculos matemáticos. Esse equipamento é distribuído às escolas pela Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação (MORAIS, 2009).

ambiente escolar. Por conseguinte, o diferencial desta proposta é inclusão da discussão no âmbito da Informática na Educação, bem como a realização de metodologia participativa com pessoas com deficiência visual, conforme detalhado na próxima Seção.

3. Metodologia Participativa

Esta Seção apresenta a metodologia empregada no desenvolvimento do trabalho. Conforme experiência obtida em Mombach e Welfer (2013), o projeto seguiu conceitos de *Design Centrado no Usuário* (DCU).

Segundo Rogers, Sharp e Preece (2013), os princípios de DCU contemplam principalmente o foco no usuário, realização de atividades em protótipos e *design* iterativo, ou seja, ciclos de desenvolvimento, testes, avaliação e correções. Já a avaliação cooperativa, método proposto inicialmente por Monk et al. (1993), é baseado na “cooperação” entre desenvolvedor e usuários para análise de protótipos. Basicamente, envolve a realização de tarefas em protótipos, elaboração de questionamentos pelo desenvolvedor sobre o entendimento do usuário, registro de pontos a serem mudados ou melhorados e análise de que foi observado pelo desenvolvedor durante a interação do usuário com o protótipo.

Portanto, adotou-se o DCU como método de trabalho. As etapas envolveram pesquisa com usuários, estudo sobre métodos e ferramentas de reconhecimento de padrões, codificação e testes com usuários por avaliação cooperativa.

3.1. Perfil dos Participantes

Na cidade de Alegrete, interior do Rio Grande do Sul, não há centros específicos de apoio a pessoas com deficiência visual, por isso o principal meio de contato foi através de indicações da Secretaria Municipal de Educação sobre alunos e ex-alunos com deficiência visual. No período de estudo, março a junho de 2015, havia somente uma aluna cega matriculada na rede municipal e nenhum caso de aluno com baixa visão que tivesse acompanhamento nas salas de AEE das escolas. Outras pessoas foram indicadas como alunos egressos da rede e também houve indicação dos próprios usuários. Portanto, participaram cinco usuários cegos e um usuário com baixa visão. A Tabela 2 apresenta o perfil dos participantes, identificando cegos com a letra “C” e baixa visão com a letra “B”.

Tabela 2. Perfil dos usuários que participaram dos testes em protótipos

	Idade	Sexo	Tempo de diagnóstico	Escolaridade
C1	34 anos	M	Há 21 anos	Egresso do Ens. Médio Técnico (Informática)
C2	44 anos	F	Há 13 anos	Ex-aluna Ens. Fundamental EJA
C3	27 anos	M	Há 2 anos	Egresso do Ens. Médio
C4	6 anos	F	Há 3 anos	Aluna do Ens. Fundamental
C5	35 anos	M	Há 16 anos	Egresso do Ens. Médio
B1	58 anos	M	Há 6 anos	Ex-aluno Ens. Fundamental EJA

A maioria dos participantes teve experiência escolar após o diagnóstico: o usuário C1 concluiu o ensino fundamental, o ensino médio e realizou curso técnico subsequente em Informática. Os usuários C2 e B1 relataram que deixaram de estudar há alguns anos, mas tentaram retomar os estudos no Ensino de Jovens e Adultos (EJA), após o diagnóstico de cegueira e baixa visão, respectivamente. No entanto, abandonaram o curso devido a dependência de alguém para levá-los, pois o trajeto até a escola não é acessível e também

porque a escola não tinha como adaptar os materiais fornecidos pelos professores, já que não havia máquina Braille nem computadores.

O usuário C3 teve diagnóstico após conclusão do ensino médio; o usuário C5 relata que começou o ensino superior na área de Computação, mas desistiu por falta de afinidade com a área; C4 cursa o primeiro ano do ensino fundamental e está em processo de alfabetização, recebendo atendimento no laboratório de AEE.

3.2. Experiência dos Participantes com *Smartphone*

Por tratar-se de aplicativo móvel, perguntou-se aos usuários qual a experiência deles com uso do celular, bem como o tipo de dispositivo. Todos indicaram uso frequente do aparelho para realizar chamadas e a maioria utiliza o modelo convencional, com botões. Os usuários C1 e C5 relataram tentativa em usar dispositivos com tela sensível ao toque, mas não se adaptaram. Ao serem questionados sobre uso de leitor de telas para celular, ambos desconheciam esta possibilidade. Apenas o usuário C3 já havia utilizado leitor de telas para *smartphone* quando foi contatado para o projeto. A criança (C4), por sua vez, desconhecia o leitor de telas, mas relatou que usa com frequência o dispositivo para jogar.

Quanto às limitações de uso do celular, os participantes comentaram sobre o envio e recebimento de mensagens de texto, pois no celular convencional dependem de voluntários para leitura das mensagens e falaram sobre interesse de acesso a redes sociais pelo *smartphone*. Como a maioria dos usuários não havia tido experiência anterior com leitor de telas em celular e alguns também não tinham manipulado dispositivos com tela sensível ao toque, antes de começar as intervenções houve treinamento com o funcionamento do leitor de telas nativo do Android, *Talk Back*.

3.3. Manipulação de Cédulas pelos Participantes

Os usuários informaram que distinguir moedas é possível devido suas características: peso, tamanho e bordo. Porém, não conseguiam identificar as cédulas. O principal problema relatado é que não confiam em terceiros, pois alguns foram vítimas de fraudes no comércio, principalmente com troco em compras.

Assim, para reconhecimento das cédulas, os participantes solicitam ajuda a familiares e eles as guardam em lugares distintos, conforme o valor. Vale esclarecer que a criança (C4) relatou contato somente com moedas, porém, sem valoração definida e distinção entre elas. Também, ainda não aprendeu sobre o tema na escola. Os adultos, contudo, relatam que na escola não tiveram treinamento para identificação, inclusive C1, que concluiu o ensino fundamental já com diagnóstico de cegueira. Conforme os participantes, o ensino do sistema monetário brasileiro a eles ocorreu por meio de atividades matemáticas, enfatizando cálculos de soma, subtração, divisão e multiplicação em problemas de compra e venda.

4. Codificação do Aplicativo

O desenvolvimento adotou a plataforma Android, por ser um dos sistemas operacionais mais populares entre os usuários de *smartphone* e também por contemplar recursos nativos de acessibilidade, como ampliador e leitor de telas (IDC, 2014). Na plataforma, configurou-se a biblioteca OpenCV para facilitar o processamento das imagens capturadas pela câmera. A biblioteca OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) é livre e

gratuita e facilita a implementação de aplicações de tempo real (OPENCV, 2014). Um dos algoritmos implementados na biblioteca é o *Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB)*, utilizado para extrair pontos de interesse em imagens, o qual foi escolhido para esta abordagem.

Após avaliações iterativas com usuários, a versão aceitável por eles envolve basicamente três abordagens: verificação de uma região de interesse para detectar o número da cédula (notas da primeira família), análise da média RGB² do *frame* e por fim, o *matching* entre pontos de interesse detectados na cédula. Ademais, devido à ampla variedade de dispositivos disponíveis no mercado, adotou-se estratégias para execução do método em *smartphones* sem *flash* e também, padronização da resolução obtida pela tela.

O aplicativo trabalha em conjunto com o leitor de telas *Talk Back*, atuando conforme os toques na tela. Sempre que há um toque na tela, o leitor de telas tenta identificar a descrição para realizar leitura. Por isso, a tela inicial contém texto introdutório explicando que para iniciar a aplicação é necessário pressionar o dedo na tela duas vezes, conforme ilustra a Figura 1.

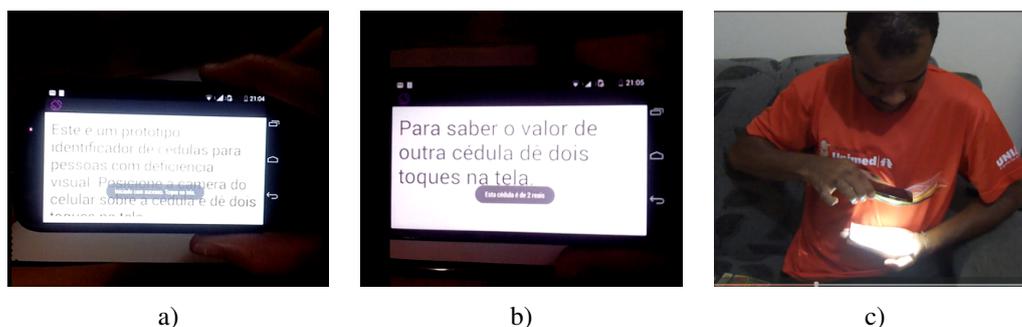


Figura 1. Registros do aplicativo: (a) tela inicial com apenas o texto introdutório para o leitor de telas, indicando que o usuário deve dar dois toques na tela; (b) tela que surge após identificação da cédula para que o leitor de telas informe ao usuário que novamente precisa dar dois toques na tela; (c) registro de um usuário testando o aplicativo.

Após dar dois toques na tela, a câmera é ativada e depois de aproximadamente 10 segundos o *frame* é capturado. Esse tempo de espera é importante para que o usuário alinhe a câmera do celular à cédula que precisa ser identificada. Como há 24 possibilidades de identificação, foi necessário planejar uma maneira de acelerar a verificação em cada cédula. São realizadas duas tentativas de aceleração de identificação: reconhecimento do numeral presente na cédula com lado efigie da primeira família e posteriormente, análise da média RGB presente no *frame*. A etapa que testa a cédula cria os pontos de interesse, descritores e realiza o *matching* entre o *frame* e a imagem das cédulas previamente carregadas. Depois de identificada a cédula, o dispositivo emite retorno sonoro com o valor e acessa a tela que permitirá ao usuário identificar outra cédula.

4.1. Prototipação

Realizaram-se testes individuais, na residência dos participantes, com exceção de um teste realizado na Universidade e o teste com a criança nas dependências da escola em que

²RGB é a abreviatura do sistema de cores formado por Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue)

ela estuda. Ressalta-se que o teste com a criança ocorreu pelo interesse em observar as formas de interação com o aplicativo, o nível de dificuldade para aprendizado do método e possível mediação para aprender a identificar as cédulas.

Baseado na avaliação cooperativa, elencou-se como tarefas principais nos testes: (i) encontrar e inicializar a aplicação e (ii) identificar o valor de três cédulas, escolhidas de forma aleatória pelo usuário. A Figura 2 ilustra o processo de avaliação realizado com os usuários. Ao total, criou-se três protótipos até se obter versão aceitável. No primeiro protótipo testou-se com dois usuários, os mesmos que testaram o segundo protótipo. Finalmente, testou-se e avaliou-se de forma qualitativa o terceiro protótipo com cinco usuários, sendo quatro cegos e um com baixa visão.

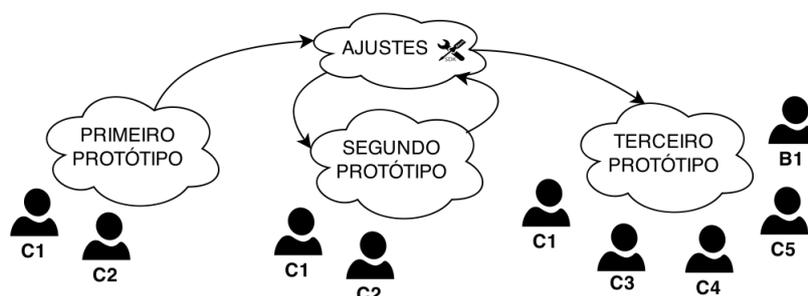


Figura 2. Processo iterativo de avaliação: primeiro e segundo protótipos testados com os mesmos usuários (cegos) e o terceiro protótipo testado com cinco participantes, incluindo um com baixa visão.

No primeiro protótipo a principal dificuldade encontrada pelos usuários foi o alinhamento da câmera do celular com a cédula para captura da imagem. Também, o tempo de retorno ao usuário era demorado, visto que o aplicativo testava a imagem capturada com todas as possibilidades de cédula (lados efigie e animal), incluindo as duas famílias de Real. O aplicativo não conseguia identificar as cédulas em ambientes iluminados diretamente com luz artificial, já que sem ativação de recurso de *flash* o próprio dispositivo criava sombras na cédula, omitindo padrões importantes para comparação entre as imagens. De maneira geral, os usuários não conseguiram utilizar de forma autônoma o aplicativo nesta fase.

No segundo protótipo, para auxiliar no alinhamento entre a câmera do celular e a cédula, criou-se uma armação simples em madeira para facilitar o ponto em que o celular deveria estar alinhado e adotou-se uso de uma folha branca para a cor do fundo não interferir na captura da cédula. Nos testes, foi possível identificação de cédulas pelo usuário, mas algumas limitações se mantiveram. A necessidade de fundo branco para reconhecimento e uso da armação em madeira foi relatado como maior insatisfação dos participantes. O grupo sugeriu que o dispositivo pudesse identificar a cédula na mão. Logo, o terceiro protótipo implementou a sugestão, conforme detalhado na próxima Seção.

5. Resultados Preliminares

A versão aceitável do aplicativo envolve três etapas: verificação em uma região de interesse para detectar o número da cédula (notas da primeira família), análise da cor predominante através da média de cores dos *pixels* e por fim, o *matching* entre pontos de interesse detectados pelo ORB.

Quando o aplicativo é acionado, informa “*câmera ativa*” e a pessoa pode mudar a altura do celular, mantendo-o rente ao corpo para alinhar a câmera. Quando a imagem é capturada, o aplicativo informa “*procurando*” e o usuário pode soltar o dispositivo. Se a cédula for encontrada, o aplicativo informará o valor ou então retornará a mensagem “*não encontrado*” e ativará a câmera novamente. O *feedback* ao usuário é realizado por mensagens de áudio. A Figura 5 ilustra o método descrito.



Figura 3. Etapas do método de uso do aplicativo.

Para avaliação, questionou-se ao grupo de usuários sobre o método da proposta, a eficácia e a utilidade do aplicativo. Quanto ao método de uso, os participantes indicaram que o procedimento poderia ser melhorado, pois é necessário treinamento para usar o aplicativo. Quanto à eficácia, todos indicaram que o aplicativo consegue reconhecer as cédulas, embora considerem o tempo para identificação (em média 30 segundos), demorado. O usuário que é músico profissional ressaltou que o tempo de identificação ficou mais rápido, porém exemplifica que ainda teria dificuldade para receber sua remuneração após shows, visto que necessitaria de tempo expressivo para confirmar o valor recebido.

Quanto à utilidade, isto é, sobre o aplicativo apoiar o ensino sobre cédulas nas escolas, todos indicaram que o uso da ferramenta auxiliaria de forma considerável no ensino e também em atividades rotineiras, como ao receber dinheiro de estranhos (troco). Um participante complementou que também usaria a ferramenta para separar as cédulas, já que ele costuma guardá-las em lugares distintos por considerar esta maneira mais rápida para efetuar pagamentos.

Os participantes ainda sugeriram algumas modificações, como uso de recurso auxiliar, similar aos bastões para fotografias utilizados em celulares; mudança no modo de captura de automático para acionamento por botão; fechamento do aplicativo por comando de voz; enquadramento da imagem guiada por voz e curso para pessoas com deficiência visual que não sabem manipular os *smartphones* e leitores de tela.

Salienta-se que a criança, aluna do 1º ano, operou o dispositivo e interagiu com o aplicativo de forma autônoma e não teve dificuldade para aprender o método de uso, diferente dos usuários adultos que precisaram de maior treinamento.

6. Considerações Finais

O sistema monetário brasileiro é conteúdo trabalhado nas escolas e a identificação de cédulas de Real pode ser uma tarefa difícil de se realizar por alunos com deficiência visual. Assim, este artigo apresentou o desenvolvimento de um aplicativo para identificação de cédulas, a fim de apoiar o ensino sobre o tema nas escolas e também promover maior autonomia na manipulação de dinheiro a pessoas com deficiência visual. Adotou-se o

método de reconhecimento por *matching* de pontos de interesse, usando o algoritmo ORB. A adaptação desse algoritmos para dispositivos móveis foi possível através da biblioteca OpenCV. A avaliação qualitativa com os participantes indica que a proposta atingiu o objetivo esperado, porém ainda apresenta limitações, principalmente quanto ao tempo de retorno.

Percebe-se que nas publicações da CEIE não há indicação de ferramentas para apoio ao ensino do sistema monetário nas escolas e esse pode ser um tema mais explorado pelos grupos de pesquisa que desenvolvem objetos de aprendizagem. Além disso, recursos tecnológicos podem ser uma opção para apoiar o ensino da temática a alunos com deficiência visual, que precisam aprender a identificar cédulas a fim de tornarem-se mais independentes na realização de tarefas cotidianas, como comprar ou vender produtos.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a discussão de uso dessa aplicação com professores do AEE e acrescentar atividades que facilitem o trabalho do professor em sala de aula, como auxílio para identificação de moedas. Quanto à codificação, pretende-se paralelizar o processo de comparação entre as imagens para diminuir o tempo de resposta ao usuário. Por fim, deseja-se realizar estudo de caso em escolas que possuam alunos com deficiência visual em classes regulares, a fim de verificar o impacto real do uso da aplicação no apoio ao ensino do sistema monetário brasileiro.

Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *BC lança aplicativo para verificar as características das cédulas brasileiras*. 2014. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pt-br/paginas/bc-lanca-aplicativo-para-verificar-as-caracteristicas-das-cedulas-brasileiras-06-2014.aspx>. Acesso em: 11 de agosto de 2014.

BERTANHA, L. L. et al. Recognition of brazilian currency notes via feature point extraction. In: *Anais do IX Workshop de Visão Computacional*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

BRAGA, J. C. et al. Estudo e relato sobre a utilização da tecnologia pelos deficientes visuais. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2012. p. 37–46.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. aprova o plano nacional de educação - pne e dá outras providências. *Coleção de leis da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, agosto 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm. Acesso em: 2 de abril de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Parâmetros curriculares nacionais : matemática*. Brasília, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 2 de abril de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Pesquisa Nacional de Saúde: Pessoas com Deficiência*. 2013. Disponível em: <http://www.pns.icict.fiocruz.br/index.php?pag=resultados>. Acesso em: 14 de julho de 2017.

GIL, F. de O. *AUIRE PRISMA: Identificador de Cores e Dinheiro*. 2014. Disponível em: <http://www.auire.com.br/prisma/>. Acesso em: 7 de agosto de 2014.

HAYDU, V. B.; ZANLUQUI, L. V. Jogo de tabuleiro para ensino de habilidades monetárias: grau de aprendizagem de diferentes faixas etárias. *Perspectivas em análise do comportamento*, Núcleo Paradigma de Análise do Comportamento, v. 4, n. 2, p. 122–135, 2013.

HIGA, J. C. K. Desenvolvimento de técnicas para detecção e reconhecimento automático de números de série para cédulas de real. 2015.

IDC. *International Data Corporation. Smartphone OS Market Share 2014*. 2014. Disponível em: <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>. Acesso em: 7 de agosto de 2014.

LOOKTEL. *LookTel Money Reader*. 2014. Disponível em: <http://www.looktel.com/moneyreader>. Acesso em: 11 de agosto de 2014.

MAGALHÃES, P. G. S.; ASSIS, G. J. A. d.; ROSSIT, R. A. Ensino de relações condicionais monetárias por meio de "matching to sample" para crianças surdas com e sem pré-requisitos matemáticos. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, Associação Brasileira de Psicoterapia e Medicina Comportamental, v. 14, n. 2, p. 4–22, 2012.

MOMBACH, J. G.; WELFER, D. Proposta de um aplicativo móvel para percepção de imagens estáticas por alunos com deficiência visual. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 24, n. 1, p. 487.

MONK, A. et al. *Improving your human-computer interface: A practical technique*. [S.l.]: Prentice Hall London, 1993.

MORAIS, I. M. d. S. Sorobã: suas implicações e possibilidades na construção do número e no processo operatório do aluno com deficiência visual. 2009.

NUERNBERG, A. H. Contribuições de vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. *Psicologia em Estudo*, SciELO Brasil, v. 13, n. 2, p. 307–316, 2008.

OPENCV. 2014. Disponível em: <http://opencv.org/>. Acesso em: 11 de agosto de 2014.

PEREIRA, M. K. d. S.; FERREIRA, A. C. O ensino de geometria para alunos com deficiência visual: uma proposta de ensino em desenvolvimento. 2011.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. *Design de interação: além da interação humano-computador*. [S.l.]: Bookman, 2013.

ROSSIT, R. A. S.; GOYOS, C. Deficiência intelectual e aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais. *Psicologia Escolar e Educacional*, SciELO Brasil, v. 13, n. 2, p. 213–225, 2009.

TAP TAP SEE. *Tap Tap See App*. 2014. Disponível em: <http://www.taptapseeapp.com/>. Acesso em: 11 de agosto de 2014.

TEIXEIRA, V. V.; BRAGA, J. C.; NASCIMENTO, M. Z. do. Aplicativo identificador de cédulas para deficientes visuais. *Revista de Informática Aplicada*, v. 11, n. 1, 2016.