

# Desenvolvimento de Solução Digital

---

## Licenciatura em Engenharia Informática Interação Pessoa-Computador

Tânia de Jesus Vilela da Rocha  
Diana Carneiro Machado de Carvalho

### **Autores**

Diogo António Costa Medeiros n.º 70633

Eduardo Manuel Afonso Chaves n.º 70611

João Henrique Constâncio Rodrigues n.º 70579

Pedro Miguel Cunha da Silva n.º 70649

Rui João Barros Pinto n.º 70648

Vila Real, junho de 2022

## ÍNDICE

1. PÚBLICO-ALVO .....	1
2. PROTÓTIPO.....	1
3. TAREFAS .....	1
4. PALAVRAS-CHAVE .....	2
5. NECESSIDADE E FATOR DE DIFERENCIAÇÃO DA SOLUÇÃO.....	2
6. SOLUÇÃO DIGITAL .....	2
7. MAPA MENTAL.....	3
8. MAPA DA JORNADA DO UTILIZADOR .....	3
9. WIREFRAMES DE NAVEGAÇÃO.....	4
10. MOCKUPS DA INTERFACE GRÁFICA .....	5
11. IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO DIGITAL.....	6
12. AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO DIGITAL .....	7
12.1 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE .....	7
12.2 AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE.....	8
REFERÊNCIAS.....	10

## 1. PÚBLICO-ALVO

O público-alvo desta solução digital interativa será o grupo de crianças com idades compreendidas entre os 2 e os 5 anos.

Esta solução pretende incluir crianças com ou sem necessidades especiais, sendo devidamente adaptada em função destas necessidades.

## 2. PROTÓTIPO

O protótipo tem por base os seguintes componentes:

- Software – aplicação interativa, com o intuito de estimular as crianças, levando-as, através dos sentidos, a aprofundar a sua aprendizagem relativa a números, sólidos e frutos, tendo como foco o design universal;
- Aparatos – uma base plana, munida de orifício central sob o qual se encontra uma câmara; sobre a base estão disponíveis os objetos a manipular (com marcadores fiduciais a serem reconhecidos pela câmara); dispositivo de visualização (monitor, tablet, etc.) conectado à câmara, que indica qual o objeto a colocar no orifício.

## 3. TAREFAS

São previstas as seguintes tarefas:

- Desenvolver uma aplicação que inclua jogos educativos envolvendo os vários objetos
- Garantir que a aplicação faculte a informação necessária à criança, de acordo com as suas necessidades, de modo que esta interaja, escolhendo o objeto pretendido
- Com recurso ao hardware necessário, desenvolver um sistema responsável pelo processamento da imagem capturada pela câmara e reconhecimento dos marcadores fiduciais
- Reunir os objetos necessários, nomeadamente frutos, sólidos e números

#### 4. PALAVRAS-CHAVE

Interface tangível  
Jogo  
Aprendizagem  
Aplicação  
Inclusivo Interativo  
Crianças  
Braille

#### 5. NECESSIDADE E FATOR DE DIFERENCIAÇÃO DA SOLUÇÃO

Ao longo da pesquisa, verificámos que embora já existam vários projetos que envolvam soluções tangíveis para crianças, sensoriais e inclusivas, não encontramos nenhuma solução que simultaneamente, envolva todo o tipo de crianças, com ou sem necessidades especiais, permitindo assim a inclusão, e estimulando desde cedo o reconhecimento das diferenças, pela partilha de experiências envolvendo os vários sentidos.

Assim, a nossa solução difere das restantes quanto ao público-alvo, uma vez que os participantes serão crianças com ou sem incapacidade visual, auditiva ou motora.

Por outro lado, por não ser apenas mais uma aplicação interativa, mas sim uma atividade que alia objetos reais às tecnologias.

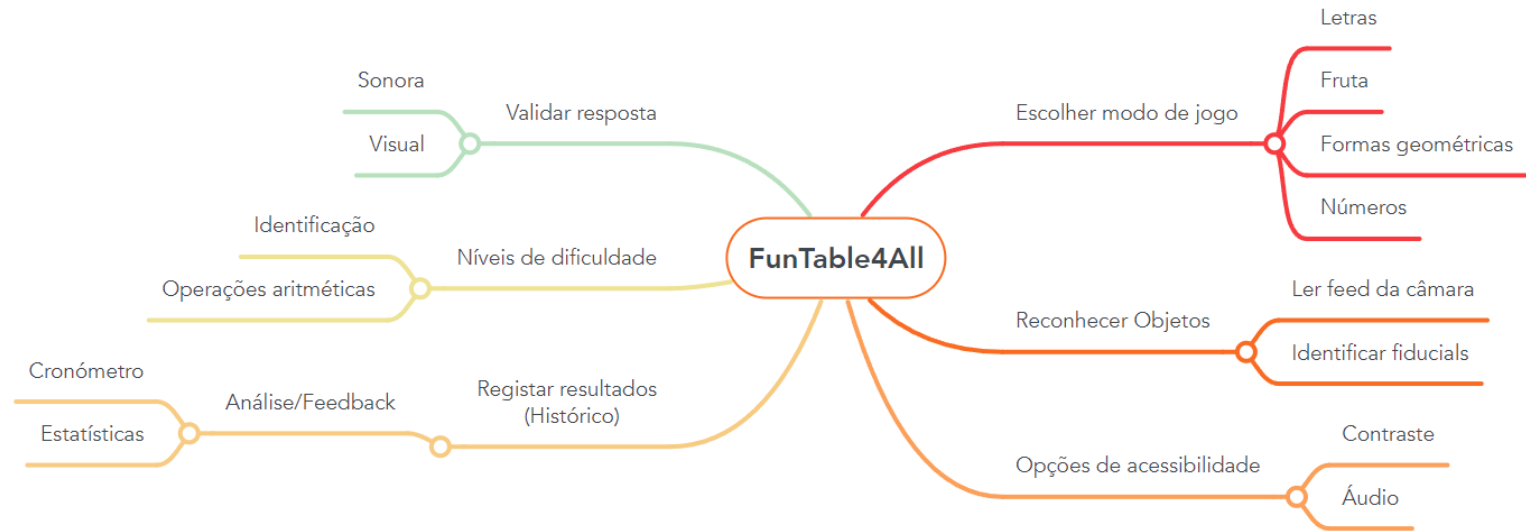
#### 6. SOLUÇÃO DIGITAL

O nome escolhido para a solução digital foi “FunTable4All”. Este nome teve por base o objetivo da solução – proporcionar diversão a todas as crianças enquanto estas jogam e aprendem.

Segue-se uma proposta de logótipo:

FunT🍎ble4All

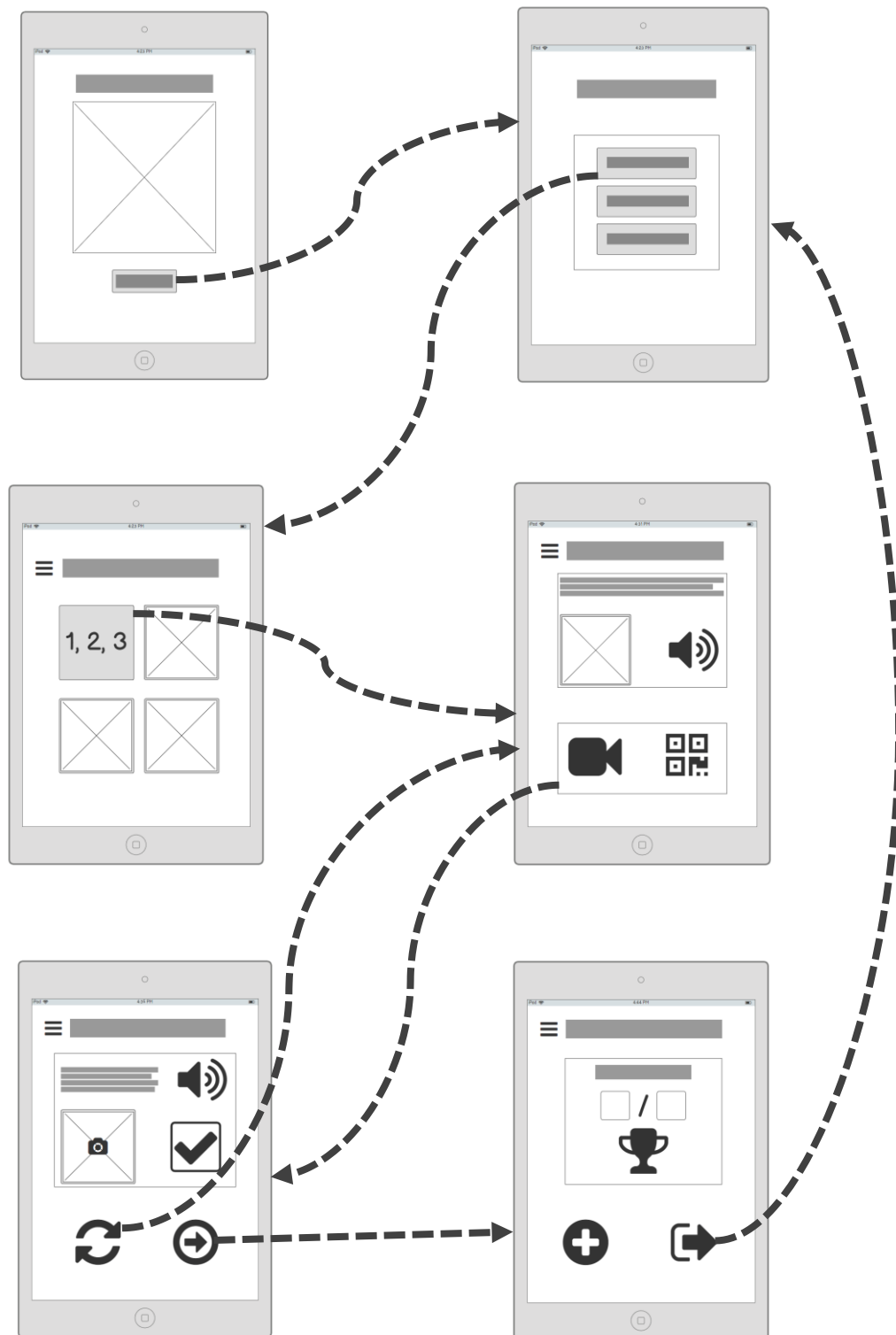
7. MAPA MENTAL



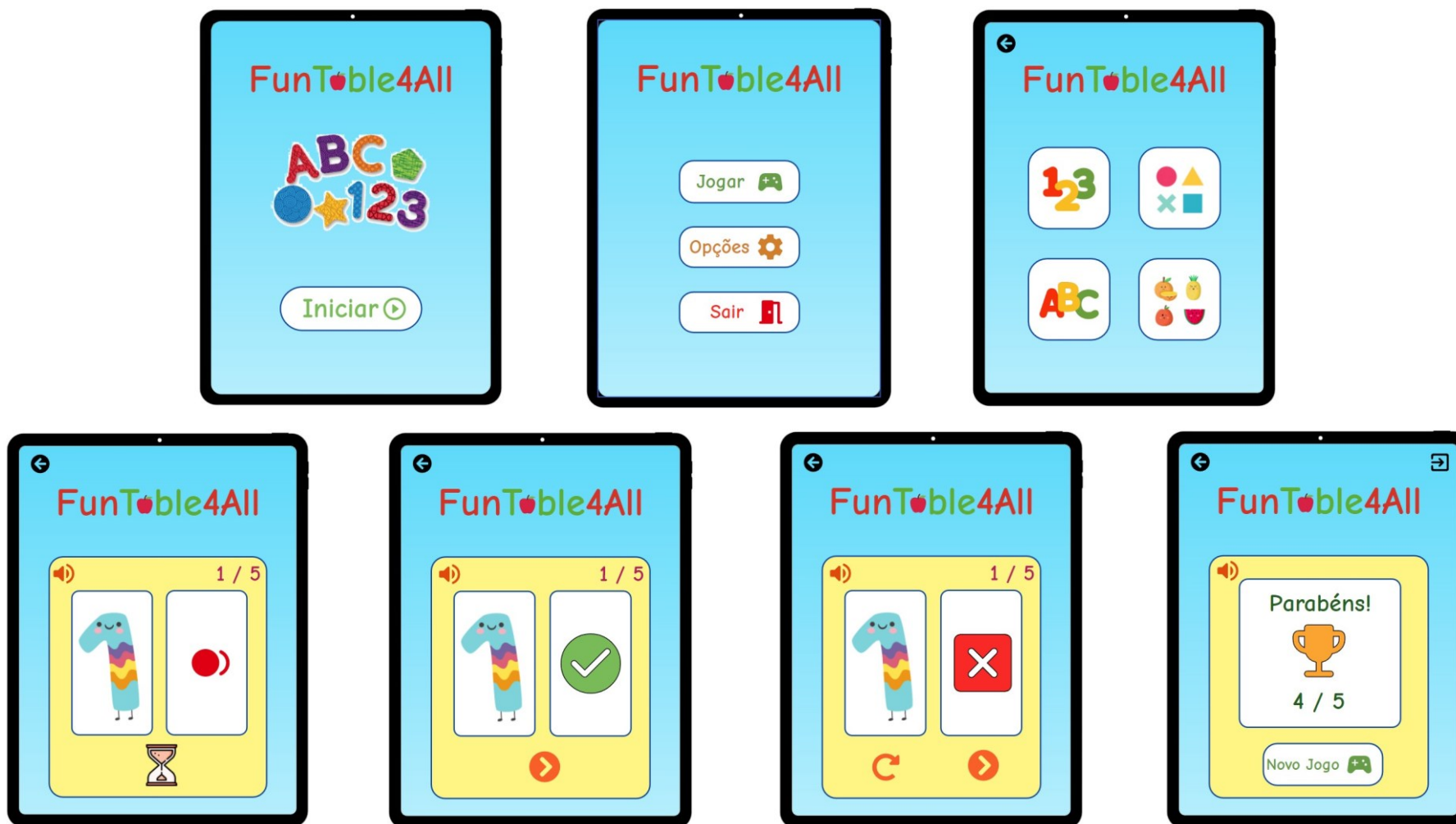
8. MAPA DA JORNADA DO UTILIZADOR

ETAPA / FASE	Iniciar	Selecionar Modo	Jogar			Validar (Output)		Resultados (Análise)
AÇÕES	Clicar em "Iniciar"	Escolher o modo do jogo - Números	Ouvir o número	Ver o número	Colocar a peça	Receber confirmação	Avançar no jogo	Receber resultados do jogo
PONTOS CRÍTICOS	Mesa muito alta / baixa	Opções bloqueadas	Não encontra as peças	Não sabe a resposta		Falha na identificação	Possível desistência	Resultados não refletem o desempenho
EMOÇÕES	Entusiasmada 😄 Curiosa 😊	Entusiasmada 😄 Expectante 🤔	Motivada 😄 Frustrada 😞				Contente 😄 Aborrecida 😞	Eufórica 😄 Desiludida 😞
OPORTUNIDADES			Repetir o áudio após x segundos			Tentar novamente	Mostrar progresso	Novo jogo Avançar para o próximo nível

## 9. WIREFRAMES DE NAVEGAÇÃO



## 10. MOCKUPS DA INTERFACE GRÁFICA



## 11. IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO DIGITAL

Para desenvolver a solução apresentada, usou-se a linguagem de programação Python com recurso à biblioteca *open source* Kivy e auxílio da IDE PyCharm.

A escolha da framework Kivy teve por base o facto de esta ser independente de qualquer plataforma, nomeadamente Windows, Android, iOS.

Dado que a solução assenta na interação entre o utilizador e aplicação, com manipulação de objetos físicos, tornou-se necessário facilitar a identificação destes objetos por parte da aplicação, recorrendo ao uso de marcadores fiduciais. Por esta razão, usou-se a framework *reactIVision* que permite o *tracking* rápido e robusto destes marcadores. Esta framework envia mensagens TUIO através de UDP para a porta 3333, permitindo qualquer aplicação que suporte este protocolo de capturar e processar as mensagens.

O Kivy tem suporte nativo para o protocolo TUIO, o que facilitou a integração do *reactIVision* com a aplicação desenvolvida.

Recorreu-se extensivamente à linguagem de design KV, dado que permitiu, por um lado, separar a lógica da aplicação da interface do utilizador, e por outro, reutilizar certos elementos visuais.

Relativamente ao progresso da solução, e porque a componente tangível do protótipo ainda não está implementada, a aplicação desenvolvida foi testada no PC tirando partido da respetiva webcam.

Embora a aplicação preveja quatro modos de jogo, debruçamo-nos sobre um deles, neste caso, o modo dos números, possuindo para o efeito os recursos necessários.

Todos os pormenores descritos relativos à implementação da aplicação podem ser consultados no repositório “FunTable4All.” (Medeiros, 2022)



## 12. AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO DIGITAL

### 12.1 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Para efetuar a avaliação da usabilidade da solução digital foi escolhido o método de Nielsen. Este método mede a qualidade da experiência do utilizador quando interage com um produto ou sistema, dando foco à facilidade de aprendizagem e memorização do utilizador, à utilização eficiente do produto, à frequência e gravidade de erros e à satisfação subjetiva do utilizador.

Dado que este método é composto por 10 heurísticas, segue-se uma tabela onde cada uma delas foi verificada, apresentado o respetivo resultado correspondente.

Heurística	Satisfaz	Não satisfaz	Não aplicável
Visibilidade do estado do sistema	X		
Falar a linguagem do utilizador	X		
Facilitar a saída de situações de erro	X		
Ser consistente e seguir normas	X		
Prevenir erros	X		
Minimizar esforço cognitivo	X		
Flexibilidade e eficiência	X		
Design simples e minimalista	X		
Mensagens de erro claras e construtivas			X
Ajuda e documentação			X

Sendo a solução digital um jogo lúdico interativo, destinado a crianças entre os 2 e os 5 anos, exibido num tablet, e porque todo o tipo de pormenores visuais foi tido em conta, nomeadamente a simplicidade, o leque de cores, entre outros, crê-se que a usabilidade da solução está garantida, embora se compreenda que seja possível melhorar sempre.

## 12.2 AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE

<b>MODALIDADE A ASSEGURAR</b>	<b>Satisfaz</b>	<b>Não satisfaz</b>
<b>Desempenho funcional</b>		
Utilização sem recurso à visão		X (1)
Utilização com baixa visão		X (1)
Utilização sem perceção da cor	X	
Utilização sem audição	X	
Utilização com audição limitada	X	
Utilização sem oralidade	X	
Utilização com manipulação e/ou força limitada		X (2)
Utilização com alcance limitado	X	
Minimizando o potencial desencadeamento de convulsões fotossensíveis	X	
Utilização com disfunção cognitiva	X	
Utilização com privacidade	N/A	
<b>Requisitos genéricos</b>		
Sem rato ou outro dispositivo apontador	X	
Sem teclado	X	
Sem movimentos precisos	X	
Sem necessidade de efetuar ações simultâneas	X	
Sem limitações de tempo de resposta	X	
Personalizar comportamento e configuração dos periféricos de entrada com opções de acessibilidade do SO	N/A	
Interação com teclado	N/A	
Interação com leitor de ecrã – saída de áudio (narração)		X (1)
Interação com saída tátil (linha de braille)	N/A	
Interação com programas de ampliação de ecrã	N/A	
Interação com opções de alto contraste do SO	N/A	

Quanto ao método escolhido para a avaliação da acessibilidade da solução, reuniram-se em quadro, as modalidades a assegurar, relativamente ao desempenho funcional e requisitos genéricos, verificando um a um, o seu eventual cumprimento.

De referir que algumas das modalidades não se aplicam à solução em questão, dado a mesma ter sido desenvolvida para dispositivos móveis, pelo que estes já possuem opções de acessibilidade próprias. Para além destas, não foram acrescentadas opções adicionais de acessibilidade.

Relativamente às modalidades a assegurar, e que atualmente não estão ativas:

X (1) – Embora estivesse inicialmente prevista esta função, ainda não foi possível implementá-la, prevendo-se a gravação prévia de mensagens áudio, adequadas às diferentes etapas do jogo, permitindo assim garantir a acessibilidade da solução a crianças com baixa ou nenhuma visão. De referir que as peças a manejar, nomeadamente os números (modo de jogo escolhido para o protótipo), são adequados a crianças invisuais dado conterem anotação em braille.

X (2) – Dado tratar-se de uma solução destinada a crianças de idades compreendidas entre os 2 e os 5 anos, pressupõe-se a presença de um adulto que as auxilie, se necessário. No caso concreto da solução e porque esta prevê a manipulação dos objetos, bem como a interação da criança com o jogo no tablet, a ajuda necessária poderá ser garantida com o auxílio do educador que as acompanhe.

Em modo de conclusão, consideramos a solução desenvolvida satisfatória em termos de usabilidade e acessibilidade, embora a questão da saída de áudio (narração) ainda não esteja implementada, pelo que este requisito é fundamental para garantir a questão da inclusão de crianças com necessidades especiais, nomeadamente, a baixa visão ou ausência da mesma.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, M. A. (2010). *Interfaces Persuasivas e Tangíveis*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Informática.  
<http://hdl.handle.net/10362/5084>
- Antle, A. N. (2007). Designing Tangibles for Children: Games to Think With. *12th International Conference on Intelligent User Interfaces*. Honolulu, Hawaii, USA.  
<https://doi.org/10.1145/1216295>
- Bekker, T., Schouten, B., & de Graaf, M. (2014). Designing Interactive Tangible Games for Diverse Forms of Play. Em M. C. Angelides, & H. Agius, *Handbook of Digital Games* (pp. 710-729). John Wiley & Sons, Inc.
- Cerezo, E., Coma, T., Blasco-Serrano, A. C., Bonillo, C., Garrido, M. Á., & Baldassarri, S. (2019). Guidelines to Design Tangible Tabletop Activities for Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *International Journal of Human-Computer Studies*, 126, 26-43.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.01.002>
- Cerezo, E., Marco, J., & Baldassarri, S. (2015). Hybrid Games: Designing Tangible Interfaces for Very Young Children and Children with Special Needs. Em A. Nijholt, *More Playful User Interfaces* (pp. 17-48). Springer.
- Choosri, N., Pookao, C., & Swangtrakul, N. (2017). Tangible Interface Game For Stimulating Child Language Cognitive Skill. *IADIS International Journal*, 15(2), 17-31.
- Cossou, L., Bouchigny, S., Mégard, C., Huguenin, S., & Ammi, M. (2017). A Tangible Visual Accessibility Tool for Interactive Tabletops. *Proceedings of the International Conference on Computer-Human Interaction Research and Applications - CHIRA*. Funchal, Madeira, Portugal: SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0006504401260133>
- Kountouras, S., & Zannos, I. (2018). The Role of Tangible Interaction in Children's Cognitive Development through Music Composition and Performance. *Proceedings of the 1st International Conference Music for and by Children*. Aveiro: UA Editora.  
<https://doi.org/10.34624/musichildren.v0i0.1231>
- Li, Y., Fontijn, W., & Markopoulos, P. (2008). A Tangible Tabletop Game Supporting Therapy of Children with Cerebral Palsy. *Proceedings of the 2nd International Conference on Fun and Games*. Eindhoven. The Netherlands: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-88322-7\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-540-88322-7_18)
- Liang, M., Li, Y., Weber, T., & Hußmann, H. (2021). Tangible Interaction for Children's Creative Learning: A Review. *C&C'21: The 13th Conference on Creativity & Cognition*. Venice, Italy: Association for Computing Machinery.  
<https://doi.org/10.1145/3450741.3465262>
- Marco, J., Baldassarri, S., & Cerezo, E. (2013). NIKVision: Developing a Tangible Application for and with Children. *Journal of Universal Computer Science*, 19(15), 2266-2291.  
<https://doi.org/10.3217/jucs-019-15-2266>
- Marco, J., Cerezo, E., & Baldassarri, S. (2009). Evaluating a Tangible Game Video Console for Kids. *Human-Computer Interaction - INTERACT 2009, 12th IFIP TC 13 International*

- Conference. Uppsala, Sweden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2_17)
- Marco, J., Cerezo, E., Baldassarri, S., & Mazzone, E. (2009). User-oriented design and tangible interaction for kindergarten children. *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children*. Como, Italy: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1551788.1551825>
- Medeiros, D. (2022). Necas209/FunTable4All: FunTable4All v1.0.1 (v1.0.1). *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6615091>
- Mokhtar, M. K., Mohamed, F., Siang, C. V., & Jumaat, N. F. (2020). Tangible Edutainment Games for Kids using Play-Beyond the Screen Concept. *FUSION 2020: National Symposium on Human-Computer Interaction*. Cyberjaya, Malaysia. [https://www.researchgate.net/publication/346045600\\_Tangible\\_Edutainment\\_Games\\_for\\_Kids\\_using\\_Play-Beyond\\_the\\_Screen\\_Concept](https://www.researchgate.net/publication/346045600_Tangible_Edutainment_Games_for_Kids_using_Play-Beyond_the_Screen_Concept)
- Oliveira, M., Pereira, A. I., Fernandes, F. P., Pacheco, M. F., & Alves, F. M. (2020). EurekaIT em braille – jogo inclusivo para deficientes visuais. *In2CoP 2020 - Conferência Internacional em Processos de Cocriação no Ensino Superior 2020*. Bragança, Portugal: Comissão Organizadora IN2COP 2020. <http://hdl.handle.net/10198/22571>
- Pires, A. C., Marichal, S., Gonzalez-Perilli, F., Bakala, E., Fleischer, B., Sansone, G., & Guerreiro, T. (2019). A Tangible Math Game for Visually Impaired Children. *Pittsburgh, PA, USA. The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3308561.3354596>
- Ramalho, H. J. (2019). *A utilização da mesa interativa por multitoque na sala de aula e o seu impacto na aprendizagem de conteúdos de Astronomia*. Tese de Doutoramento, Universidade da Beira Interior, Ciências Sociais e Humanas, Covilhã. <http://hdl.handle.net/10400.6/7159>
- Revelle, G., Zuckerman, O., Druin, A., & Bolas, M. (2005). Tangible User Interfaces for Children. *CHI 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems*. Portland, OR, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1056808.1057095>
- Suárez, C. O., Marco, J., Baldassarri, S., & Cerezo, E. (2011). Children with Special Needs: Comparing Tactile and Tangible Interaction. *Human-Computer Interaction - INTERACT 2011 - 13th IFIP TC 13 International Conference*. Lisbon, Portugal: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3\\_66](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_66)
- Torrey, E. (2016). *Tangible Symbols*. Perkins School for the Blind: <https://www.perkinselearning.org/videos/webcast/tangible-symbols>
- van Delden, R., Aarts, P., & van Dijk, B. (2012). Design of Tangible Games for Children Undergoing Occupational and Physical Therapy. *11th International Conference on Entertainment Computing (ICEC)*. Bremen, Germany: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33542-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33542-6_19)
- Wang, Y. (2014). *Tangible Educational Game for Pre-school Children*. Thesis, University of Alberta, Department of Computing Science. <https://doi.org/10.7939/R3JD4PW5T>

Xu, D. (2005). Tangible User Interface for Children - An Overview. *Proceedings of the 6th Conference in the Department of Computing*. <https://doi.org/10.1.1.107.3723>