

Desafios e Possibilidades da Interação Tangível Móvel no Contexto da Educação de Crianças Autistas

Kim Pontes Braga (IC/UNICAMP)¹

Maria Cecília Calani Baranauskas (IC&NIED UNICAMP)²

Resumo

Pesquisas recentes têm explorado o uso de tecnologias computacionais de interação tangível no tratamento de crianças com autismo. Ao mesmo tempo, as tecnologias que promovem este tipo de interação são geralmente configurações complexas de dispositivos físicos, o que representa uma barreira para sua ampla utilização. Esta pesquisa investiga o uso de *Tablets* para se criar um sistema com interface tangível móvel que supere esta barreira. Para isso, propusemos e desenvolvemos o Magiblocks, um sistema que possibilita interação tangível sobre a superfície de um *Tablet*, e avaliamos o seu uso em atividades de reconhecimento de formas geométricas. Um estudo de caso com duas crianças autistas utilizando o sistema ilustra e aprofunda a análise. Os resultados obtidos sugerem que o Magiblocks representa uma solução técnica viável e possibilita um bom nível de imersão e engajamento de crianças na atividade.

Palavras-chave: Interface tangível; Crianças com autismo; Tablet; Magnetômetro; Formas geométricas.

Abstract

Recent research has explored the use of computer technology with tangible interaction in treating children with autism. At the same time, technologies promoting this kind of interaction are usually complex configuration of physical devices, which is a barrier to their widespread use. This research investigates the use of Tablets to create a system with movable tangible interface that overcomes this barrier. To this end, we proposed and developed the Magiblocks, a system that enables tangible interaction on the surface of a Tablet, and evaluated its use in the recognition of geometric shapes activities. A case study with two autistic children using the system illustrates and deepens the analysis. The results suggest that Magiblocks is a viable technical solution and provides a good level of immersion and engagement of children in the activity.

Keywords: Tangible User Interface; Children with autism; Tablet; Magnetometer; Geometrical shapes.

¹ Contato: kimpbraga@gmail.com

² Contato: cecilia@ic.unicamp.br

BRAGA, K. P.; BARANAUSKAS, M. C. C. Desafios e Possibilidades da Interação Tangível Móvel no Contexto da Educação de Crianças Autistas. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, vol. 3, n. 1, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ojs/>>.

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição geral e permanente para um grupo de desordens complexas do desenvolvimento do cérebro. Pessoas com esse transtorno apresentam três características principais: I) habilidade de interação social debilitada; II) desenvolvimento da linguagem prejudicado; e III) comportamento restritivo e repetitivo (VARELLA, 2011). Intervenções na infância podem abrandar as dificuldades do autista em interações sociais e ansiedade, além de ensinar habilidades básicas para uma melhor qualidade de vida (SITDHISANGUAN ET AL, 2011). Apesar disso, métodos convencionais para estas intervenções são, na prática, considerados tediosos para crianças com autismo (SITDHISANGUAN ET AL, 2008).

Uma Interface de Usuário Tangível (do inglês Tangible User Interface - TUI) apresenta a possibilidade de interagir com conteúdo digital através da manipulação de objetos físicos (ISHII, 2008). Pesquisas recentes têm explorado o uso de tecnologias computacionais de interação tangível como uma atividade educacional para crianças com autismo, devido a sua facilidade de uso, maior nível de engajamento, menor esforço cognitivo e riqueza de estímulo (SITDHISANGUAN ET AL, 2011). Ao mesmo tempo, tecnologias que promovem este tipo de interação são geralmente configurações complexas de dispositivos físicos, o que representa uma barreira para sua ampla utilização (BIANCHI; OAKLEY, 2013). Para tentar superar essa barreira, alguns autores como Yu et al (2011) e Bianchi e Oakley (2013), por exemplo, têm apontado o potencial do uso de *Tablets* para promover interação tangível. Entretanto, esses autores não abordam ou explicam de forma técnica, como utilizar o dispositivo para o reconhecimento de *tokens*, isto é, a representação concreta e visível de um elemento digital na interação tangível.

Neste contexto, fizemos a seguinte pergunta: tendo como base um *Tablet*, como criar uma TUI que seja simples, atraente e útil no processo educativo de crianças autistas? Nossa hipótese é que uma atividade que faça uso de uma interface tangível móvel pode ser atraente para as crianças autistas e útil para os educadores, aumentando o nível de engajamento das crianças na atividade proposta.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta uma revisão de literatura do tema; a seção 3 apresenta o design e desenvolvimento da solução proposta: o Magiblocks; a seção 4 apresenta e discute resultados de um estudo de caso realizado em contexto de uso do sistema; a seção 5 conclui e aponta novas possibilidades de pesquisa e desenvolvimento no tema.

2. Trabalhos relacionados

Para identificar as pesquisas que estão relacionadas ao uso de TUI no tratamento e educação de crianças autistas, nós realizamos uma revisão sistemática de literatura, começando com a seguinte questão: "como TUI está sendo usada para auxiliar o tratamento ou educação de crianças autistas?". Assim, escolhemos as seguintes bases de dados de trabalhos acadêmicos para pesquisa automática: Biblioteca Digital ACM, IEEE Explore, Science Direct, Scopus e Springer. O critério de pesquisa foi selecionar artigos que contivessem "*Autism*" e "*Tangible*" em seus *abstracts*. A pesquisa retornou um total de 43 artigos; adicionamos manualmente outros 15 artigos aos 43 para um processo de análise e seleção executado seguindo a metodologia PRISMA (MOHER ET AL, 2009). Depois do processo de busca e análise realizado, selecionamos 9 para aprofundamento, que considerou os seguintes aspectos: o problema abordado pela pesquisa, o ambiente e os participantes no estudo, e a plataforma de interação.

2.1 Problemas abordados, ambiente e participantes

Observamos que cada pesquisa trata diferentes problemas e apenas dois tipos de problemas foram abordados por mais de uma pesquisa: a dificuldade de engajamento de crianças com autismo nas atividades educacionais e a debilitação de habilidades sociais de crianças autistas. Sitdhisanguan et al (2011) e Escobedo et al (2013) abordam o primeiro problema, enquanto que Farr et al (2010a), Villafuerte, Jordà e Markova (2012) e Farr, Yuill e Raffle (2010b) o segundo. Esses cinco artigos representam mais de 50% das pesquisas incluídas na investigação conduzida para responder a nossa questão de pesquisa, o que indica a importância da terapia em relação à debilitação das habilidades sociais que afeta crianças autistas.

Embora os critérios de seleção dos participantes dos estudos nem sempre tenham sido explicitados nos trabalhos da literatura, Sitdhisanguan et al (2011) e Westeyn et al (2012) justificaram a inclusão só de meninos por estes representarem 75% da população autista; Westeyn et al (2012) explicaram que somente crianças capazes de compreender e seguir instruções verbais foram escolhidas para participar nos seus experimentos; Alessandrini, Cappelletti e Zancanaro (2014) reportaram que a escolha das crianças que participariam do estudo foi feita pelos professores baseando-se no interesse que as crianças tinham na tecnologia e nos desafios que elas ofereceriam para conduzir tarefas em grupo.

De acordo com as publicações, os estudos foram conduzidos em escolas de educação especial frequentadas pelas crianças. Três das publicações não especificaram se foi usada uma sala especial para a realização dos experimentos, e dos outros seis artigos,

somente no trabalho de Escobedo et al (2013) os experimentos foram realizados na própria sala de aula das crianças (onde elas realizam suas atividades diárias); os outros cinco trabalhos utilizaram salas especiais para a condução das atividades.

2.2 Plataformas de interação

Cada pesquisa desenvolveu sua interação tangível de diferentes formas. Alessandrini, Cappelletti e Zancanaro (2014) fizeram o design de um papel aumentado por áudio que permite ao usuário gravar e reproduzir sons, usando códigos fiduciais como identificadores únicos dos papéis e de outros objetos que controlam o feedback de áudio. Sitdhisanguan et al (2008), Sitdhisanguan et al (2011) e Marco, Cerezo e Baldassarri (2013) usaram uma configuração *tabletop*, utilizando uma mesa com superfície de vidro, uma câmera web, espelho, projetor, um computador e os *tokens* que diferem na forma de serem reconhecidos pelo computador; os dois primeiros projetos incorporam *leds* infravermelho na parte inferior dos objetos, nesse caso o que diferencia um *token* de outro é a quantidade de leds em cada um; já, o terceiro, utilizou códigos fiduciais colados na parte inferior dos *tokens*, um exemplo de arranjo mais complexo que usa basicamente seis componentes físicos para construir o ambiente para interação. Farr et al (2010a) apresentaram um ambiente de brinquedos aumentados que é composto por três unidades de base (castelo, lago mágico e torre do dragão) conectadas de forma *wireless* a um computador e a alguns bonecos *playmobil* (personagens como um cavaleiro); as bases têm embutidas leitores RFID e antenas, que reconhecem quando um desses bonecos é colocado sobre ela, enviando um sinal ao computador para reproduzir um áudio específico. Escobedo et al (2013) criaram *tokens* muito sofisticados, capazes de vibrar, piscar luzes, gravar e reproduzir áudios, mover e até girar; chamados de *Things That Think* (T3); e para fazer tudo isso, embutiram em um cubo de plástico de 1,2" um acelerômetro, um alto-falante, um motor, um conjunto colorido de *leds* e um microfone; além disso, desenvolveram uma luva capaz de reconhecer um objeto T3 utilizando etiquetas RFID e que também foram embutidas nos T3. Westeyn et al (2012) projetaram uma interação tangível que é transparente à criança, objetivando reconhecer padrões de brincadeira que possam ajudar a analisar o desenvolvimento da criança e, para isso, incorporaram em brinquedos comuns três tipos de sensores: duas entradas analógicas de áudio, duas entradas capacitivas sensíveis a toque e um acelerômetro. Todos esses projetos desenvolveram a interação tangível utilizada nos experimentos; Villafuerte, Jordà e Markova (2012) usaram a *Reactable* (sistema *tabletop* para criação de música) para ajudar crianças autistas a desenvolverem habilidades sociais, e (Farr; Yuill; Raffle, 2010b) compararam grupos de crianças (com e sem autismo)

interagindo com Topobo (brinquedo de construção com memória cinética) e LEGOTM (brinquedo convencional de construção, constituído por várias peças coloridas para encaixe), para avaliar como a criança jogava cada um dos jogos, se de forma solitária ou em grupo.

2.3 Nosso trabalho

O estudo aqui reportado foi conduzido em um espaço de educação especial desde a sua concepção. O Magiblocks foi desenvolvido e incorporado à rotina de atividades de duas salas de aula frequentadas por crianças autistas, sem precisar que elas mudassem sua rotina de atividades (as atividades eram realizadas na própria sala de aula, e não em uma sala ou laboratório de informática), o que poderia ajudar a diminuir a ansiedade que eles podem sentir com mudanças de rotina, já que uma das principais características do autismo é a incapacidade de lidar com mudanças. Nesse ambiente o núcleo de autismo é composto por três salas de aula, uma para crianças mais novas (entre 2 e 4 anos) e outra para crianças mais velhas (entre 5 e 13 anos). Diferentemente de alguns dos trabalhos relacionados, não selecionamos um grupo específico de crianças para participar das atividades com o Magiblocks e o incluímos nas atividades diárias de todas as crianças das três classes. Contudo, depois de alguns dias de atividade, decidimos não prosseguir observando as classes das crianças mais novas, pois embora elas tenham sido diagnosticadas com autismo mais brando, a observação de seus comportamentos não permitiu diferenciá-las de crianças sem autismo.

3. O Magiblocks

O Magiblocks é uma solução tangível para atividade de reconhecimento de formas geométricas que utiliza o *Tablet* como plataforma para interação com objetos concretos. A atividade, inspirada em materiais utilizados na prática educativa com crianças autistas, consiste em uma sessão de 10 desafios, onde cada desafio é uma forma geométrica que é selecionada aleatoriamente e apresentada na tela do *Tablet*, seguida de um áudio e um texto com o nome daquela figura geométrica. O usuário deve selecionar a figura (objeto concreto) correspondente dentre as possíveis formas que estão ao seu dispor e sobrepô-la à imagem apresentada pelo *Tablet*. Foram desenvolvidos três níveis de dificuldade: o iniciante (apenas círculo, triângulo e quadrado podem ser selecionados para o desafio), o intermediário (acrescentados o retângulo, pentágono e hexágono às formas do nível iniciante) e o avançado (acrescentados o X, a estrela e o coração às formas do nível intermediário). Antes de iniciar a atividade, a educadora deve escrever o nome do aluno e selecionar a dificuldade que melhor se adequa à criança. Para podermos avaliar melhor

como foi a interação da criança com o Magiblocks, as seguintes informações sobre as sessões de interação foram armazenadas em uma tabela do banco de dados: nome do jogador, dificuldade da sessão, forma geométrica selecionada para o desafio, tempo que o aluno levou para posicionar corretamente a figura correspondente. A Figura 3.1 (a) ilustra um jogador interagindo com o Magiblocks.

Figura 3.1 - Jogador sobrepondo o círculo (a), *tokens* em fase de montagem (b) e *tokens* em fase final (c).



Fonte: Autores

Para que o *Tablet* fosse a plataforma de interação tangível, utilizamos o magnetômetro, que é um dispositivo capaz de medir a intensidade e direção do campo magnético ao seu redor; comumente encontrado embutido em dispositivos móveis como *Smartphones* e *Tablets*. Quando ativado, ele inicia um ciclo de leituras do campo magnético local, decompondo esse valor para três eixos de força ortogonais: X, Y e Z. Ele não reconhece quantidade de fontes magnéticas mas, sim, o resultado, isto é, a combinação das forças magnéticas que elas produzem. Foi utilizando o valor destes três eixos de força mensurados pelo magnetômetro que desenvolvemos a solução técnica no Magiblocks.

Inspirados pelos trabalhos de Bianchi e Oakley (2013) e Ketabdar, Yüksel e Roshandel (2010), realizamos o design de nove *tokens* para uma atividade tangível de reconhecimento de formas geométricas (Magiblocks). Utilizamos ímãs em forma de disco, sendo que seus polos magnéticos se encontram nas faces do disco. Os primeiros testes com os *tokens* foram feitos com as formas geométricas desenvolvidas com papel paraná, cada um dos *tokens* foi testado com uma configuração de ímãs que era modificada caso os valores que eles produzissem nos três eixos do magnetômetro entrassem em conflito com a configuração de outro objeto. Os *tokens* finais foram criados a partir de blocos de MDF (*Medium-Density Fiberboard*) cortados nas formas dos *tokens* e já com os devidos locais para inserção dos ímãs. A sua estrutura possui três camadas: a central, que é onde os ímãs são inseridos e mantidos nas posições de acordo com a sua configuração e, as externas, que fecham a central deixando o *token* com a aparência de um bloco único e sólido. A

Figura 3.1 (b) mostra a montagem do *token* do triângulo. As camadas externas foram fixadas na central utilizando cola artesanal, depois lixamos os *tokens* e pintamos de azul as partes laterais e superior e de branco a parte inferior, para indicar que esta deve ser utilizada para baixo. Criamos essa orientação dos *tokens* para diminuir as possibilidades de mau posicionamento de cada *token*, que deve ser reconhecido (uma vez que o quadrado, por exemplo, pode ser posicionado de quatro maneiras diferentes). A Figura 3.1 (c) mostra os *tokens* em seu estado final.

O algoritmo que implementa o Magiblocks começa com uma fase de calibragem, ou seja, ele ativa o magnetômetro e o deixa estabilizar com o campo magnético local. Uma vez estabilizado, cada eixo terá um valor, por exemplo: $X=10$, $Y=-15$ e $Z=30$; nesse momento estes valores são armazenados em variáveis que denominamos BaseX, BaseY e BaseZ, pois quando colocarmos algum *token* sobre o *Tablet*, o valor lido pelo magnetômetro mudará, e precisaremos desse valor Base para que possamos calcular as alterações que um *token* causa quando sobreposto ao *Tablet*. Essas alterações são calculadas como o valor Atual dos eixos menos o valor armazenado como Base de cada eixo. Denominamos o conjunto resultante dos valores obtidos para os três eixos (X,Y e Z) como "Assinatura" do *token*. Quando colocamos, por exemplo, o *token* do quadrado sobreposto à sua imagem mostrada no *Tablet*, os valores "Atuais" (os que estão sendo recuperados pelo magnetômetro em tempo real) poderiam mudar para, por exemplo: $X=34$, $Y=-44$ e $Z=44$, alterando conseqüentemente, os valores de Assinatura lidos naquele momento pelo magnetômetro, que seriam obtidos fazendo os seguintes cálculos:

- Assinatura_X = $X - \text{BaseX} = 34 - 10 = 24$;
- Assinatura_Y = $Y - \text{BaseY} = -44 - (-15) = -29$;
- Assinatura_Z = $Z - \text{BaseZ} = 44 - 30 = 14$.

Tabela 3.1 - Exemplo da Tabela de Assinatura de *tokens*.

Nome	Código	Assinatura_X	Assinatura_Y	Assinatura_Z
Círculo	1	6	-14	-32
Triângulo	2	-8	43	-17
Quadrado	3	-10	-28	7
Quadrado	3	25	-31	13

Fonte: Autores.

Usando valores pré-cadastrados das Assinaturas (conforme exemplifica a tabela 3.1), o algoritmo reconhece um *token* que seja sobreposto à sua imagem na tela do *Tablet*

verificando se, para cada entrada na tabela de Assinaturas, os valores atuais "Assinatura" são iguais aos valores pré-cadastrados na tabela de assinatura de *tokens*. Testes práticos mostraram que só isso não era suficiente, pois mesmo que o *token* estivesse exatamente sobreposto à sua imagem, os valores de assinatura poderiam ficar poucas unidades acima ou abaixo do cadastrado. Para solucionar essa questão, o algoritmo aceita uma margem de valores de Assinatura, que pode ser três unidades maior ou menor que o esperado. Os valores de assinatura mostrados em negrito na Tabela 3.1 já exemplificam esse caso, pois, para as Assinaturas calculadas previamente, as seguintes verificações seriam verdadeiras: $(25-3 \leq 24 \leq 25+3)$, $(-31-3 \leq -29 \leq -31+3)$ e $(13-3 \leq 14 \leq 13+3)$ e, deste modo, o algoritmo reconheceria o *token* do quadrado.

4. Estudo de caso - avaliação

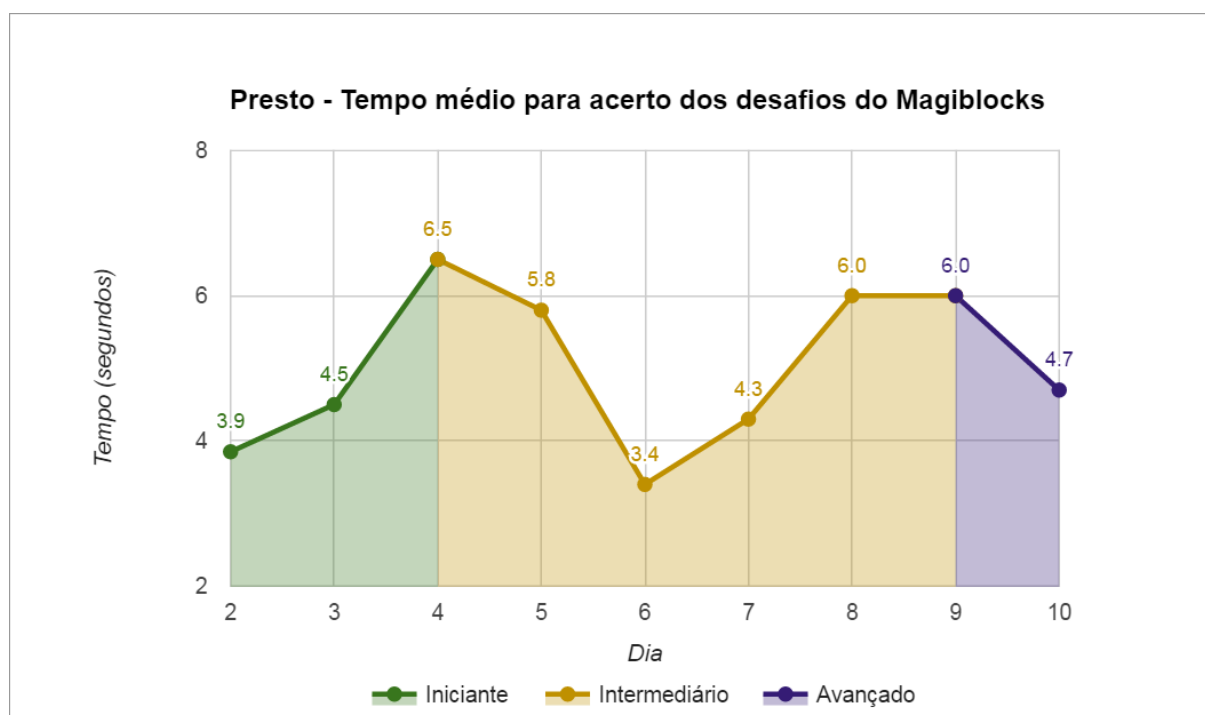
O sistema Magiblocks foi integrado às atividades de rotina de oito crianças que frequentaram um espaço de educação especial (onde a ideia do sistema foi concebida) no segundo semestre de 2015. Todas as crianças foram diagnosticadas com síndrome do espectro autista em nível moderado, e suas idades compreendiam o intervalo de 8 a 13 anos de idade. Das oito crianças, selecionamos duas para realizar um estudo de caso, pois dentre todas as crianças, estas duas representam casos extremos, tanto em relação a características pessoais, como em relação aos seus comportamentos durante a interação com o Magiblocks. O estudo de caso foi realizado observando, nos vídeos que registramos, os comportamentos das crianças enquanto interagiam tanto com o Magiblocks, quanto com as suas atividades tradicionais. As observações foram anotadas e caracterizadas, sendo que os principais aspectos investigados em ambos os casos foram o entendimento da lógica da atividade, diversão e interações sociais.

4.1 Presto

Presto (nome fictício) é um garoto de 13 anos, possui hemiparesia esquerda e deficiência visual parcial; apesar disso, se comunica com as professoras (diferentemente da maioria das outras crianças) e compreende bem suas instruções. Não possui experiência em interagir com *Tablets* e realiza as atividades mais avançadas se comparado às outras crianças. Durante 10 dias o Magiblocks fez parte da rotina de Presto. Nas suas primeiras interações pareceu que ele mais explorou o *Tablet* do que tentou cumprir as tarefas da atividade, mas logo entendeu o que precisava ser feito. A sua coordenação para posicionamento dos *tokens* melhorou rapidamente devido, talvez, à grande atenção e interesse que Presto demonstrou pela atividade. Em nenhum momento observamos Presto perder o interesse no Magiblocks, nem a necessidade de incentivá-lo a continuar a 'jogar';

as únicas intervenções que a sua educadora precisou realizar foram para ensiná-lo como jogar, ou para retirar o *Tablet* de sua mesa, já que sempre observamos sua disposição para continuar interagindo (Presto realizou em média 4,2 sessões por dia), mesmo depois de realizar as duas sessões diárias, como foi planejado originalmente para todas as crianças. A aleatorização das figuras geométricas cumpriu um papel importante, pois percebemos em várias ocasiões que Presto precisou raciocinar para descobrir qual peça devia ser sobreposta ao *Tablet*, principalmente quando ele começou a interagir com o 'jogo' no modo intermediário, que inclui peças semelhantes umas às outras (pentágono e hexágono). Observamos Presto se divertir, fazendo barulhos engraçados durante a interação com o Magiblocks, sorrindo e imitando a risada do Pateta (personagem da Disney), principalmente na última fase, onde ele interagiu com o sistema na dificuldade avançada. Ele também teve a iniciativa de começar a pronunciar o nome das formas geométricas, logo depois que o sistema as pronunciava, ele as ouvia e repetia enquanto colocava o *token* sobre o *Tablet*, sempre com muita atenção no que estava fazendo.

Figura 4.1 - Presto: Tempo médio para concluir os desafios do dia.



Fonte: Autores

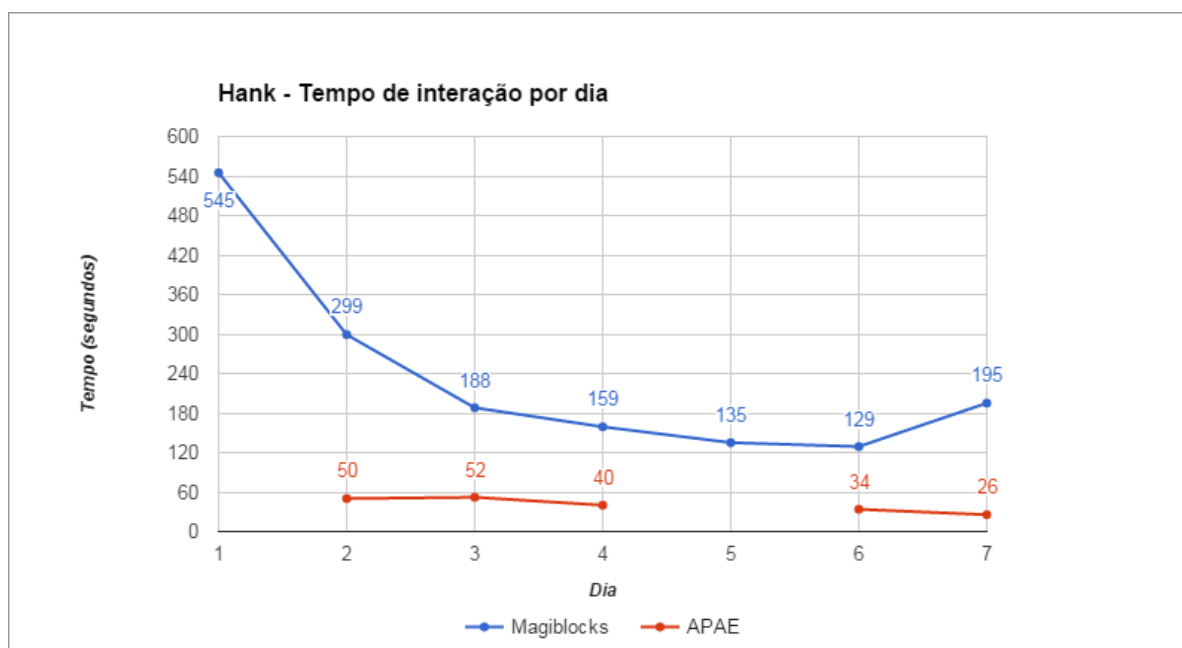
Obtivemos do banco de dados do Magiblocks, o tempo médio que Presto precisou para encontrar a solução para os desafios em cada um dos dias que ele interagiu com o sistema. A Figura 4.1 mostra o gráfico desses tempos médios, que ilustra como Presto

manteve a média, mesmo quando a dificuldade avançada foi inserida, talvez pelo seu ótimo entendimento da lógica do jogo; seu interesse e atenção sempre presentes permitiram que ele mantivesse o mesmo ritmo de acertos mesmo quando todas as nove peças foram disponibilizadas.

4.2 Hank

Hank (nome fictício) é um garoto autista de 8 anos de idade, não possui deficiência física e não presenciamos comunicação verbal de sua parte. Possui familiaridade com o *Tablet*, suas educadoras disseram que ele passa horas por dia montando quebra-cabeças no *Tablet* de sua casa. Levando isso em consideração, imaginamos que sua interação com o Magiblocks fosse mais natural; porém, a prática se mostrou muito diferente. As interações de Hank com o Magiblocks totalizaram 7 dias, devido a sua ausência em alguns dias na escola. O único dia em que Hank demonstrou diversão foi no primeiro dia, sorridente durante quase todo o tempo, e demonstrou gostar do som que o jogo fazia quando um acerto acontecia. Ao longo dos 7 dias de interação, percebemos cada vez mais um desinteresse e falta de vontade em realizar a atividade no *Tablet*; nos últimos dias, chegou ao ponto de ele tentar entregar o *Tablet* para a sua educadora como quem diz "não quero mais". Seu entendimento do 'jogo' foi de bom a razoável, ele sabia qual era a peça que deveria ser colocada, mas, na maioria das vezes, ele não se importava em ajustar a peça para sobrepor exatamente à imagem do *Tablet*, e isso não gerava um acerto. Sua reação mais comum foi apoiar a cabeça sobre as mãos e ficar olhando para o *Tablet*, esperando algo acontecer. Como ele conhecia a barra de navegação do *Tablet*, várias vezes ele tocou no botão "Home" para procurar outros jogos, sendo necessário que sua educadora interferisse e executasse de novo o Magiblocks.

Figura 4.2 - Hank: Tempo de interação por dia.



Fonte: Autores.

A sua interação social no período observado se resumiu a pedidos de ajuda à sua professora em alguns dos desafios que não conseguia completar, ou por ter colocado uma peça errada ou por colocar uma peça correta, mas fora de posição; ele fazia isso segurando a mão de sua educadora e a colocando sobre a peça que estava sobreposta ao *Tablet*. Para tentar entender o desinteresse de Hank pelo 'jogo', analisamos o tempo que ele gastou em média nos jogos tradicionais e o tempo que ele gastou interagindo com o Magiblocks por dia, e os resultados estão ilustrados na Figura 4.2. Podemos perceber como o tempo em que Hank interagiu com o Magiblocks era maior que o tempo gasto por atividade tradicional, e como esse tempo foi diminuindo ao longo do período. Uma interpretação possível para os valores desse gráfico é que a diminuição do tempo de interação decorre do desinteresse de Hank pela atividade que surgiu ou foi crescendo à medida que ele tentava abrir seus jogos de quebra-cabeça, o que não era permitido pela sua professora. Essa interpretação foi também a das suas educadoras, que em depoimento disseram que *"ele já tem os jogos que gosta de jogar, ... achamos que pode ser esse o fato causador de seu desinteresse e resistência"*. Observamos também o tempo gasto por ele nas atividades tradicionais: Hank não gasta mais que um minuto para resolvê-las, mas no Magiblocks ele gastava mais de 3 minutos nos três primeiros dias; esse maior tempo necessário para cumprir a tarefa pode ter contribuído para seu desinteresse.

4.3 Discussão

Os comportamentos observados nos estudos de caso foram opostos. No primeiro, vimos Presto interagir de forma interessada e mais intensificada com o Magiblocks, divertindo-se e sempre querendo continuar a interação, exatamente ao contrário de Hank, que cada vez mais demonstrava desinteresse e falta de vontade em continuar interagindo. Para obtermos uma visão mais ampla sobre o impacto do Magiblocks, tanto na rotina das crianças quanto na rotina das professoras, colhemos depoimentos de três das seis educadoras que acompanharam nosso trabalho, pedindo que descrevessem como foi para elas, usar o Magiblocks na rotina das crianças.

No depoimento, sobre a experiência de utilizar o Magiblocks nas atividades das crianças, elas disseram que *"foi muito interessante utilizar o Magiblocks com as crianças, é uma atividade de fácil entendimento para o educador e complementa as atividades já realizadas pelos alunos"*; isso já mostra um impacto positivo sob a ótica das educadoras; disseram também que algumas crianças *"entenderam perfeitamente o processo, facilitando assim o aprendizado das formas geométricas"*, o que mostra a facilidade de uso e eficácia de aprendizado. Contudo, como observado no caso de Hank, nem todas as crianças mostraram interações positivas com o Magiblocks, como relataram também as professoras: *"percebemos que trouxe mais ansiedade e menos vontade de realizar a atividade, que foi o caso de [Hank]"*. Elas também sugeriram o desenvolvimento de outras atividades sob a mesma plataforma do Magiblocks: *"poderiam ser criados novos jogos, para que possamos sempre apresentar novidades para as crianças, para que os mesmos não se desinteressem pelo jogo"*, aqui aparece também uma interpretação delas sobre um possível motivo para o desinteresse de Hank: interagir com o mesmo jogo. Elas ainda disseram que Presto *"é um aluno que gosta muito de aprender a cada dia"* e *"dentro de suas possibilidades já realiza suas atividades sozinho"*, o que pode também explicar o resultado positivo que observamos na sua interação com o Magiblocks.

O Magiblocks foi inspirado em atividades já realizadas no contexto dessas crianças no espaço educativo observado; porém, a viabilidade da solução técnica alcançada com a manipulação tangível sobre o *Tablet* nos encoraja a pensar em outros tipos de atividades que essa tecnologia pode implementar, ainda mais desafiadoras, por exemplo, envolvendo a interação em grupos de forma a potencializar processos de socialização.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Este artigo investigou o desafio de se construir tecnologia tangível a partir de *Tablets*, e apresentou o Magiblocks, um sistema tangível móvel direcionado a atividades de

reconhecimento de formas geométricas proposto em contexto educativo de crianças autistas. Explicamos o processo de design dos *tokens* e o funcionamento do seu algoritmo, contribuindo no aspecto técnico de sua solução. O sistema desenvolvido foi utilizado durante cinco meses em um espaço de educação especial. Realizamos atividades com 8 crianças nesse período e escolhemos duas delas com comportamentos e respostas diferentes ao uso do sistema, para reportar um estudo de caso mais detalhado. Os resultados são encorajadores especialmente no que se refere à solução tecnológica implementada nos *Tablets* para a manipulação de objetos concretos sobre ele; porém, desafiadores em termos da complexidade e das diferenças de comportamentos observados nas crianças autistas.

Considerando os resultados dos casos e os depoimentos das professoras, trabalhos futuros envolvem o desenvolvimento de novas atividades tangíveis, visando aprofundar a investigação sobre o interesse/desinteresse das crianças com esse tipo de tecnologia. Para isso, a análise de *logs* de uso do sistema pelas crianças poderá também ser útil. Além de estudar outras formas para se utilizar o *token* sobre o *Tablet*, por exemplo, a possibilidade de deslizar o *token* sobre a tela da esquerda para a direita e vice-versa, outra ideia para trabalhos futuros, é permitir que as professoras personalizem o áudio (por ex. para saudações). A seleção de áudios que sejam da preferência de cada criança pode possibilitar uma relação mais afetiva para a comunicação com as crianças durante interação na atividade. Ainda, essa mesma tecnologia pode ser pensada para o design de atividades onde o aspecto comunicativo se faça mais presente.

Agradecimentos

Agradecemos à APAE de Poços de Caldas, que nos possibilitou esta imersão em seu espaço educativo, especialmente à coordenadora do núcleo de autismo Raquel, por ter nos ajudado desde a concepção do projeto até a sua conclusão, e às professoras Mônica e Kika (sala 1), Gislene e Luciana (sala 2) e Wanda e Kelly (Sala 3) pelo trabalho com as crianças. Os autores agradecem também aos órgãos de fomento: CAPES# 01-P-4554/2013) e CNPq# 830510/1999-0 (bolsas de mestrado), e CNPq, # 308618/2014-9 (bolsa de pesquisa).

6. Referências

- ALESSANDRINI, A.; CAPPELLETTI, A.; ZANCANARO, M. Audio-augmented paper for therapy and educational intervention for children with autistic spectrum disorder. **International Journal of Human-Computer Studies**, 2014.
- BIANCHI, A.; OAKLEY, I. Designing Tangible Magnetic Appcessories. **International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction**, 2013.

ESCOBEDO, L.; IBARRA, C.; HERNANDEZ, J.; ALVELAIS, M.; TENTORI, M. Smart objects to support the discrimination training of children with autism. **Personal and Ubiquitous Computing**, vol. 17, n. 8, p. 1485-1497, 2013.

FARR, W.; YUILL, N.; HARRIS, E.; HINSKE, S. In My Own Words: Configuration of Tangibles, Object Interaction and Children with Autism. **International Conference on Interaction Design and Children**, 2010a.

FARR, W.; YUILL, N.; RAFFLE, H. Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions. **Autism: the international journal of research and practice**, XIV, 2010b.

ISHII, H. Tangible Bits: Beyond Pixels. **Anais**, Tangible and Embedded Interaction, 2008.

KETABDAR, H.; YÜKSEL, K. A.; ROSHANDEL, M. MagiTact: Interaction with Mobile Devices Based on Compass (Magnetic) Sensor. **International Conference on Intelligent User Interfaces**, 2010.

MARCO, J.; CEREZO, E.; BALDASSARRI, S. Bringing tabletop technology to all: evaluating a tangible farm game with kindergarten and special needs children. **Personal and Ubiquitous Computing**, Vol. 17, n. 8, 2013.

MOHER, D; LIBERATI, A; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D.G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, Vol. 6, n. 7, 2009.

SITDHISANGUAN, K.; CHOTIKAKAMTHORN, N.; DECHABOON, A.; OUT, P. Evaluation the Efficacy of Computer - Based Training Using Tangible User Interface for Low-Function Children with Autism. **Second IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning**, 2008.

SITDHISANGUAN, K.; CHOTIKAKAMTHORN, N.; DECHABOON, A.; OUT, P. Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children. **Springer-Verlag London Limited**, 3 Maio 2011. 143-155.

VARELLA, D. Dr. Drauzio Varella. **Site do Dr. Drauzio Varella**, 19 abr. 2011. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/crianca-2/autismo/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

VILLAFUERTE, L.; JORDÀ, S.; MARKOVA, M. S. Acquisition of Social Abilities Through Musical Tangible User Interface: Children with Autism Spectrum Condition and the Reactable. **Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)**, 2012.

WESTEYN, T. L.; ABOWD, G. D.; STARNER, T. E.; JOHNSON, J. M.; PRESTI, P. W.; WEAVER, K. A. Monitoring children's developmental progress using augmented toys and activity recognition. **Personal and Ubiquitous Computing**, Vol.16, n. 2, 2012.

YU, N.-H.; CHAN, L.-W.; LAU, S.-Y.; TSAI, S.-S.; HSIAO, I.-C.; TSAI, D.-J.; CHENG, L.-P.; HSIAO, F.-I.; CHEN, M. Y.; HUANG, P.; HUNG, Y.-P. TUIC: Enabling Tangible Interaction on Capacitive Multi-touch Display. **Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)**, 2011.