

Nidaba: Plataforma Digital para Produção de Recursos Educacionais Inclusivos Baseados em Mesa Tangível

Evandro Preuss¹, Renato Ventura Bayan Henriques¹, Sandra Baldassarri²

¹ Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PPGIE
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brasil

² Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza – Zaragoza – España

evandro.preuss@gmail.com, rventura@ufrgs.br, sandra@unizar.es

Abstract. *Tangible interfaces use for educational purposes has considerable advantages and can provide an increase in student engagement and motivation, in addition to being a suitable assistive technology resource for inclusive education. This work presents a proposal for using the tangible table in inclusive education, with an authoring tool for building educational applications and the platform needed for its execution, developed specifically for this purpose. This platform can be used as an instrument of technological mediation, in an interactive and intuitive way by teachers and students, for the development and use of pedagogical activities in an inclusive context.*

Resumo. *O uso de interfaces tangíveis para fins educacionais apresenta consideráveis vantagens e pode proporcionar um incremento no engajamento e motivação dos estudantes, além de ser um recurso de tecnologia assistiva adequado para a educação inclusiva. Este trabalho apresenta uma proposta para uso de mesa tangível na educação inclusiva, juntamente com uma ferramenta de autoria para a construção de aplicações educacionais, bem como a plataforma necessária para sua execução. Esta plataforma pode ser utilizada como um instrumento de mediação tecnológica, de forma interativa e intuitiva por educadores e estudantes, para o desenvolvimento e utilização de atividades pedagógicas num contexto inclusivo.*

1. Introdução

A utilização de ferramentas tecnológicas na educação é bastante disseminada, porém, quando envolve educação inclusiva, especialmente para crianças com deficiência intelectual ou autismo, existem poucas soluções e recursos tecnológicos disponíveis. O uso de interfaces tangíveis para fins educacionais pode servir como recurso de tecnologia assistiva, capaz de proporcionar um incremento no engajamento e motivação dos estudantes. Seu uso com crianças com algum tipo de deficiência permite desenvolver a coordenação motora fina ao mesmo tempo em que elas se apropriam de metáforas, com as representações visuais e simbólicas dos objetos.

Os principais problemas encontrados para a utilização de mesas tangíveis no ambiente educacional são os altos custos das mesas comerciais e a ausência de softwares para criação de aplicações que atendam às necessidades educacionais e que sejam fáceis de utilizar, especialmente por educadores que não dominam a lógica de programação. As

ferramentas convencionais de criação de aplicações exigem conhecimentos em programação que os educadores não dominam. Apesar de existirem algumas ferramentas de autoria desenvolvidas em projetos de pesquisa que facilitem o desenvolvimento de aplicações para mesas tangíveis, elas apresentam limitações em suas funcionalidades ou exigem um certo conhecimento técnico e domínio da lógica de programação. Não há uma ferramenta de autoria que apresente as possibilidades de uso dos recursos pedagógicos necessários e que seja simples e fácil de utilizar, do mesmo modo que não há publicações que sistematizem a produção e uso de mesas tangíveis de baixo custo para uso na educação.

O objetivo desta pesquisa é criar e testar uma plataforma digital para produção de recursos educacionais baseados em mesa tangível, que atendam à diversidade para a educação inclusiva. É apresentada uma proposta de uso da mesa tangível na educação inclusiva, juntamente com uma ferramenta de autoria para a construção de aplicativos e a plataforma necessária para sua execução, desenvolvidos especificamente para este propósito, a partir do levantamento de necessidades pedagógicas e questões de acessibilidade. O diferencial desta proposta é que os próprios educadores podem criar as aplicações, sem necessidade de conhecimento em programação e executá-las na mesa tangível com objetos reais ou num simulador em computadores ou dispositivos móveis.

Esta plataforma é uma proposta inovadora no uso de tecnologias tangíveis, ambientes imersivos e dispositivos robóticos para a produção de recursos educacionais tangíveis e eletrônicos, que atendam à diversidade nas aulas inclusivas e na educação especial. Esta plataforma pode ser utilizada como um instrumento de mediação tecnológica, de forma interativa e intuitiva por educadores e estudantes para o desenvolvimento e utilização de atividades pedagógicas num contexto inclusivo. A plataforma desenvolvida e o editor reúnem, numa única ferramenta, diversas características importantes apresentadas em trabalhos relacionados e apresenta, ainda, vários recursos inovadores para a produção de aplicações para mesa tangível e também num ambiente de execução simulada em computadores e dispositivos móveis. A pesquisa apresenta também uma especificação para a produção de uma mesa tangível de baixo custo, para a execução das aplicações desenvolvidas com os objetos tangíveis.

2. Mesa Tangível

Uma mesa tangível é uma interface computacional com uma superfície horizontal na qual a saída do computador é exibida através de um projetor e sobre a qual objetos físicos podem ser posicionados e movidos para executar as interações, atuando como controle. Para que os objetos sejam devidamente identificados e seus posicionamentos e movimentações possam ser captados pela câmera, marcadores fiduciais podem ser fixados neles. Diferentemente de um tablet ou smartphone, ao invés de simplesmente tocar ou clicar numa determinada área, é a colocação ou movimentação de um objeto específico sobre a superfície da mesa que proporciona a interação.

A mesa tangível pode ser um produto comercial ou pode ser desenvolvida a partir de produtos convencionais. Existem pouquíssimos produtos comerciais e seus custos são superiores a R\$ 100 mil. Uma alternativa para desenvolver uma mesa tangível é com a construção de uma mesa de madeira com tampo de acrílico, na qual a imagem pode ser projetada na sua superfície com um projetor convencional, com o uso de um espelho e um software de visão computacional faz o rastreamento e identificação dos objetos e seus

posicionamentos a partir das imagens de uma câmera (fig. 1), com o auxílio de iluminação infravermelha.

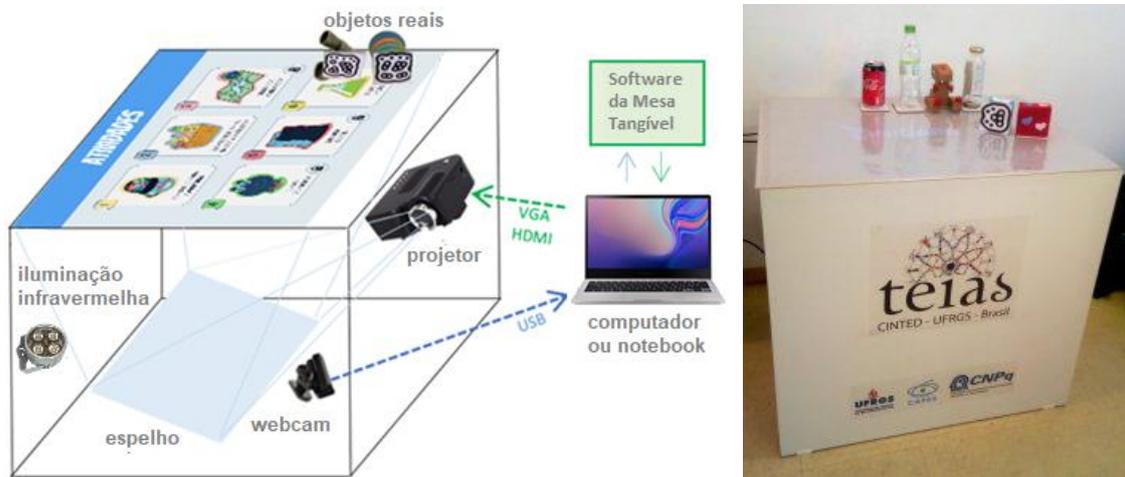


Figura 1. Mesa tangível

Uma mesa tangível pode ser utilizada em tarefas cognitivas que envolvem representações visuais, sonoras, táteis e simbólicas de objetos. Podem ser usadas para executar e apresentar atividades pedagógicas envolvendo a interação com objetos tangíveis em sua superfície para a formação de conceitos científicos, para realizar experimentações, apresentar narrativas e resolver desafios e jogos.

Há uma grande variedade de tecnologias, dispositivos e técnicas usadas para prototipar e implementar mesas tangíveis, sendo que as três principais tecnologias de implementação frequentemente usadas são: visão computacional, RFID, microcontroladores, sensores e atuadores (SHAER, HORNECKER, 2009). Uma mesa tangível pode ser desenvolvida e utilizada de modo eficiente com um sistema de rastreamento de objetos baseado em visão computacional com o auxílio de iluminação infravermelha, apresentando custos bem inferiores aos dos produtos comerciais.

3. Trabalhos relacionados

A pesquisa de Vieira (2018) foi precursora no uso de mesa tangível no PPGIE/UFRGS e investigou os estados afetivos de alegria e frustração em crianças com TEA, num contexto de contação de histórias em mesas tangíveis. Nesta pesquisa, a mesa tangível cumpriu com o seu objetivo pedagógico e foi o fator de motivação para o aprofundamento das pesquisas, aprimoramentos na construção da mesa tangível e o desenvolvimento de um novo editor, com mais recursos e que pudesse ser utilizado por um professor que não tem conhecimento técnico e domínio de lógica de programação.

O ReacTable (JORDÀ *et al.*, 2006) é um instrumento musical eletrônico baseado numa mesa tangível e foi importante por ter sido desenvolvido pelos mesmos criadores do software de visão computacional reactIVision (KALTENBRUNNER, 2009), demonstrando a viabilidade, funcionalidade e utilidades das mesas tangíveis baseadas em visão computacional e do próprio reactIVision.

O NIKVision (MARCO *et al.*, 2013) é um dispositivo de mesa tangível, com suporte a objetos tangíveis em jogos para crianças, sendo um trabalho relevante por desenvolver uma mesa tangível para seu utilizada no contexto educacional, com crianças.

O ToyVision (MARCO, CERZO, BALDASSARRI, 2012) é um kit de ferramentas de software que permite a criação de protótipos de jogos em mesas de interação tangível, fornecendo ferramentas intuitivas para modelar controles tangíveis. O KitVision (BONILLO *et al.*, 2019) é um assistente gráfico que facilita a criação de jogos tangíveis para a mesa NIKVision e uso com o ToyVision. Apesar de permitirem a criação de aplicações e jogos, essas ferramentas apresentam algumas limitações nas funcionalidades e recursos disponíveis, especialmente por não permitir o uso de vídeos e animações que não sejam em Flash, dificuldade de criação não lineares e nas interações com os objetos. A principal desvantagem é o uso de tecnologia baseada em Flash, que foi descontinuada.

O TIES - *Tangible Interaction in Educational Scenario* (ARTOLA *et al.*, 2015) é uma ferramenta de autoria formada por um editor e um visualizador que executa as aplicações numa mesa tangível. É uma ferramenta relativamente simples, com modelos pré-definidos de tipos de atividades, que permite que o educador facilmente configure os elementos da aplicação, mas apresenta poucas opções de aplicações que podem ser criadas. Apresenta também como desvantagem o uso de tecnologia baseada em Flash.

O ISAR (HODAIE, *et al.*, 2019) é um sistema com uma ferramenta de autoria para a criação de aplicativos no qual o projetor e a câmera devem ser colocados acima da mesa e permite a utilização de objetos reais com e sem marcadores fiduciais. Por permitir maior flexibilidade na escolha e uso dos objetos da aplicação, apresenta uma complexidade maior para a criação das aplicações. Tem como limitação o uso somente com a mesa física e exige um maior conhecimento técnico para a criação de aplicações.

As principais pesquisas com uso de mesa tangível para educação e atividades colaborativas demonstram a viabilidade e utilidade da mesa tangível e apresentam um potencial maior para pessoas com alguma necessidade educacional especial. Dentre elas, destacam-se os manipuladores matemáticos e competências numéricas básicas para crianças em idade pré-escolar (FALCÃO, DACKERMANN, *et al.*, 2018), o desenvolvimento da aprendizagem e habilidades de raciocínio espacial com um jogo sério em matemática (KUBICKI *et al.*, 2016). Os experimentos com mesa tangível e pessoas com deficiência que merecem destaque são os estudos de Bonillo, Baldassarri *et al.* (2019), que avaliaram as potencialidades de uso de mesas tangíveis para terapia de crianças com problemas de desenvolvimento, os jogos de computador para avaliar o desenvolvimento de crianças com TEA (CHEN *et al.*, 2019) e os estudos envolvendo crianças com deficiência intelectual em processo de descoberta (FALCÃO, 2018).

4. Plataforma Nidaba

A plataforma digital Nidaba é um ambiente para criação de aplicações educacionais para ser executado em mesas tangíveis, computadores e dispositivos móveis, que podem interagir com dispositivos robóticos, fantoches eletrônicos e ambientes de realidade virtual. É desenvolvido com tecnologia web e é formado por uma mesa tangível baseada em visão computacional, por uma ferramenta de autoria intuitiva e interativa, por um *player* que executa as aplicações na mesa tangível e por um emulador que simula a execução da aplicação em computadores, tablets e smartphones.

4.1. Materiais e Métodos

É uma pesquisa-ação que envolve o desenvolvimento de uma plataforma (desenvolvimento de software) para a mesa tangível e sua integração com demais

dispositivos e a análise do seu uso e aceitação pelos educadores envolvidos com a educação inclusiva. Envolve também uma pesquisa bibliográfica sobre educação inclusiva e interfaces tangíveis, para identificar as necessidades pedagógicas, questões de acessibilidade e tecnologias para uso de mesas tangíveis na educação inclusiva. Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa e quantitativa, com análise das informações baseadas em triangulação de dados, observações e questionários de avaliação de usabilidade SUS – *System Usability Scale* (BROOKE, 1996) e do inventário de motivação intrínseca IMI – *Intrinsic Motivation Inventory* (MCAULEY, DUNCAN, *et al.*, 1989).

O desenvolvimento da plataforma foi baseado em métodos ágeis, envolvendo processo incremental, com a colaboração dos interessados no produto e com o projeto passando por várias modificações no decorrer da implementação. Contou com entregas rápidas e frequentes e com feedback constante. Foi baseado no método FDD – *Feature Driven Development* (RETAMAL, 2014) com o foco nas funcionalidades do sistema.

Os sujeitos participantes dessa pesquisa que utilizaram o Eduba Editor para criação de aplicações para mesa tangível foram aproximadamente 100 estudantes de graduação e pós-graduação da UFRGS e 16 professores de ensino fundamental da rede pública.

4.2. Arquitetura da Plataforma

A plataforma Nidaba é composta por uma ferramenta de autoria baseada num editor de recursos educacionais tangíveis (Eduba Editor), por um *player* (Nidaba Player) que executa as aplicações numa mesa tangível ou no simulador em computadores e dispositivos móveis e por bibliotecas para a comunicação da plataforma com os fantoches eletrônicos, robôs educacionais, ambiente de realidade virtual e demais dispositivos eletrônicos baseados em Arduino e Raspberry Pi.

Para atender ao objetivo de definir uma especificação de baixo custo para sua construção e uso na educação inclusiva, dois protótipos e três mesas tangíveis foram construídas e aprimoradas. A especificação para a construção e montagem da mesa, a partir de materiais facilmente encontrados em lojas especializadas, envolve o uso de MDF, tampo de acrílico, vinil translúcido, espelho, projetor multimídia, webcam, filtro e iluminação infravermelha (PREUSS, 2020). Com esses materiais é possível construir uma mesa tangível com custos que variam de R\$ 3.500 a R\$ 6.000, dependendo do tipo de projetor escolhido. As mesas utilizam visão computacional através do reacTIVision (KALTENBRUNNER, 2009) para o rastreamento dos objetos.

O Eduba Editor é uma ferramenta de autoria que permite a criação das aplicações incluindo imagens, textos, vídeos, animações e áudios de modo intuitivo e interativo. Apresenta uma versão online (<https://nidaba.online>) e uma versão para download e instalação num computador, que pode ser usada mesmo sem acesso à Internet. A interface está disponível nos idiomas Português, Inglês e Espanhol e são disponibilizados o manual de uso do software (<https://nidaba.online/help>) e os tutoriais, com dicas e exemplos para auxiliar no planejamento e produção das aplicações (<https://nidaba.online/tutorial>).

No editor, as aplicações são formadas por um conjunto de cenas. Em cada cena são escolhidos e inseridos os elementos, como a imagem de fundo, o áudio de narração ou explicação, textos, imagens, animações, áreas de interação baseada nos marcadores fiduciais, vídeos e feedback. Quando há interação com objetos tangíveis, são delimitadas as áreas dessa interação no editor e a configuração dos elementos fiduciais corretos e

incorretos e o respectivo feedback sonoro ou pictográfico para cada resposta. O Eduba Editor (fig. 2) possui uma interface para o desenvolvimento das aplicações na qual os elementos de texto, imagens, vídeos e áreas de interação são inseridos de forma interativa com o uso do mouse, clicando, arrastando, dimensionando e preenchendo as propriedades de acordo com o contexto de cada elemento, sem necessidade de programação explícita.

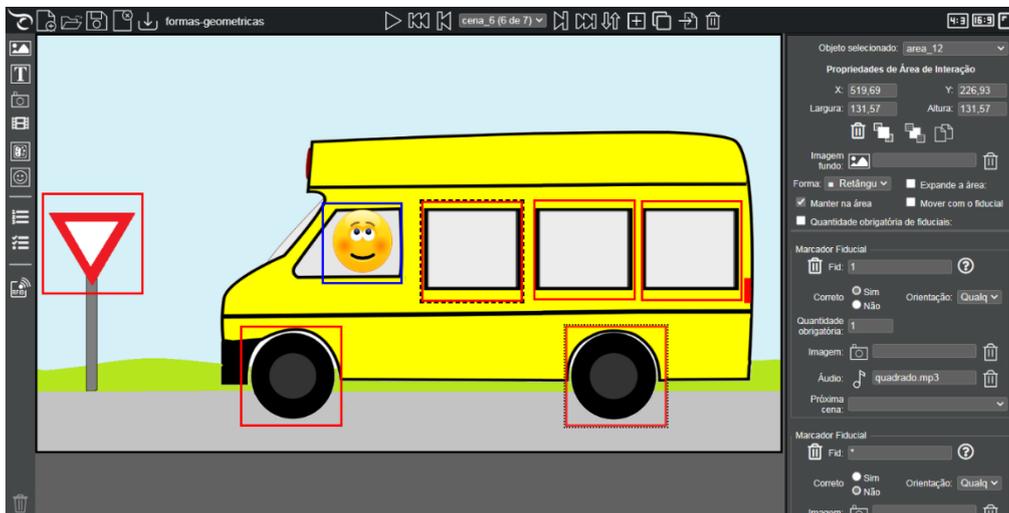


Figura 2. Interface do Eduba Editor

O Nidaba Player é o responsável pela execução da aplicação, tanto numa mesa tangível quanto num módulo de execução simulada (Figura 3) para ser utilizado em computadores e dispositivos móveis, sem a necessidade de uma mesa tangível, no qual as cenas da aplicação são exibidas com uma representação simulada dos objetos na parte inferior da tela, que devem ser colocados, movidos ou girados sobre as respectivas áreas de interação da aplicação. Este ambiente pode ser utilizado como complemento às aulas ou para o ensino remoto. Para o acesso à aplicação no simulador, é disponibilizado um link ou um QRCode.



Figura 3. Simulador de aplicações tangíveis

Para atender os requisitos da plataforma Nidaba, que é a integração das tecnologias, o Eduba Editor e o Nidaba Player permitem a integração e interação com os fantoches eletrônicos do Asistranto (LIMA *et al.*, 2019), com o ambiente de realidade virtual, com os robôs educacionais e com demais dispositivos eletrônicos baseados em Arduino ou Raspberry Pi.

5. Análise e Resultados

No primeiro semestre da pesquisa foram analisadas as ferramentas de autoria disponíveis e foi escolhido o Kitvision para criação de aplicações para mesa tangível pelos alunos de uma disciplina de educação inclusiva, de um curso de graduação da área da educação da UFRGS e também para a análise da usabilidade e das funcionalidades do editor. Durante esse período, definiu-se os requisitos e funcionalidades e iniciou-se o desenvolvimento do Eduba Editor.

Após a implementação do primeiro protótipo funcional, o Eduba editor foi utilizado por sete turmas de uma disciplina de educação inclusiva, de um curso de graduação da área da educação da UFRGS, durante cinco semestres (2018-2 a 2020-2) e por estudantes de uma disciplina de um curso de pós-graduação da área de informática na educação, para desenvolver as aplicações para mesa tangível, para crianças com ou sem deficiência. Durante esse período de uso, as funcionalidades eram aprimoradas e novas versões do Eduba Editor eram disponibilizadas.

Após o desenvolvimento das atividades, em cada semestre foi aplicado o questionário SUS - *System Usability Scale* (BROOKE, 1996), que obteve os escores de 56,8 pontos em 2018-2, 70,4 pontos em 2019-1, 72,3 pontos em 2019-2, 79,6 em 2020-1 e 76,0 em 2020-2 (fig. 4, à esquerda). Os escores da avaliação de usabilidade (SUS) apresentam pontuação crescente a cada semestre, refletindo o aprimoramento do editor com o acréscimo de funcionalidades, correção de erros e falhas e disponibilização de manual de uso e tutoriais. Escores acima de 68 pontos na avaliação SUS indicam que a usabilidade é adequada. Os resultados do questionário IMI indicam que o interesse e satisfação (0.83), o esforço empreendido (0.84) e a utilidade desse tipo de atividade e da mesa tangível (0.80) foram bem positivos, do mesmo modo que a competência percebida durante a execução da tarefa também foi positiva (0.71). A pressão e tensão durante a execução da atividade também apresentou um resultado aceitável (0.68).

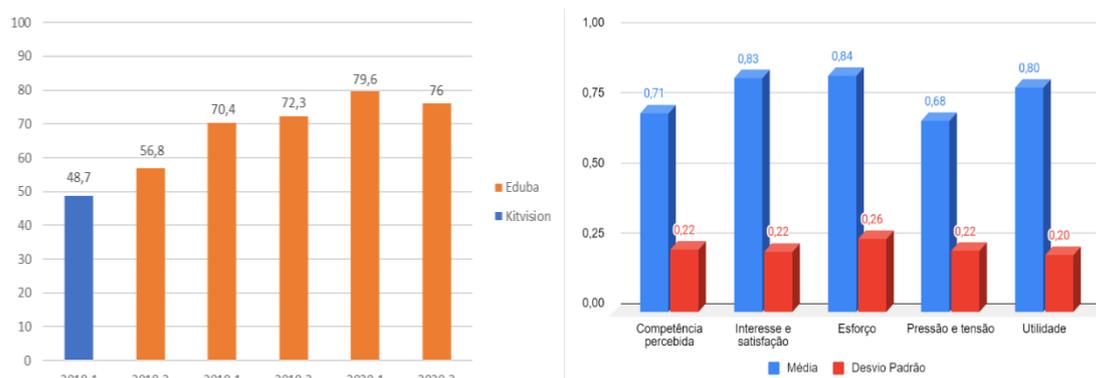


Figura 4. Escore de Usabilidade (SUS) e IMI do Eduba Editor

Todos os estudantes conseguiram implementar as atividades planejadas, criaram as aplicações com o Eduba Editor e ficaram satisfeitos com o seu uso e com a proposta de desenvolver atividades para a mesa tangível. Em 2018 e 2019, as atividades de criação de aplicações foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Assistiva da UFRGS, que dispõe de uma mesa tangível, usando o Eduba Editor instalado localmente nos computadores. A figura 5 apresenta algumas das mais de 20 aplicações criadas com o uso do Eduba Editor, que foram executadas e apresentadas na mesa tangível.



Figura 5. Aplicações para mesa tangível criadas com o Eduba Editor

Em 2020, devido ao distanciamento social decorrente da pandemia, as atividades de criação das aplicações foram através da modalidade de ensino remoto utilizando a versão online do Eduba Editor, pois os alunos não tiveram acesso ao laboratório e à mesa tangível. Nos dois semestres, foram criadas mais de 30 aplicações para mesa tangível e a apresentação das mesmas foi através do simulador online.

O Eduba Editor também foi utilizado para criação de aplicações para a mesa tangível para uso com estudantes com necessidades educacionais especiais, como parte das pesquisas em outras teses de doutorado envolvendo docentes de duas escolas: numa delas o editor foi utilizado para criação de aplicações para estudantes com deficiência da Escolarização de Jovens e Adultos e na outra para estudantes com deficiência que frequentam a sala de atendimento educacional especializado numa escola de ensino fundamental. Foram desenvolvidos alguns recursos educacionais para demonstrar as funcionalidades para os educadores das duas escolas com as mesas tangíveis instaladas e foi realizado um acompanhamento do uso da mesa tangível pelos mesmos, visando comprovar a eficácia e a pertinência da mesa tangível para uso na educação inclusiva.

6. Conclusão

O uso de mesas tangíveis para fins educacionais apresenta consideráveis vantagens, pois permite realizar as interações com o ambiente computacional a partir da manipulação de objetos reais, podendo proporcionar atividades mais enriquecedoras e interativas capazes de incrementar o engajamento e motivação de todos os estudantes. Elas podem ainda ser um importante recurso de tecnologia assistiva para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência, atendendo às necessidades educacionais especiais de estudantes com deficiência visual, auditiva, física, intelectual ou autismo.

Neste contexto, uma plataforma digital para produção de recursos educacionais inclusivos baseados em mesa tangível foi desenvolvida, testada e analisada e está pronta para ser utilizada na educação inclusiva. Ela permite apoiar e qualificar práticas pedagógicas com a criação de recursos educacionais, com um potencial maior para estudantes com deficiência intelectual ou autismo, proporcionando interações com objetos reais na mesa tangível, favorecendo as generalizações e formações de conceitos

através das representações visuais e simbólicas de outros objetos. Adicionalmente, ela permite que esses recursos educacionais sejam utilizados por todos os demais alunos, na mesa tangível ou de modo simulado através do computador ou dispositivos móveis.

A plataforma desenvolvida e o editor reúnem numa única ferramenta, diversas características importantes apresentadas em trabalhos e pesquisas relacionados e apresenta ainda, vários recursos inovadores para aplicações para mesa tangível e uso no ensino remoto. Uma das principais vantagens da plataforma desenvolvida é que o próprio educador pode criar e testar as aplicações de modo fácil e intuitivo, com ou sem mesa tangível. Além disso, pode executar, de modo isolado ou integrado, aplicações que interagem com ambientes de realidade virtual, fantoches eletrônicos, robôs educacionais e dispositivos eletrônicos.

Este trabalho apresentou uma proposta viável para ser utilizada como instrumento de mediação tecnológica na educação inclusiva, contemplando uma plataforma para a produção de recursos educacionais baseados em mesa tangível, que atende às necessidades pedagógicas, envolvendo as questões de acessibilidade e de atividades cognitivas para a interação tangível no contexto inclusivo. Apresentou ainda uma especificação para a construção e montagem de uma mesa de baixo custo, um editor interativo e intuitivo que pode ser utilizado pelos próprios educadores para a criação das aplicações e as estratégias educacionais para uso desta tecnologia na educação inclusiva.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Referências

- Artola, V. *et al.* (2015). “Authoring tool for creating tangible interaction-based educational activities”. *Journal of Computer Science & Technology*, 15(2),
- Bonillo, C. and Baldassarri, S. *et al.* (2019) "Tackling developmental delays with therapeutic activities based on tangible tabletops", *Universal Access in the Information Society*, v. 18, n. 1, p. 31–47. DOI: 10.1007/s10209-017-0582-4.
- Bonillo, C. *et al.* (2019) "KitVision toolkit: supporting the creation of cognitive activities for tangible tabletop devices", *Universal Access in the Information Society*. DOI: 10.1007/s10209-019-00644-3.
- Brooke, J. (1996) “SUS-A quick and dirty usability scale”. In: JORDAN, P. W., THOMAS, B., MCCLELLAND, I. L. *et al.* (Org.), *Usability evaluation in industry*, [S.l.], CRC Press, p. 189–194.
- Chen, J. *et al.* (2019) “A pilot study on evaluating children with autism spectrum disorder using computer games”, *Computers in Human Behavior*, v. 90, p. 204–214,
- Falcão, T. P. (2018) “Feedback and Guidance to Support Children with Intellectual Disabilities in Discovery Learning with a Tangible Interactive Tabletop”, *ACM Trans. Access. Comput.*, v. 11, n. 3, p. 16:1-16:28, set. 2018. DOI: 10.1145/3226114.
- Falcão, T. P. and Dackermann, T. *et al.* (2018) “Tangible Tens: Evaluating a Training of Basic Numerical Competencies with an Interactive Tabletop”. 2018. event-place:

- Montreal QC, Canada. Anais [...] New York, NY, USA, ACM, p. 551:1-551:12. DOI: 10.1145/3173574.3174125.
- Hodaie, Z., Haladjian, J. and Brügge, B. (2019) “ISAR: An Authoring System for Interactive Tabletops”. event-place: Daejeon, Republic of Korea. Anais [...] New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, 2019. p. 355–360. DOI: 10.1145/3343055.3360751.
- Jordà, S. *et al.* (2006) “The reacTable: A Tangible Tabletop Musical Instrument and Collaborative Workbench”. event-place: Boston, Massachusetts. Anais [...] New York, NY, USA, ACM. DOI: 10.1145/1179849.1179963.
- Kaltenbrunner, M. (2009) “reacTIVision and TUIO: A Tangible Tabletop Toolkit”. event-place: Banff, Alberta, Canada. Anais [...] New York, NY, USA, ACM, 2009. p. 9–16. DOI: 10.1145/1731903.1731906.
- Kubicki, S. *et al.* (2016) “Using a Tangible Interactive Tabletop to Learn at School: Empirical Studies in the Wild”. event-place: Fribourg, Switzerland. Anais [...] New York, NY, USA, ACM, p. 155–166. DOI: 10.1145/3004107.3004120.
- Lima, R. P. *et al.* “Asistranto: An Assistive Educational Platform for Promotion of Interest in Autistic Children”, *Procedia Computer Science*, v. 160, p. 385–393, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.076>.
- Marco, J. *et al.* (2010) “Let the experts talk: An experience of tangible game design with children”, *Interactions*, v. 17, n. 1, p. 58–61, 2010. DOI: 10.1145/1649475.1649490.
- Marco, J., Cerezo, E. and Baldassarri, S. (2012) “ToyVision: A toolkit for prototyping tabletop tangible games”. In: *EICS’12 - Proceedings of the 2012 ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, 2012. Anais [...] [S.l.: s.n.], p. 71–80. DOI: 10.1145/2305484.2305498.
- Mcauley, E., Duncan and T., Tammen, V. V. (1989) “Psychometric Properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a Competitive Sport Setting: A Confirmatory Factor Analysis”, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 60, n. 1, p. 48–58, 1 mar. 1989. DOI: 10.1080/02701367.1989.10607413.
- Preuss, E. *et al.* (2020) “Uso de Mesa Tangível na Educação Inclusiva”. event-place: Online. Anais [...] Natal, RN, Brasil, SBC, 2020. p. 742–751. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2020.742.
- Retamal, A. M. (2014) “FDD - Feature-Driven Development”. In: *Prikladnicki, R., Willi, R., Milani, F. (Org.), Métodos Ágeis para Desenvolvimento de Software*, Porto Alegre, Bookman, 2014. p. 66–101.
- Shaer, O. and Hornecker, E. (2009) “Tangible User Interfaces: Past, present, and future directions”, *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, v. 3, n. 1–2, p. 1–137, 2009. DOI: 10.1561/11000000026.
- Vieira, M. B. (2018) “Alegria e frustração: um estudo sobre os estados afetivos em crianças com TEA na mediação com interfaces tangíveis”. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre.