

# Investigating the interaction of children through NUI in e-learning applications

**Elisa Marques de Castro**  
Universidade Federal de São  
Carlos  
Sorocaba, Brasil  
mcastroelisa@gmail.com

**Luciana Martínez Zaina**  
Universidade Federal de São  
Carlos  
Sorocaba, Brasil  
lzaina@ufscar.br

## ABSTRACT

Although the use of natural user interfaces (NUI) has been growing, there is still a discussion of what is "natural" to a specific audience. This article presents an investigation on how children use and understand hands' natural movements (gestures) when interacting with an application, comparing them with the use of touch. The results demonstrated that there is a potential for NUI use as long as the gestures make sense to the children.

## Author Keywords

NUI; touch interaction; e-learning.

## ACM Classification Keywords

H.5.2. Information interfaces and presentation: *Input devices and strategies*.

## INTRODUÇÃO

Com o surgimento de diversas tecnologias de interação, os estudos sobre o seu uso têm motivado diferentes áreas de pesquisa, como *e-health* [1], entretenimento [23], tecnologias assistivas [24] e *e-learning* (aprendizagem eletrônica) [13]. Um tipo de nova tecnologia de interação que recentemente tem motivado estudos é a NUI (*Natural User Interface* – Interface Natural de Usuário).

As NUI são definidas como meios de interação as quais permitem ao usuário agir e interagir através de ações, gestos, voz e toque, classificadas como “naturais” quando relacionadas ao mundo real ou o mais próximo possível do comportamento diário humano [17][19]. Dentro dos diversos tipos gestuais, o uso das mãos tem sido alvo de estudos e pode representar a ação de toque, de segurar o objeto, etc [18]. Dentro do contexto de *e-learning*, investigações têm sido realizadas especialmente sobre o uso das mãos e de movimentos do corpo para interação com as aplicações de software [4][13][14][19][21][25].

Embora muitos trabalhos venham explorando a interação NUI, a discussão sobre o que pode ser considerado “natural” persiste, trazendo à tona como diferentes públicos, como crianças, idosos, etc, interpretam esses

movimentos [6][10]. Em dois estudos diferentes com crianças, Hiniker et al [10] e Falcão et al [6] apontam que nem sempre os movimentos denominados de “naturais” são entendidos desta forma pelas crianças, pois o momento deve ser contextualizado ao seu objetivo de aprendizagem. Ou seja, deve-se explorar não só como as crianças interagem com as aplicações NUI, mas também como elas interpretam os movimentos.

Com o objetivo de compreender como crianças interagem em interfaces naturais (NUI), usando as mãos, foram realizados dois estudos de caso: (i) para descobrir e compreender os movimentos considerados naturais pelas crianças quanto usavam as mãos para interação; e (ii) avaliar se os movimentos que foram adotados a partir dos resultados do estudo de caso (i) eram de fato utilizados como naturais por um outro grupo de crianças. Além de focar no uso das mãos através de NUI o estudo compara esta com a interação através do toque (*touch*) em dispositivos móveis.

Como contribuições deste artigo deve-se destacar a participação ativa e direta do público-alvo na escolha dos gestos e símbolos a serem utilizados e a comparação de duas formas de interação com grande potencial de uso para crianças: *touch* e gestos.

O restante do artigo está organizado nas seções de Referencial Teórico que apresenta os fundamentos e trabalhos relacionados; na sequência é descrito o estudo de caso que busca capturar os movimentos tidos como naturais pelas crianças; o mapeamento dos movimentos escolhidos para a tecnologia NUI é apresentado na seção seguinte; a aceitação dos movimentos compõem a seção do segundo estudo de caso; e por fim são feitas as considerações finais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção descreve os fundamentos teóricos e tecnológicos e os trabalhos relacionados a este artigo.

### Fundamentos teóricos e tecnológicos

Segundo Wigdor e Wixon [26], as novas formas de interação NUI, fornecidas ao usuário a partir de uma aplicação, devem inserir a sensação de naturalidade em seus usuários, encaixando a tarefa a ser executada ao seu contexto de uso de forma natural. Muitas áreas do conhecimento têm realizado investigações sobre o uso de

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. IHC'17, Proceedings of the 16th Brazilian symposium on human factors in computing systems. October 23-27, 2017, Joinville, SC, Brazil. Copyright 2017 SBC. ISBN 978-85-7669-405-2 (online).

NUI, como entretenimento [15], estudando o papel da linguagem gestual e seus impactos dentro de ambientes imersivos 3D [8]; e como suporte em aplicações assistivas [20][22][24] e em aprendizagem eletrônica (*e-learning*) [6][10].

Alguns autores propuseram *guidelines* para auxiliar o desenvolvimento de tais aplicações. Shiratuddin e Wong [23] detalhou *guidelines* sobre o que aplicações NUI que não usam toque devem ter, e como sua interface deve ser planejada e construída. Já Maïke et al [12] propõem um conjunto de heurísticas que direcionam a construção de aplicações que apresentam NUI como forma de interação, focando-se não somente na tecnologia.

Vários equipamentos e suas respectivas *toolkits* de desenvolvimento de aplicações NUI têm surgido nos últimos anos [7]. Alguns exemplos são: Kinect<sup>1</sup>, Leap Motion<sup>2</sup>, RealSense<sup>3</sup>, Myo<sup>4</sup>, Extreme Reality<sup>5</sup>, entre outros. A tecnologia *RealSense* da Intel vem sendo explorada para ser incorporada a *notebooks*, *tablets* e *smartphones*. Possui um *toolkit* para o desenvolvedor composto por câmera e bibliotecas que atendem diferentes linguagens de programação como C#, JavaScript e Unity<sup>6</sup>. Para o estudo deste artigo foi utilizada a tecnologia da *RealSense*, pois o grupo de pesquisa conseguiu duas câmeras para realização da investigação.

#### Trabalhos relacionados

Alguns estudos têm sido desenvolvidos para mostrar o potencial do uso das mãos em aplicações voltadas a aprendizagem. Kauppinen et al [11] apresentam um estudo utilizando a aplicação *Kinect Stories*, onde crianças de 3 a 6 anos interagem com um livro de histórias, utilizando gesto e comandos por voz. Renzi et al [21] utilizaram NUI e gestos para estimular e motivar as crianças a aprender o básico sobre notação musical. Já Subramanian [25] apresenta um laboratório virtual de Ciências, onde o professor e os alunos podem visualizar e realizar experimentos através de gestos usando o *Kinect*.

Martín-SanJosé et al [13][14], realizaram um experimento com um jogo para aprendizagem utilizando Kinect para investigar, respectivamente, o desenvolvimento da aprendizagem de crianças quando utilizam o jogo de forma colaborativa e de forma individual. Rahman et al [19] realizaram um estudo comparativo de formas de interação através de gestos naturais e do uso do toque (*touch*) com crianças, adotando para isto, respectivamente o Kinect e iPad em uma aplicação pré-existente. Os resultados demonstraram que houve um maior envolvimento das crianças quando usaram a NUI através do Kinect.

<sup>1</sup> <https://dev.windows.com/en-us/kinect>

<sup>2</sup> <https://www.leapmotion.com/>

<sup>3</sup> <http://www.intel.com.br/content/www/br/pt/architecture-and-technology/realsense-overview.html>

<sup>4</sup> <https://www.myo.com/>

<sup>5</sup> <http://www.xtr3d.com/>

<sup>6</sup> <https://unity3d.com/pt>

Com foco em ensino de pensamento computacional dois estudos foram realizados por Falcão et al [4][5]. No primeiro, foi investigado o uso do *touch* como meio de interação para aplicação LightBot<sup>7</sup>. Como resultados e recomendações pode-se destacar: (i) as crianças tinham dificuldades em compreender o significado de setas rotacionais (direita e esquerda); (ii) necessitavam de tutoriais mais diretos comunicando os próximos passos do jogo; e (iii) as metáforas escolhidas precisam estar de acordo com a realidade do público alvo. No segundo estudo, realizado com o jogo *The Foos*<sup>8</sup> os autores obtiveram resultados semelhantes ao primeiro em relação ao problema de lateralidade (direita e esquerda). Também destacaram que quando não compreendiam alguma coisa as crianças tocavam em várias partes da tela até conseguir realizar uma ação (tentativa e erro).

Embora os trabalhos descritos usem NUI e *touch*, esses não realizaram uma comparação entre os dois tipos de interação, focando-se em mostrar o quanto o meio de interação afetava o aprendizado da criança. Apenas Rahman et al [19] realizaram uma comparação com os dois tipos de interação. Contudo, utilizaram uma aplicação já desenvolvida, de forma que os meios de interação, gestos e toque, não tiveram participação do público alvo. Além disso, os participantes tiveram uma primeira etapa de contato com a aplicação com a ajuda de um instrutor, de modo que elas não tiveram a parte de exploração sozinhas.

#### ESTUDO 1: INVESTIGANDO E DESENHANDO OS GESTOS E AS IMAGENS

Usualmente, as aplicações de toque que são desenvolvidas para crianças utilizam gestos que são familiares a adultos [10]. Visando diminuir a distância entre os gestos usados por crianças e os gestos possíveis de serem usados na aplicação NUI, foi realizado um estudo junto ao público alvo, as crianças, para que os participantes opinassem sobre a aplicação desenvolvida. O objetivo principal foi que as crianças fossem coparticipantes do processo de desenho da aplicação [2].

#### Planejamento

Primeiro definiu-se o tipo de aplicação que seria elaborada, um jogo dentro do domínio de ensino de pensamento computacional básico. No jogo, os participantes iriam escolher movimentos para um personagem e então solicitar que o jogo executasse esses movimentos. Sem estar explicitamente descrito os alunos exercitariam fundamentos de condicionais e de sequenciamento de passos (conceitos de pensamento computacional).

O tema do jogo foi definido como "Missão Barba Negra", onde o personagem principal era um pirata que tinha que cumprir missões e atingir objetivos, a fim de deixar seu capitão "Barba Negra" satisfeito. Devido a popularidade entre as crianças e similaridade das ideias para o jogo,

<sup>7</sup> <https://lightbot.com/hour-of-code.html>

<sup>8</sup> <http://thefoos.com/>

pode-se afirmar que o personagem e jogo Mario Bross foi fonte de inspiração para algumas concepções; aproveitou-se o conhecimento prévio das crianças para não desperdiçar tempo para aprender o funcionamento básico do jogo, focando-se mais nos gestos envolvidos. Outra decisão para simplificar o uso da aplicação foi que ela seria desenvolvida em 2D, pois simplificaria a visualização dos movimentos do personagem.

Foram definidas duas questões que deveriam ser respondidas durante o estudo: (1) *Quais são as imagens que representam as ações do jogo sob o ponto de vista das crianças?* (visando a aplicação *touch*); e (2) *Quais são os gestos que as crianças relacionam com determinada ação?* (foco nos gestos NUI).

Utilizou-se das premissas do Design Participativo (DP) para planejar a condução do estudo, permitindo assim a participação ativa dos usuários [16]. Foram preparados artefatos de suporte: (i) cenário contendo uma história para as crianças entenderem o contexto da aplicação; (ii) um conjunto de imagens das ações que o personagem principal, o Pirata, poderia realizar; (iii) um conjunto de imagens que representavam o cenário de interação do personagem, obstáculos e objetos que o personagem deveria superar e "pegar", respectivamente; (iv) um grupo de perguntas a serem feitas para as crianças sobre a dinâmica e uso das imagens e sobre os gestos utilizados; e (v) uma coleta simples de dados demográficos contendo idade, sexo, ano escolar e meios eletrônicos que utilizava para jogar.

Não foram definidos nenhum conjunto de gestos previamente alinhados a tecnologia da *RealSense* (usada no estudo) porque desejava-se coletar as escolhas das crianças sem influência tecnológica. Mesmo correndo-se o risco da dificuldade de mapeamento dos gestos para a dada tecnologia.

O cenário que seria apresentado às crianças era: *“Você é um pirata que está em busca de itens que seu capitão, Barba Negra, pediu para você encontrar. Você tem que procurar esses objetos pela cidade, que é um pouco antiga e desorganizada, com várias caixas pesadas no meio do caminho. Para passar por elas você tem que pular. Mas você é um pirata esperto e sabe que há túneis que passam por baixo do chão, um ótimo jeito de desviar das caixas. Para deixar seu capitão feliz, você tem que pegar todos os itens da lista. Você consegue completar esse desafio?”*.

### **Condução**

A investigação foi conduzida na Escola Estadual Professor Arquimínio Marques da Silva, na cidade de Sorocaba e teve duração média de 6 minutos por criança. A equipe que conduziu a atividade era formada por 3 alunos que cursavam Ciência da Computação na Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba. O termo de consentimento livre e esclarecido utilizado no estudo foi obtido pela escola. As crianças participaram de forma

voluntária. Foi questionado nas salas de aula aquelas que gostariam de participar.

No início do estudo foi aplicada a coleta demográfica através de uma entrevista presencial, coletando, além das informações pessoais, (a) qual tipo de jogo costuma jogar, (b) se já jogou algo que fosse relacionado com assuntos vistos na escola, (c) o que costuma fazer para aprender a jogar um novo jogo, e (d) se preferiam usar controle remoto ou movimentos corporais para jogar. Participaram do estudo 10 crianças (5 meninas e 5 meninos) do quinto ano do Ensino Fundamental I, de 9 a 11 anos. Para a questão (a) houveram relatos sobre preferência por jogos competitivos e que tenham um enredo, uma história, (b) 7 relataram que utilizaram para aprender diversos assuntos, (c) 8 reportaram que tentam aprender sozinhos, e que nunca usam tutoriais dos jogos, e (d) houve um equilíbrio entre as respostas.

A investigação foi conduzida em duas etapas, sendo duas crianças participantes por vez; para cada uma havia um membro da equipe que interagiu e um terceiro membro que ficava como suporte. Na primeira etapa foi apresentado o cenário (i) à criança, que um dos membros da equipe fazia a leitura na entonação de uma história. Era apresentado então, o cenário de interação (uma cartolina de fundo azul) com os desenhos de obstáculos (iii) e sugeria à criança que ela seria o Pirata. A partir disto era apresentado o conjunto de imagens de ações e de obstáculos e objetos (ii) que ela poderia escolher para chegar até seu objetivo. Para estimular a interação e escolhas dos participantes, o membro da equipe de investigação realizava as seguintes perguntas: (P1) *O Pirata tem que andar para frente. Qual figura você acha que melhor representa esse movimento?;* (P2) *Agora o Pirata está antes dessa caixa, e ele precisa pular. Qual figura você usaria?;* (P3) *E para entrar no cano?;* e (P4) *Agora para sair, qual figura melhor representa?.* Desta maneira era montado o cenário.

Na segunda etapa, enquanto um membro da equipe segurava o cenário na frente da criança, para associar com a altura do computador e posição da câmera que seria utilizada posteriormente para capturar os gestos, outro membro questionava ao participante quais seriam os gestos que ele faria com as mãos para as ações de *andar, pular, descer pelo cano, sair do cano e agarrar* o objeto no final da fase. Como o pirata tinha como objetivo capturar objetos ao final de cada fase, foi questionado aos participantes qual seria o gesto usado para a ação de *pegar o objeto* contido no final de cada fase. Quando a criança realizava o gesto que achava adequado com a mão, o observador responsável anotava detalhadamente como era feito o movimento.

### **Análise dos resultados**

Considerando os dados coletados e as questões que deveriam ser respondidas no estudo, a análise foi conduzida em duas etapas, identificando quais eram as imagens e gestos escolhidos pelas crianças. Para cada etapa foram consideradas quatro ações: *pular, andar, descer* e *sair do cano*.

Primeiro foi realizada a análise das imagens. A imagem relacionada a *pular* teve como maior escolha a seta *curvada para a direita* (6). Com relação à ação de *entrar no cano*, a *seta para baixo* obteve o maior número de escolhas (6). Quando questionados sobre qual seria a imagem que melhor representa a ação de *sair do cano*, a *seta para cima* teve a melhor votação (5). Sobre a imagem que representaria a ação de *andar* do personagem, todas as crianças escolheram a *seta* apontando para o *lado direito*.

No segundo momento, foram analisadas as escolhas dos gestos. Para a categoria *pular* o maior número de respostas foi realizar o *movimento de baixo para cima* (9). Para a ação *entrar no cano*, foi escolhido o *gesto de cima para baixo* (8). Com relação a *sair do cano*, a mais escolhida foi um movimento de *baixo para cima* (7). A ação de *andar* teve como escolha um movimento da *esquerda para a direita* (9). Para os gestos também foi questionado sobre o movimento de agarrar os objetos. O maior número de respostas foi para o movimento de *fechar a mão* (9).

Na Tabela 1 pode-se observar um resumo dos resultados obtidos neste primeiro estudo.

#### DA INVESTIGAÇÃO PARA A TECNOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO MISSÃO BARBA NEGRA

Antes de iniciar a construção da aplicação, foi realizado um estudo dos gestos disponíveis pela câmera e seu *toolkit* e o mapeamento dos gestos escolhidos pelas crianças para os que estavam disponíveis na tecnologia. Após o mapeamento dos gestos, foi conduzido o desenvolvimento das aplicações para dispositivo móvel, no caso para *tablet* e para a aplicação NUI. Escolheu-se desenvolver para *tablet*, pois traria um maior conforto para interação (devido ao tamanho da tela) e o *Android* é uma das plataformas mais utilizadas em dispositivos móveis no Brasil<sup>9</sup>.

#### Mapeando os gestos

O *toolkit* da *RealSense* possui recursos para reconhecimento e manipulação de gestos o que facilita o desenvolvimento das aplicações. O primeiro passo consistiu em explorar os gestos disponíveis na API da câmera e compará-los com as escolhas das crianças (Estudo 1) para os movimentos que o personagem poderia fazer durante o jogo. Para isso, duas pessoas realizaram todos os gestos disponíveis na câmera, e na sequência realizaram os gestos escolhidos pelas crianças. Constatou-se então uma limitação tecnológica, os gestos que tinham similaridade, câmera x crianças, apresentavam falha de reconhecimento pela API, como por exemplo o *swipe* e o *grab*. Um problema que foi identificado é que muitos dos movimentos eram interpretados pela câmera como sendo iguais, pois as diferenças entre eles eram pequenas.

Dessa forma, foi realizado um estudo de forma a mapear os movimentos escolhidos para movimentos que pudessem ser reconhecidos sem erros. A Tabela 2 apresenta os

movimentos reconhecidos pela câmera que foram adotados na aplicação. Já a Tabela 3 apresenta o mapeamento realizado e agrega a imagem que representa os movimentos que foram usadas para desenvolvimento da versão para dispositivo móvel: (a) *movimento* do personagem pirata, (b) *gesto escolhido* pelas crianças, (c) *gesto reconhecido* pela câmera, e (d) *imagem* que representa o movimento. Ou seja, para o desenvolvimento do jogo foram adotados os gestos mapeados conforme (c) para câmera com interação através de gestos e (d) para dispositivo móvel com interação *touch*. Outro fator que culminou na escolha desses gestos foi que eles deveriam ser diferentes entre si, para que não houvesse um reconhecimento errado quando a criança estivesse jogando. Como o gesto da ação de pegar o objeto não reconhecida pelo movimento de agarrar, confundindo-se como *push to select*, optou-se por usar o reconhecimento do sinal V (vitória) para o movimento de agarrar.


Movimento	Imagem	Descrição
<i>Escape/reset</i> (sair/reiniciar)		Movimentando a mão para direita e esquerda (como se fosse um “tchau”), é possível sair ou reiniciar uma aplicação.
<i>Thumb up</i> (dedão para cima)		Realizando um ‘jóia’, é possível aceitar alguma solicitação da aplicação.
<i>Thumb down</i> (dedão para baixo)		Como um ‘jóia’ invertido, é possível negar alguma ação da aplicação.
<i>V sign</i>		Dedos do meio e indicador levantados formando um ‘V’

Tabela 2. Gestos disponíveis – *Toolkit Realsense* (adaptado de *Handling Gestures*<sup>10</sup>)






(a)	(b)	(c)	(d)
Andar	Esquerda para direita	<i>Push do select</i>	
Pular	De baixo para cima	<i>Thumb up</i>	
Descer	De cima para baixo	<i>Thumb down</i>	
Agarrar	Fechar a mão	<i>V sign</i>	
Play	“tchau”	<i>Escape/reset</i>	

Tabela 3. Mapeamento gestos das crianças para a tecnologia

#### Desenvolvimento dos aplicativos

Para o desenvolvimento do jogo considerou-se o cenário previamente descrito, os resultados do Estudo 1, os resultados do mapeamento dos gestos e os *guidelines* propostos por Shiratuddin e Wong [23] e Maïke et al [12] para desenvolvimento de aplicações NUI. A elaboração das

<sup>9</sup> <https://goo.gl/M6Gv84>

<sup>10</sup> <https://goo.gl/qK6O5I>

fases do jogo e seus respectivos cenários e missões foram discutidas por uma equipe de três alunos de graduação, um mestrando e uma doutora em Ciência da Computação. Foi seguido o princípio para ensino de pensamento computacional. Nele, o jogador deve escolher o conjunto de movimentos (imagens ou gestos) e somente depois solicita a execução. Desta maneira, é possível ver de forma sequencial se os passos selecionados realizam as tarefas desejadas.

Para o desenvolvimento foi utilizada a tecnologia *Unity* (versão gratuita) e a IDE *Visual Studio*<sup>11</sup>, já que a tecnologia da *RealSense* disponibiliza uma API para *Unity*. Além disso, o *Unity* permite a criação de jogos de forma otimizada e de fácil exportação para diferentes plataformas, como móveis, NUI e Web. Primeiro o jogo foi desenvolvido para NUI e depois foi portado para *Android*.

Para evitar barreiras de interação encontradas em estudos anteriores sobre visão 3D e direção de movimento [4][5], optou-se pelo desenvolvimento de aplicações 2D. No jogo, o pirata pode andar para a direita, sem possibilidade de virar e voltar; o personagem tem como objetivo coletar todos os itens no final de cada fase e entregá-los ao capitão *Barba Negra*. Buscando motivar diferentes perfis de jogadores, foram criadas oito fases no jogo. Um *feedback* visual e textual sobre a evolução do jogo é apresentado para que o jogador possa acompanhar sua evolução.

As Figuras 1 e 2 apresentam as versões para *tablet* e para câmera, respectivamente, referentes a fase 8 do jogo. As versões são bastante semelhantes para não inserir graus de dificuldades diferentes. Observa-se que para a versão do *tablet*, há um conjunto de imagens no canto inferior esquerdo (c) que representa os movimentos que são selecionados através do *touch*. No caso da versão da câmera não existe essa opção, visto que os comandos são executados por gestos.

Em ambas as versões o botão de *executar* (a) está presente, mas no caso da versão da câmera é dado pelo movimento descrito na Tabela 3. A área transparente (b) é o local onde as ações escolhidas pelos participantes ficam registradas. O participante indica a sequência de movimentos (através do *touch* ou gestos) necessários para cumprir a missão da fase e estas são apresentadas na área (b). Somente depois de escolher todos é que o participante ativa o executar (a). A cada movimento executado, o jogo destaca aquele movimento para que a criança acompanhe o personagem e o movimento escolhido. Ao final de cada fase do jogo é dada uma mensagem textual simples parabenizando o jogador por ter cumprido a etapa.

#### Teste piloto das aplicações

Antes de realizar um estudo avaliativo com as crianças foi realizado um teste piloto das aplicações. Além de avaliar o uso das aplicações, o teste buscou analisar previamente se os gestos utilizados (Tabela 3) eram bem aceitos e usados

pelas crianças. Foi elaborado e aplicado aos responsáveis pelas crianças, um termo de consentimento livre e esclarecido sobre o uso acadêmico dos dados coletados. O teste foi realizado com quatro crianças de 9 a 11 anos, sendo que uma estava cursando o 4º ano do ensino fundamental, uma o 5º e as outras duas o 6º. Foi perguntado se elas já utilizavam algum dispositivo similar ao *Kinect*, e três disseram que tinham esse dispositivo em casa. Além disso, todas já utilizavam dispositivo móvel, *smartphone* ou *tablet*. Foram usados um computador e um notebook com duas câmeras *RealSense* instaladas e 2 *tablets Samsung* de 10.1", um com *Android 4.1* e outro com *Android 6*.

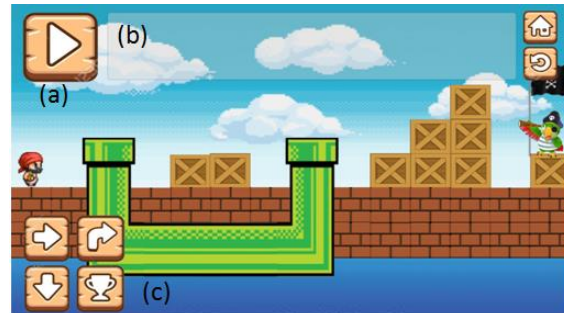


Figura 1. Missão Barba Negra - versão tablet

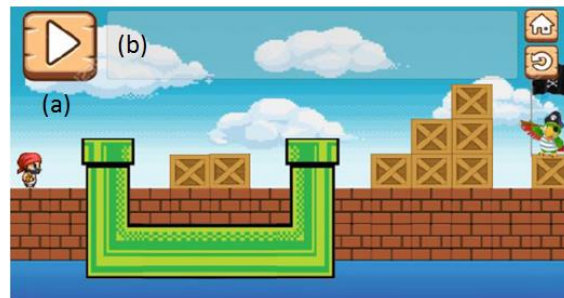


Figura 2. Missão Barba Negra - versão câmera

Para balancear o uso e evitar que uma versão influenciasse o uso da outra, dois participantes iniciaram usando a câmera e outros dois usando o *tablet*. Depois cada participante usava o ambiente que ainda não havia interagido. Ou seja, todos os participantes usaram das duas versões. A condução foi realizada com duas crianças por vez, uma na câmera e outra no *tablet*, em recintos diferentes, para que não houvesse interferência entre elas. Para o uso da aplicação com a câmera, inicialmente o jogo apresentava às crianças os movimentos e explicação. Como eram poucos participantes, durante o teste dois pesquisadores realizaram a observação e esclareciam dúvidas.

Pode-se observar durante a interação que não houveram dúvidas quanto ao uso das imagens, *tablet* e gestos, câmera. Apenas uma das crianças teve problemas no reconhecimento dos gestos, mas em decorrência da precisão da câmera. Ao final do uso de cada aplicação, *touch* e gestos, foi solicitado um *feedback* aos participantes. Todos relataram não ter dificuldade e que haviam gostado das duas versões.

<sup>11</sup> <https://www.visualstudio.com/>

## ESTUDO 2: INVESTIGANDO O USO E ACEITAÇÃO DOS GESTOS E IMAGENS

Com o intuito de verificar a aceitação e uso das aplicações da câmera e do *tablet* por parte do público alvo foi conduzido um estudo exploratório, visando (i) comparar a eficiência do uso das duas aplicações, (ii) capturar a aceitação, e (iii) capturar o entendimento do uso dos gestos e imagens. O planejamento, condução e análise dos resultados são reportados nas subseções a seguir.

### Planejamento

Para direcionar o estudo exploratório foram definidas três perguntas: (Q1) *Em qual aplicação as crianças foram mais eficientes, considerando o número de movimentos (gestos e touch) para completar as fases?*; (Q2) *As crianças demonstraram entender o uso dos gestos da aplicação da câmera?*; e (Q3) *Qual a aceitação das aplicações por parte do público alvo?*.

Para a questão (Q1) seria coletado o número de movimentos realizados em cada fase. É importante destacar que as duas versões, câmera e mobile, possuíam o mesmo número de movimentos mínimos para que o final de uma dada fase fosse atingido. A questão (Q2) o foco era verificar se os movimentos eram compreendidos e faziam sentido às crianças, já que devido as limitações da tecnologia estes foram adaptados em relação às escolhas realizadas no Estudo 1 (Tabela 3). Para isto, tanto as filmagens quanto a observação dos pesquisadores seriam utilizados.

Para observar a aceitação (Q3) além da observação seria utilizado o questionário SAM (*Self-Assessment Manikin*) [3], que é um método de avaliação que contempla questões relacionadas à qualidade afetiva de um sistema computacional, com dimensões de satisfação, motivação e sentimento de domínio. Para cada dimensão há uma escala de 1 a 9, onde os quatro primeiros valores da escala são contados como avaliação negativa, o quinto valor como neutro e os quatro últimos como positivos. Para esta coleta, seria adotado o SAM adaptado, apenas com a dimensão de satisfação das crianças, pois o domínio sobre o uso da aplicação já seria capturado a partir da questão (Q2). Foi preparado um cartão, com imagens adaptadas do modelo SAM original, representadas por faces de desenho de criança, que seria entregue as crianças ao final do uso de cada aplicação para que ela expressasse a sua satisfação.

Foi preparado um artefato para coleta do perfil dos participantes de forma que eles mesmos preenchessem seus dados. Optou-se por utilizá-lo para que os participantes ficassem mais à vontade para descrever seus hábitos de uma forma mais lúdica do que através de uma entrevista formal. A filmagem da interação seria adotada como meio de coleta. Seriam utilizados dois aplicativos nos *tablet*, Movizen<sup>12</sup> e LookBack<sup>13</sup>, os quais permitiam gravar as telas

do jogo conforme os participantes interagiam. Já para gravar os gestos das mãos feitos pelas crianças na aplicação da câmera seriam utilizados dois celulares, um *iPhone 6S Plus* e um *Motorola Play* terceira geração. Além de realizar as filmagens das interações, um formulário para anotações sobre o comportamento e dúvidas das crianças durante o uso das aplicações. As filmagens e o formulário de observação dariam subsídios para responder as questões (Q1) e (Q3).

### Condução

O estudo foi realizado na Escola Municipal Professor Roberto Marcello, em Salto de Pirapora, com 49 crianças, com idades entre 7 e 10 anos, pertencentes a duas turmas do terceiro ano do Ensino Fundamental I. A diferença de idade entre os dois estudos foi para verificar a abrangência do atendimento da proposta. Foi conduzido no período da manhã durante quatro dias seguidos. A parte ética referente à captação de imagem e áudio foi tratada pela escola diretamente com os responsáveis pelas crianças. A equipe que conduziu o estudo era formada por duas alunas de graduação cursando o sétimo semestre em Ciência da Computação e um aluno de mestrado na mesma área.

A escola cedeu duas salas, localizadas em lados opostos do edifício, para realização do estudo e montagem do ambiente de observação. Na primeira, onde houve a observação da interação com a câmera, foram colocados um computador e um *notebook* ambos com a câmera *RealSense* instalada; neste ambiente haviam dois pesquisadores para observação, pois a interação com a câmera exigia maior atenção e poderia causar mais dúvidas. Na segunda sala, havia duas mesas com cadeiras que foram usadas para interação com a aplicação em dois *tablets* – um *Samsung Galaxy Note*, e um *Samsung Galaxy Tab A Note*; havia um pesquisador que realizava a observação. Para que não ocorressem distrações e possíveis “cópias” de gestos e ações entre as crianças, elas ficavam de costas uma para a outra; a aplicação era utilizada por duas crianças por vez em cada um dos ambientes.

Com a finalidade de que a interação em uma aplicação não influenciasse na outra, foi feito um balanceamento da forma de uso, ou seja, as crianças foram divididas em dois grupos: um que começava pela *câmera* (AC) e depois interagia com o *tablet* e outro grupo que fazia o inverso (AT). Além dessa divisão, as crianças não faziam as duas aplicações no mesmo dia, para evitar que memorizassem as respostas das fases e pudessem fazer de forma mecânica.

Ao entrar na sala, a criança recebia uma breve explicação sobre o que era o estudo e sobre o jogo. Depois disto, era demonstrado a ela apenas uma vez os gestos que deveria fazer para as ações do personagem; a partir disto ela ficava à vontade para jogar, e caso tivesse alguma dúvida poderia solicitar a ajuda dos pesquisadores presentes.

Colocou-se como meta que os participantes jogassem até a Fase 3 em um tempo de aproximadamente 10 minutos. Algumas crianças atingiram esta fase facilmente e por isto,

<sup>12</sup> <http://www.movizen.com/pt/>

<sup>13</sup> <https://lookback.io/>

deixavam que ela continuasse a jogar a título de diversão. Porém, para a análise dos dados foram consideradas apenas até a Fase 3. Não se levou em consideração o tempo de interação, pois o real objetivo não era a performance de tempo. Ao finalizar a interação, a criança respondia o questionário de perfil e o seu grau de satisfação de acordo com o SAM.

### Análise dos resultados

Antes de conduzir a análise, primeiro foi realizada uma pré-análise, em aproximadamente 33 horas de vídeo, para que amostras não válidas fossem descartadas. Foram consideradas não válidas amostras que: (i) continham falhas de gravação, onde não era possível observar por completo a interação dos participantes em uma das aplicações; ou (ii) o participante tinha realizado a interação em apenas uma das aplicações, pois tinha faltado em um dos dias.

De um total de 49 participantes, 20 tiveram amostras não válidas, sendo consideradas válidas 29 (interação com a câmera e com o *tablet*). Ao final havia 58 amostras a serem analisadas. Todos os vídeos foram assistidos duas vezes, uma para coleta das informações referente as interações com a interface do jogo e uma para captura dos movimentos, na câmera, e botões, no *tablet*. Na análise dos vídeos sobre a interação dos 29 participantes observou-se que nenhum acessou o tutorial em nenhuma das aplicações antes de iniciar a interação.

Sobre o perfil dos 29 participantes, o maior número de repostas sobre: (i) “o que mais fazia na Internet”, 19 apontaram que jogam, (ii) “dispositivos que mais usam”, 23 apontaram que usam celular ou *tablet*, (iii) “matérias que mais gosta”, 12 apontaram Matemática, e (iv) “matérias que menos gostam”, 8 apontaram Português.

### Eficiência dos movimentos

Para responder (Q1), *Em qual aplicação as crianças foram mais eficientes, considerando o número de movimentos (gestos e touch) para completar as fases?*, foi comparado o número de movimentos realizado em cada uma das fases e para câmera e *tablet* - com o número mínimo necessário para realizar cada fase.

A Tabela 4 apresenta as Fases (F), o número mínimo de movimentos (M) por fase, que era o mesmo para as duas aplicações, e os participantes separados e por qual aplicação começaram. Os dados apresentados em negrito mostram em quais das aplicações o participante realizou uma menor quantidade de ações entre as duas aplicações – (C) câmera e (T) para *tablet*. Pode-se observar que a amostra dos alunos que começaram pelo *tablet* é menor; isto ocorreu devido as amostras que tiveram que ser descartadas por não estarem completas. As células em branco representam etapas não concluídas.

Observa-se um equilíbrio do desempenho nas duas aplicações. Nas fases 1 e 2 os participantes foram mais eficazes com o uso da câmera, e na fase 3 com o *tablet*. Considerando as fases 1 e 2, em que todas as crianças completaram o objetivo nas duas aplicações, os usuários colocavam uma menor quantidade de instruções para o personagem na aplicação da câmera (C). Isso porque o *touch* permitia que elas colocassem ações na base de tentativa e erro sem prejudicar muito o tempo despendido em cada fase. Para realizar os movimentos com as mãos, a criança tinha que se acostumar com a câmera, que muitas vezes demorava no reconhecimento de determinado gesto, e no *tablet* tem mais uma questão cultural envolvida, visto que está presente no dia a dia da maioria das crianças.

(F)	(M)	(D)	Participantes iniciaram a interação pela câmera															
			P2	P3	P6	P7	P8	P9	P12	P13	P14	P17	P18	P19	P20	P22	P24	P28
1	9	C	14	10	9	12	12	<b>10</b>	10	<b>10</b>	13	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	10	10	<b>10</b>
		T	<b>11</b>	10	9	12	<b>10</b>	11	10	15	<b>11</b>	14	11	12	14	10	10	18
2	9	C	11	10	9	<b>11</b>	15	19	10	10	10	10	10	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	10	11
		T	<b>10</b>	10	9	12	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	10	11	20	12	10	11
3	12	C	12		20	13	15		20		17	18	<b>13</b>		15			<b>13</b>
		T			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>		<b>12</b>	12	<b>12</b>		14			13		14
(F)	(M)	(D)	Participantes iniciaram a interação pelo tablet															
			P1	P4	P5	P10	P11	P15	P16	P21	P23	P25	P26	P27	P29			
1	9	C	<b>10</b>	<b>10</b>	9	<b>9</b>	<b>9</b>	10	<b>9</b>	10	<b>10</b>	9	<b>10</b>	10	13			
		T	20	20	9	13	11	<b>9</b>	19	10	15	9	14	<b>9</b>	<b>10</b>			
2	9	C	11	<b>10</b>	12	<b>9</b>	<b>10</b>	10	10	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	12	11	<b>11</b>			
		T	<b>9</b>	20	<b>10</b>	10	12	10	10	11	12	10	12	<b>10</b>	12			
3	12	C	14		12	18	14	15	15	15		13	14	<b>12</b>				
		T				<b>13</b>				<b>12</b>				16				

Tabela 4. Número de movimentos realizados pelos participantes por fase – câmera e *tablet*

Comparando o número de movimentos de duas fases (1 e 2) nos diferentes meios de interação, sem considerar por qual meio o participante interagiu primeiro, pode-se observar que os participantes fizeram um menor número de movimentos na aplicação da câmera, conforme apresentado na Figura 3. Isto corrobora com que já foi apontado no parágrafo anterior. Os *outliers* observados na Figura 3 possuem duas explicações: na aplicação utilizando a câmera, houve falha no reconhecimento de alguns gestos para determinados participantes, deixando-os um pouco frustrados e impacientes. Com isso, as crianças não ficavam atentas à quantidade mínima possível de ações para finalizar a fase. Já na aplicação por *touch*, nas duas fases, a maioria dos participantes partiam do conhecimento prévio do tipo de dispositivo, mais comum do que a câmera, de modo que elas finalizavam por tentativa e erro, ocasionando em uma quantidade bem elevada de movimentos na fase.

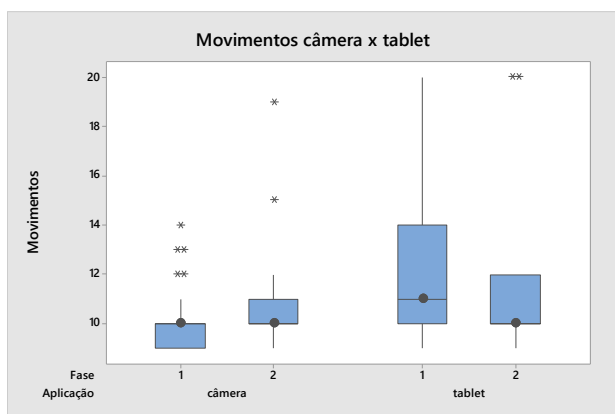


Figura 3 – Comparação dos movimentos

Das 29 crianças, 16 utilizaram primeiro a aplicação com a câmera (AC) e 13, primeiro o *tablet* (AT). Dentre as 16 crianças, 5 obtiveram um melhor desempenho no *mobile* após já ter utilizado a câmera, mostrando que esse contato prévio que tiveram com a câmera facilitou o decorrer do jogo por *touch*, 4 finalizaram as fases com menor quantidade de instruções na câmera e 7 tiveram a mesma eficiência nas duas aplicações, independente de qual aplicação tenha começado. Já para as 13 crianças que começaram pelo *tablet*, 7 obtiveram um resultado melhor quando usaram a aplicação da câmera, 2 tiveram melhor desempenho no *tablet* e 4 fizeram as fases com a mesma quantidade de movimentos nas duas aplicações.

Dessa forma, pode-se concluir que os participantes que começaram pela aplicação *tablet* tiveram um melhor rendimento na aplicação com os gestos do que os que começaram direto pela câmera. Ou seja, as crianças eram mais eficientes no jogo utilizando as mãos após já ter utilizado o *touch*. Além disso, observa-se que o uso da câmera gerou resultados mais equilibrados entre os participantes. Pode-se concluir que se os gestos forem usados de forma mais intensa e cotidiana podem trazer um resultado mais eficiente.

### Entendimento dos gestos

A questão (Q2) visava responder se *As crianças demonstraram entender o uso dos gestos da aplicação da câmera?* Para responder essa questão foi feita uma análise da interação dos 29 participantes, em três fases do jogo (1 a 3), considerando se após a breve explicação sobre gestos (era explicado apenas uma vez a eles) eles conseguiam lembrar ou não cada gesto. Para a análise foram definidas duas categorias de acordo com o tipo de questionamento do participante: (i) “Como faz para ‘ação’ mesmo?” e (ii) “Para ‘ação’ é assim né?”. Considerou-se que no caso (ii) a criança estava apenas pedindo uma reafirmação. Já no caso (i) ela teria dúvidas de fato sobre como fazer.

A partir da análise dos vídeos foi construída a Tabela 5 que sumariza os resultados, apresentando a ação, as fases e o número de participantes em cada fase (entre parênteses).

Ação	Fase 1 (29)	Fase 2 (29)	Fase 3 (20)
Andar	---	(i): 6	(i): 2
	(ii): 4	(ii): 1	(ii): 2
Pular	---	---	(i): 3
	(ii): 2	(ii): 1	(ii): 1
Descer	X	X	---
	X	X	(ii): 1
Agarrar	---	(i): 6	---
	---	---	(ii): 2
Executar	(i): 1	(i): 2	(i): 1
	---	(ii): 1	(ii): 2

Tabela 5. Compreensão dos gestos escolhidos

A ação “descer” não é considerada nas fases 1 e 2 (X), pois esse conceito somente é introduzido ao usuário a partir da fase 3. Tendo em vista que foi o primeiro contato de todos os participantes com esse tipo de tecnologia, utilizando as mãos para executar comandos no jogo, a quantidade de dúvidas nos movimentos foi muito baixa nas três fases analisadas (Tabela 5). Isso demonstra mais uma vez o potencial do uso de gestos para aplicações com crianças. Além disso, um fator importante foi que mesmo alterando os movimentos previamente escolhidos devido às limitações da tecnologia da câmera, não trouxe um impacto negativo para o uso dos movimentos. Ou seja, os gestos fazem sentido para as crianças.

### Satisfação: perspectiva das crianças

Considerando as respostas sobre a satisfação do uso das aplicações a partir do SAM, foi possível responder a questão (Q3) *Qual a aceitação das aplicações por parte do público alvo?*

A Figura 4 apresenta o *boxplot* com a distribuição das respostas dos participantes, demonstrando que a satisfação em ambas as aplicações é semelhante. O *outlier* é referente a um único participante no qual a câmera apresentou muita dificuldade no reconhecimento de seus gestos. Durante sua



interação, o pesquisador tentou mudar a cadeira de posição com o objetivo de verificar se a iluminação presente na sala estava prejudicando o reconhecimento do gesto, contudo o problema tecnológico não foi resolvido. Dado a isto, acredita-se que a criança se sentiu insatisfeita durante a interação.

Pode-se concluir que mesmo a interação por gestos não sendo de comum uso das crianças como a interação *touch*, isto não afetou sua satisfação. Vale ainda ressaltar que a alteração dos gestos devido à limitação tecnológica não trouxe problemas à satisfação dos participantes.

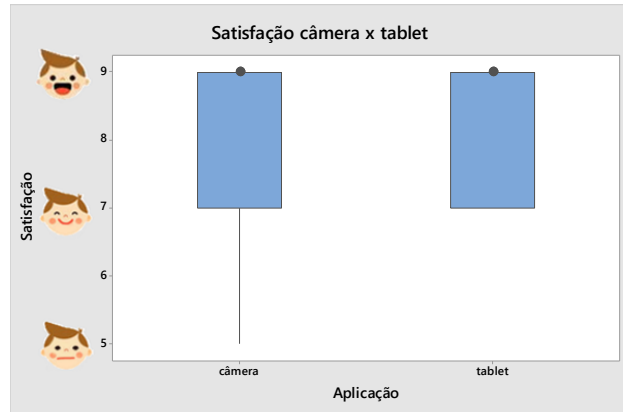


Figura 4. Satisfação no uso das aplicações

## CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo apresentou os resultados de uma investigação sobre o uso de gestos naturais (NUI) com as mãos por crianças, comparando estes com o uso do *touch*. A aplicação escolhida para ser desenvolvida foi para ensino de pensamento computacional. Foram realizados dois estudos, o primeiro visando investigar quais eram os gestos (câmera) e imagens (*tablet*) escolhidos pelas crianças para os movimentos que deveriam ser realizados na aplicação. No segundo objetivou-se investigar a aceitação dos gestos por outro grupo de crianças com o mesmo perfil do primeiro grupo.

Dentre as lições aprendidas pode-se destacar que há uma limitação quanto à tecnologia utilizada para captura e uso dos movimentos naturais. Embora as tecnologias existentes disponibilizem *toolkits* para desenvolvimento, em alguns casos não é possível utilizar qualquer tipo de movimento. No primeiro estudo observou-se tal problema, pois os gestos escolhidos não puderam ser mapeados. Para que isto fosse possível, o desenvolvedor teria que implementar uma biblioteca de gestos própria, o que pode se tornar inviável em termos de tempo e custo de projeto.

Contudo, mesmo havendo ajustes quanto aos gestos não se observou problemas graves sobre o uso dos gestos no segundo estudo de caso. Também deve-se destacar que os participantes do segundo estudo de caso eram mais novos que do primeiro e que isto não afetou a escolha do uso dos gestos pelo segundo grupo.

Um trabalho futuro será realizar outras análises com os dados que foram coletados no estudo. Além disto, novos estudos podem ser realizados para observar outros tipos de movimentos naturais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) ao projeto, processo nº2016/12471-6.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Julia Anacleto; Rodrigo Silvestre; Carlos Souza Filho; Bruno Santana; Sidney Fels (2012) "Therapist-centred design of NUI based therapies in a neurological care hospital". In: IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Seoul, pp. 2318-2323.
2. Maria Cecília Calani Baranauskas; Maria Cecília Martins; José Armando Valente (2013). Codesign de Redes Digitais.Tecnologia e Educação a Serviço da Inclusão Social. Penso.
3. Margaret M. Bradley; Peter J. Lang "Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential". Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25(1):49 – 59, 1994.
4. Taciana Pontual Falcão; Rafael Santos Barbosa (2015) "Aperta o Play! Análise da interação exploratória em um jogo baseado em pensamento computacional". In: Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), pp. 419-428.
5. Taciana Pontual Falcão; Tancicleide C. Simões Gomes; Isabella Rocha Albuquerque (2015) "O pensamento computacional através de jogos infantis: uma análise de elementos de interação". In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC2015, ACM. Salvador, Bahia, Brasil, pp. 282-291.
6. Taciana Pontual Falcão; Rafael Santos; Alcantara Rodrigues; Pedro Silva (2014) "Corpo e Mente: uma Análise Educacional e de Usabilidade da Interação Corporal em Videogames". In: Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC2014, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, pp. 150-159.
7. Gregory Goth (2011) "Brave NUI world". In: Communication of ACM, vol. 54, no. 12.
8. Tomasz Hachaj; Marek R. Ogiela (2014) "Recognition of Body Movements Patterns for Immersive Virtual Reality System Interface". In Ninth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), Guangdong, pp. 290-294.
9. K.Maike Hecht.; Susanne Maass "Teaching participatory design". In: Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Participatory Design, PDC'08, Indiana University, pp.166-199.
10. Alexis Hiniker; Kiley Sobel; Sungsoo Ray Hong; Hyewon Suh; India Irish; Daniella Kim; Julie A.

- Kientz (2015) "Touchscreen prompts for preschoolers: designing developmentally appropriate techniques for teaching young children to perform gestures". In: Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '15). ACM, New York, NY, USA, pp. 109-118.
11. Sami Kauppinen; Satu Luojus; Julius Tuomisto; Anu Ahlgren (2013) "Utilizing gesture recognition technology in children's interactive storybook". In: AcademicMindTrek'13, ACM, Tampere, Finland, pp. 76-79.
  12. Vanessa Regina Margareth Lima Maiké; Laurindo de Sousa Britto Neto; Siome Klein Goldenstein; Maria Cecília Calani Baranauskas (2015) "Heuristics for NUI Revisited and Put into Practice". In: Proceedings of 17th International Conference, Part II, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, pp. 317-328.
  13. Juan-Fernando Martin-SanJose; M.-Carmem Juan; Ramón Mollá; Roberto Vivó (2015) "Advanced displays and natural user interfaces to support learning". *Interactive Learning Environments*.
  14. Juan-Fernando Martin-SanJose; M.-Carmen Juan; Encarna Torres; Maria J. Vicent (2014) "Playful interaction for learning collaboratively and individually". *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, Playful Interactions and Serious Games*, vol. 6, no. 3, pp. 295-311.
  15. Daniel Mendes; Pedro Lopes; Alfredo Ferreira (2011) "Hands-on interactive tabletop LEGO application". In: Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '11). ACM, New York, NY, USA.
  16. Michael J. Muller; Sarah Kuhn (1993). Participatory design. *Communications of the ACM*, 36,6 (1993), 24-28.
  17. Donald A. Norman (2010) Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, vol. 17, pp. 6–10. Kenton O'Hara; Richard Harper; Helena Mentis; Abigail Sellen; Alex Taylor (2013) "On the naturalness of touchless: putting the 'interaction' back into NUI". *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 20, pp. 1–25.
  18. Guillaume Plouffe; Ana-Maria Cretu (2016) "Static and Dynamic Hand Gesture Recognition in Depth Data Using Dynamic Time Warping". In: *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 65, no. 2, pp. 305-316.
  19. Mohd. Salihan Ab. Rahman; Nazlena Mohamad Ali; Mohd Masnizah (2013) "A Study on the Naturalness of Gesture- Based Interaction for Children". In: *Third International Visual Informatics Conference, Advances in Visual Informatics*, pp. 718-728, Springer International Publishing.
  20. Helena M. Reis; Lucas Wiechmann; Simone S. Borges; Isabela Gasparini; Monike Tsutsumi; Alexandre F. Brandão; Fernando A. Vasilceac; Adriana Garcia Goncalves; Ramílho R. R. Filho; Seiji Isotani (2015) "Rehabilitation Using Kinect and an Outlook on Its Educational Applications: A Review of the State of the Art". In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 2015, Maceió.
  21. Manuela Renzi; Stavros Vassos; Tiziana Catarci; Stephen Kimani (2015) "Touching Notes: A Gesture-Based Game for Teaching Music to Children". In Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '15). ACM, New York, NY, USA, pp. 603-606.
  22. Kathryn E. Ringland; Rodrigo Zalapa; Megan Neal; Lizbeth Escobedo; Monica E. Tentori; Gilian R. Hayes (2014) "SensoryPaint: a natural user interface supporting sensory integration in children with neuro developmental disorders". In *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '14)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 1681-1686.
  23. Mohd Fairuz Shiratuddin; Kok Wai Wong (2012) "Game Design Considerations When Using Non-touch Based Natural User Interface". In: Pan, Z., Cheok, A.D., Müller, W., Chang, M., Zhang, M. (eds.) *VIII Transactions on Edutainment, LNCS*, vol. 7220, pp. 35–45, Springer, Heidelberg.
  24. Filomena Soares; João Sena Esteves; Vitor Carvalho; Gil Lopes; Fábio Barbosa; Patrícia Ribeiro (2015) "Development of a serious game for Portuguese Sign Language" *7<sup>th</sup> International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (ICUMT)*, 2015, pp.226-230.
  25. Ajayan Subramanian (2015) "Integration of Natural User Interface in a Real-World Environment". In: *IEEE International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)*, pp. 714-718.
  26. Daniel Wigdor; Dennis Wixon (2011) "Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture". Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco.