



**Universidade Estadual De Campinas  
Instituto de Computação**



**Kim Pontes Braga**

**Design e Desenvolvimento de Sistema de Interação  
Tangível e Estudo de Caso com Crianças Autistas**

CAMPINAS  
2016

**Kim Pontes Braga**

**Design e Desenvolvimento de Sistema de Interação Tangível e  
Estudo de Caso com Crianças Autistas**

Dissertação apresentada ao Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

**Orientadora: Profa. Dra. Maria Cecília Calani Baranauskas**

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pelo aluno Kim Pontes Braga e orientado pela Profa. Dra. Maria Cecília Calani Baranauskas.

CAMPINAS  
2016

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CAPES, 01-P-4554/2013; CNPq, 830510/1999-0

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica  
Maria Fabiana Bezerra Muller - CRB 8/6162

B73d Braga, Kim Pontes, 1989-  
Design e desenvolvimento de sistema de interação tangível e estudo de caso com crianças autistas / Kim Pontes Braga. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Maria Cecilia Calani Baranauskas.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação.

1. Interação humano-computador. 2. Design de interação. 3. Crianças autistas. 4. Interfaces tangíveis. 5. Tablet. I. Baranauskas, Maria Cecilia Calani, 1954-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Design and development of tangible interaction system and case study with autistic children

**Palavras-chave em inglês:**

Human-computer interaction

Interaction design

Autistic children

Tangible user interfaces

Tablet

**Área de concentração:** Ciência da Computação

**Titulação:** Mestre em Ciência da Computação

**Banca examinadora:**

Maria Cecilia Calani Baranauskas [Orientador]

Islene Calciolari Garcia

Vânia Paula de Almeida Neris

**Data de defesa:** 07-07-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Ciência da Computação



**Universidade Estadual De Campinas  
Instituto de Computação**



**Kim Pontes Braga**

## **Design e Desenvolvimento de Sistema de Interação Tangível e Estudo de Caso com Crianças Autistas**

### **Banca Examinadora:**

- Profa. Dra. Maria Cecília Calani Baranauskas  
IC/UNICAMP
- Profa. Dra. Islene Calciolari Garcia  
IC/UNICAMP
- Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris  
DC/UFSCar

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 15 de setembro de 2016

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Antonelli e Kênia, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando, guiando, incentivando e acreditando em mim. Esta não é uma vitória minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao amor e dedicação que vocês sempre tiveram por mim. Muito obrigado!

## Agradecimentos

À Profa. Dra. Maria Cecília Calani Baranauskas, por me acolher como seu aluno e me orientar com muita paciência e sabedoria.

À Raquel, coordenadora do núcleo de autismo da APAE de Poços de Caldas-MG, que abriu as portas da instituição para que este trabalho pudesse ser realizado; e às professoras Mônica, Kika, Gislene, Luciana, Wanda e Kelly, que participaram ativamente e sempre de forma positiva na rotina de trabalho com as crianças.

Aos meus colegas do grupo InterHAD, cujos conselhos e críticas construtivas ajudaram a concluir o trabalho com mais segurança e confiança.

Às instituições CAPES e CNPq por fornecerem a bolsa sem a qual este trabalho não se tornaria realidade.

A todas as pessoas que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho, meu agradecimento.

# Resumo

Pesquisa recente tem explorado o uso de tecnologias computacionais de interação tangível no tratamento de crianças com autismo, devido à sua facilidade de uso, maior nível de engajamento, menor esforço cognitivo e riqueza de estímulo. 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. Para tentar superar esta barreira, os *Tablets* têm sido uma alternativa para se promover interação tangível. O objetivo desta pesquisa é investigar a possibilidade de se criar uma interface tangível móvel para aplicações, que seja útil, simples e divertida no processo educativo de crianças autistas. Para isso, propusemos, desenvolvemos e avaliamos o uso do Magiblocks, um sistema para atividade de reconhecimento de formas geométricas no qual o usuário interage com um *Tablet* através de uma interface tangível. Um estudo de caso com duas crianças que frequentam a escola de educação especial onde a ideia do projeto foi concebida ilustra sua utilização. Os resultados obtidos sugerem que o Magiblocks possibilita um bom nível de imersão e engajamento, a ponto de a educadora não precisar intervir muitas vezes para que a criança realize a atividade. Este trabalho contribui nos aspectos técnicos, com a viabilidade do algoritmo que permite o reconhecimento de *tokens* através do uso de ímãs; nos aspectos acadêmicos e práticos, descrevendo a rotina das atividades das crianças com o Magiblocks, ao longo de cinco meses, mostrando a viabilidade de uma proposta diferente das levantadas na revisão de literatura envolvendo interfaces tangíveis e crianças com autismo e com potencial de benefício no uso real.

**Palavras-Chave:** Interação humano-computador, Design de interação, Computadores e crianças com autismo, Interfaces tangíveis, *Tablet*.

# Abstract

Recent research has explored the use of computer technologies in tangible interaction in the treatment of children with autism, due to its ease of use, higher level of engagement, less cognitive effort and wealth of stimulus. At the same time, technologies that promote this kind of interaction are usually complex configurations of physical devices, which represent a barrier to widespread use. To try to overcome this barrier, the Tablets have been an option to promote tangible interaction. The objective of this research is to investigate the possibility of creating a mobile tangible interface to applications that is simple, fun and useful in the educational process of autistic children. To do so, we proposed, developed and evaluated the use of Magiblocks, a system designed for an activity of recognition of geometrical forms where the user interacts with a Tablet through a tangible interface. A case study with two children that frequent the special school where the idea of the project was conceived, illustrates its use. The results suggest that the Magiblocks provides a good level of immersion and engagement, to the point that the teacher does not need to intervene many times for the child to perform the activity. This work contributes in the technical aspect, with the feasibility of the algorithm that allows recognition of *tokens* through the use of magnets; in the academic and practical aspects, describing the routine activities of the children with Magiblocks, showing a proposal different from those raised in the literature review, involving tangible interfaces and children with autism and with a real potential of beneficial use.

**Keywords:** Human-computer interaction, Interaction design, Autistic children and computers, Tangible user interface, Tablet.

## SUMÁRIO

1. Introdução e Objetivo .....	11
1.1 Método.....	12
1.1.1 Pesquisa-ação.....	12
1.1.2 Pesquisa Observacional.....	12
1.2 Organização da Dissertação .....	14
2. Estado da Arte .....	15
2.1 Questões de Pesquisa .....	15
2.2 Método de Revisão Bibliográfica.....	16
2.3 Análise dos Artigos Incluídos.....	18
2.3.1 Problemas Abordados .....	18
2.3.2 Participantes e Ambiente .....	20
2.3.3 Plataformas Utilizadas.....	21
2.3.4 Duração dos experimentos .....	22
2.3.5 Formas de Avaliação .....	23
2.4 Síntese Comparativa da Revisão de Literatura .....	24
2.4.1 Respostas.....	26
2.5 Outros Trabalhos Relacionados .....	27
2.6 Considerações Finais .....	31
3. Sistema de Interação Tangível: Magiblocks .....	34
3.1 Ideia base - Essência.....	34
3.2 Aspectos Técnicos .....	36
3.2.1 Magnetômetro .....	36
3.2.2 Tokens .....	38
3.2.3 Algoritmo de Reconhecimento .....	40
3.2.4 Detalhes de implementação .....	42
3.3 Perspectiva do Usuário.....	43
3.3.1 Configurações.....	43
3.3.2 Pré-jogo .....	46
3.3.3 Jogo .....	47
4. Estudo de Caso .....	50
4.1 Ambiente, Sujeitos e Prática .....	50
4.2 Método e Atividades .....	51
4.3 Participantes Neste Estudo de Caso.....	53

4.3.1 Presto .....	54
4.3.2 Hank .....	64
4.4 Depoimento das Professoras .....	76
4.5 Considerações Finais .....	77
5. Conclusões.....	80
5.1 Respondendo a Pergunta Inicial.....	81
5.2 Contribuições .....	82
5.3 Trabalhos Futuros.....	82
5.4 Considerações Finais .....	83
Referências.....	84
Apêndice I.....	86
Apêndice II.....	88
Apêndice III.....	89

# 1. Introdução e Objetivo

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição geral para um grupo de desordens complexas do desenvolvimento do cérebro; é permanente, acompanhando o indivíduo ao longo da vida. Pessoas com esse transtorno apresentam três características fundamentais: 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, consideradas tediosas e não atraentes pelas crianças com autismo (Sitdhisanguan, et al., 2008). Devido à complexidade desta desordem, o aprofundamento do seu estudo não faz parte do escopo deste trabalho.

Uma interface tangível (do inglês *Tangible User Interface (TUI)*) caracteriza-se pela possibilidade que um sistema oferece ao usuário, de interagir com conteúdo digital através da manipulação de objetos físicos (Ishii, 2008). Ela toma vantagem da nossa habilidade em manipulá-los, que é adquirida e desenvolvida naturalmente conforme crescemos (Sitdhisanguan, et al., 2011). Pesquisas recentes têm explorado o uso de tecnologias computacionais de interação tangível como uma atividade educativa para crianças com autismo, devido à 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 a ampla utilização desta forma de interação (BIANCHI e OAKLEY, 2013). Para tentar superar esta barreira, Bianchi e Oakley (2013) e Yu et al. (2011) mostram como os *Tablets* podem ser usados como uma alternativa para se promover interação tangível.

Neste contexto, fizemo-nos a seguinte pergunta: 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 as cuidadoras, aumentando o nível de engajamento das crianças na atividade proposta. Portanto, o objetivo geral desta

pesquisa é investigar a possibilidade de se criar uma interface tangível móvel para aplicações, que seja útil e divertida no processo educativo de crianças autistas. Objetivos específicos incluem conhecer o contexto educativo de crianças autistas, propor solução técnica que viabilize o uso de interação tangível via *Tablets* para desenvolver um sistema, observar e avaliar seu uso no contexto do estudo.

## 1.1 Método

Este trabalho adota a pesquisa qualitativa como método e, por isso, esta subseção descreve um pouco sobre conceitos da pesquisa qualitativa, com base em (Wainer, 2006). O Apêndice II ilustra o mapa conceitual criado durante o estudo desta referência.

Escolhemos esta forma de pesquisa por envolver um estudo mais aprofundado do sistema em seu ambiente de utilização, o que é importante considerando que o espaço onde o sistema será utilizado é o de salas de aula com alunos autistas. A pesquisa qualitativa se diferencia da quantitativa por se preocupar com variáveis que não podem ser medidas diretamente, mas sim observadas. De acordo com Wainer (2006), métodos qualitativos em Ciência da Computação caracterizam-se por um estudo aprofundado de um sistema no ambiente onde ele está sendo usado. Wainer (2006) ainda classifica a pesquisa qualitativa em dois grupos, a pesquisa observacional e a pesquisa-ação.

### 1.1.1 Pesquisa-ação

A pesquisa-ação tem como foco a modificação do ambiente onde ela atua. Seu resultado é uma descrição da tentativa de modificação (bem-sucedida ou não) de uma organização ou de um grupo, através da implantação de um sistema.

### 1.1.2 Pesquisa Observacional

Este subtipo da pesquisa qualitativa tem o objetivo de observar o ambiente em questão, sem necessariamente modificá-lo. Trabalha com variáveis que não podem ser medidas diretamente, mas observadas. Esta perspectiva pode ainda ser classificada como "Descritiva" quando busca descrever, de forma direta e objetiva, fatos e eventos de interesse.

Segundo Wainer (2006), a Pesquisa Observacional possui dois estilos: o estudo de caso e a etnografia. O estudo de caso objetiva descobrir, dentre outras coisas, valores, opiniões e atitude dos sujeitos. O pesquisador tem acesso a materiais formais da organização e sua interação com os sujeitos é curta e semi-formal. A etnografia, na computação, objetiva descobrir "o que as pessoas fazem". O pesquisador passa um longo tempo (meses) interagindo com os sujeitos, necessariamente suficiente para que os sujeitos se sintam confortáveis na presença do pesquisador e as observações atinjam sua saturação (todas as observações atuais já tenham sido observadas anteriormente).

A Pesquisa Observacional conta com alguns procedimentos que visam controlar ameaças à sua confiabilidade e validade:

- Amostragem fundamentada em teoria ou direcionada: seleção de amostras não aleatórias, buscando especificamente casos extremos;
- Separação de observação e de teorização: coleta de dados e teorização sendo feitas em momentos diferentes, ou seja, o pesquisador coleta todos os dados (observações) e depois reanalisa;
- Teoria fundamentada em dados (*grounded theory*): forma de análise que busca extrair dos próprios dados e padrões repetitivos dos dados as teorias que explicam tais dados.
- Triangulação: utilização de várias fontes para o mesmo fato. Numa visão mais moderna, consiste em buscar pelo menos duas formas/fontes para cada dado e análise de pesquisa. Pode-se usar mais de uma técnica de coleta de dados, por exemplo: análise de documentos e entrevistas, observações e questionários, ou mais de um observador observando o ambiente;
- Parceiro neutro: é a utilização de um pesquisador experiente não envolvido com a pesquisa para validar e/ou criticar as conclusões do pesquisador principal;
- Validação dos sujeitos: consiste em mostrar os dados coletados e/ou análise dos mesmos a alguns sujeitos da pesquisa, respeitando-se as questões éticas previamente combinadas.

Este trabalho empregou a "Amostragem fundamentada em teoria ou direcionada" para selecionar as crianças para o estudo de caso (os critérios de escolha estão detalhados no Capítulo 4); a coleta de dados (registro em vídeo) e sua respectiva análise foram feitas em momentos diferentes, o que se enquadra como "Separação de observação e teorização"; a "Triangulação" do trabalho é feita a partir dos dados registrados em vídeo e das informações sobre a interação das crianças

com o sistema proposto, que são armazenadas em seu banco de dados e utilizadas no estudo de caso (Capítulo 4).

## 1.2 Organização da Dissertação

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: o Capítulo 2 analisa o estado da arte sobre o uso de interfaces tangíveis como uma intervenção na terapia de crianças com autismo e apresenta cinco trabalhos nos quais os autores criaram interfaces tangíveis através de *Tablets*. No Capítulo 3, é descrito o processo de design e desenvolvimento do Magiblocks, bem como o seu funcionamento pela perspectiva do usuário. O Capítulo 4 contém o estudo de caso de duas crianças, ilustrando a utilização do projeto em uma sala de aula, e fornecendo dados empíricos para a avaliação do mesmo. Finalmente, o Capítulo 5 encerra a dissertação sintetizando respostas às questões de pesquisa, mostrando as conclusões obtidas a partir do trabalho realizado e as possibilidades de trabalhos futuros.

## 2. Estado da Arte

Este capítulo descreve a análise do estado da arte na área de pesquisa deste trabalho, abrangendo os seguintes pontos: as questões de pesquisa; a revisão sistemática de literatura, que buscou trabalhos envolvendo interfaces tangíveis e crianças com autismo; a revisão manual de literatura, que buscou trabalhos relacionados à viabilização de interfaces tangíveis através de dispositivos móveis; os dados extraídos dos artigos incluídos; e, finalmente, respostas da análise da literatura para as perguntas de pesquisa.

### 2.1 Questões de Pesquisa

Nos primeiros estudos e discussões desta pesquisa, surgiram as seguintes questões: "o que é uma interface tangível?", "como objetos físicos podem ser reconhecidos em um sistema computacional?", e "podemos construir uma interface tangível com uma infraestrutura mais simples que a do *tabletop*?". Para respondermos a essas perguntas e conhecermos mais sobre o assunto, fizemos uma pesquisa bibliográfica manual, o que despertou bastante interesse em desenvolvermos nosso trabalho a partir da interação via interfaces tangíveis.

No final do primeiro semestre do estudo, tivemos a oportunidade de visitar a APAE de Poços de Caldas - MG, onde conhecemos as atividades que as crianças realizam em sua rotina. Durante a visita nos fizemos o seguinte questionamento: "se pudéssemos criar uma atividade com a mesma temática (reconhecimento de formas geométricas, reconhecimento de cores, transposição de objeto, dentre outros), mas de uma forma mais lúdica para as crianças, faria alguma diferença?"; este questionamento foi a origem da ideia para o desenvolvimento do Magiblocks.

A partir deste ponto, começamos a pesquisar sobre o uso de interfaces tangíveis como intervenção no tratamento de crianças autistas. Nossa revisão sistemática utilizou como base, a descrição de uma revisão sistemática de literatura do segundo capítulo de Bittencourt et al. (2013), e o workflow do PRISMA, que é um conjunto mínimo de itens baseados em evidência para se reportar em uma revisão sistemática, e que ajuda pesquisadores a reportarem suas revisões e meta-análises (técnica desenvolvida para integrar os resultados de vários estudos sobre uma mesma questão).

Começamos a revisão com a seguinte questão de pesquisa:

- Como criar uma TUI que seja simples, atraente e útil no processo educativo de crianças autistas?

A partir dela, e levando em consideração algumas leituras preliminares sobre interfaces tangíveis, formulamos questões secundárias:

- Como as interfaces tangíveis são avaliadas como uma intervenção no tratamento de crianças com autismo?
- Como criar uma interface tangível através de um *Tablet*?
- As crianças se divertem interagindo com atividades desenvolvidas em TUI?

## 2.2 Método de Revisão Bibliográfica

Para buscar respostas a essas perguntas, realizamos uma busca nas seguintes bases de dados eletrônicas:

- ACM (3);
- IEEE (2);
- Science Direct (12);
- Scopus (12);
- Springer (14).

O critério da pesquisa foi conter os termos "*Tangible*" e "*Autism*" no abstract do artigo. O número de resultados retornados em cada biblioteca digital está representado entre parêntesis na lista acima.

Nas bases Scopus e Springer, precisamos utilizar um filtro especial, para selecionar somente os resultados que estivessem dentro da área da Ciência da Computação, que foram: "*Document type: Article; Subject Area: Social Sciences AND Computer Science*" e "*Content Type: Article; Discipline: Computer Science; Subdiscipline: HCI*", respectivamente.

Para filtrar e avaliar os resultados retornados, seguimos o fluxograma PRISMA (MOHER, LIBERATI, et al., 2009), disponibilizado na Figura 2.1.

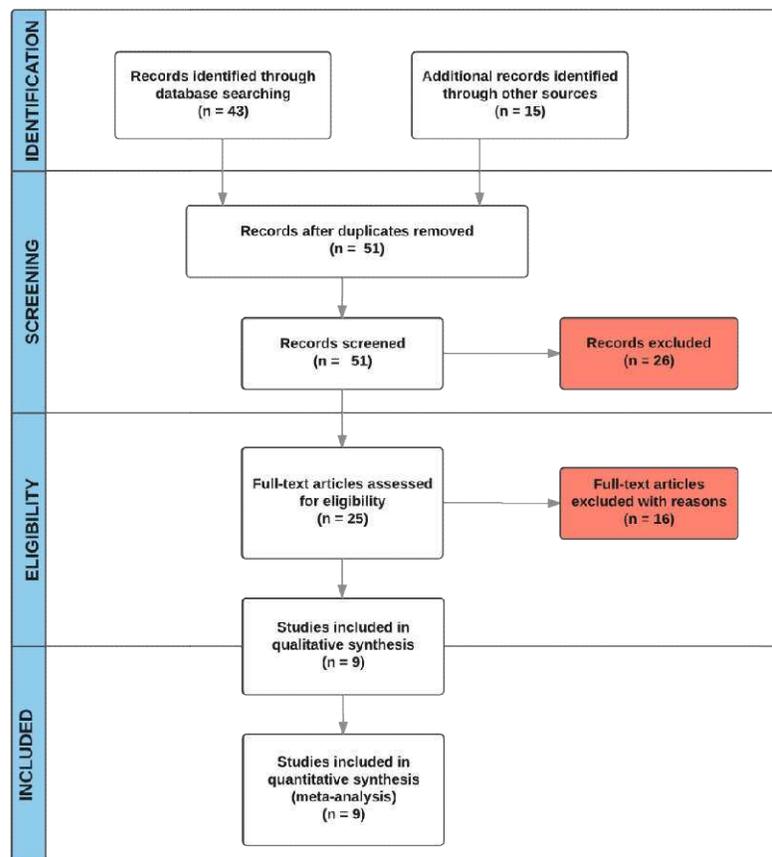


Figura 2.1 - Fluxograma PRISMA.

Este fluxograma é composto por quatro etapas:

1. **Identification:** etapa inicial, na qual entram todos os resultados das bases de dados, adicionando artigos que foram encontrados de outras formas, mas que para o pesquisador, podem ser relevantes. Os 15 artigos que compõem as 'outras fontes' são aqueles que nós já conhecíamos ou que haviam sido indicados por outros pesquisadores.
2. **Screening:** neste momento, as duplicatas dos artigos encontrados pela fase de identificação são excluídas, e os artigos que restam são verificados de forma rápida se estão dentro do tema da pesquisa.
3. **Eligibility:** os artigos que não foram excluídos pela etapa anterior passam por um estudo mais detalhado para verificar se estão ou não dentro do escopo da pesquisa. Os que estiverem dentro do escopo passam para a próxima etapa. Como a quantidade de artigos selecionados para esta fase (25 artigos) não foi muito grande, o único critério pré-definido de exclusão foi o de artigo que não tratasse do uso de interfaces tangíveis por crianças autistas. Dos dezesseis artigos excluídos, três o foram excepcionalmente por serem versões resumidas, ou praticamente iguais, de outros artigos que já haviam sido analisados pelo critério supracitado, e os outros doze o foram pelas seguintes razões: cinco tratavam sobre crianças autistas e telas de toque (*Tablet* ou

*tablet*); três sobre crianças autistas e software tradicional (mouse, teclado e monitor); três somente sobre interfaces tangíveis; um só sobre crianças autistas; e um por ser sobre interfaces tangíveis e crianças não autistas.

4. **Included:** etapa final. Aqui foram feitas a análise qualitativa e quantitativa dos artigos incluídos e estão descritas nas próximas seções.

## 2.3 Análise dos Artigos Incluídos

Para os nove artigos que foram incluídos pela revisão sistemática, foram analisados os seguintes aspectos: os problemas abordados, as características dos participantes e seu ambiente, se a análise dos dados obtidos pelos experimentos foi quantitativa e/ou qualitativa, e a organização do experimento em relação ao tempo. A motivação para essa análise era tanto conhecer a área de pesquisa, quanto usar essas informações como parâmetro, para conduzirmos esta pesquisa dentro dos padrões dos trabalhos da área.

### 2.3.1 Problemas Abordados

Os artigos que foram incluídos pela revisão, fazem referência aos seguintes problemas:

1. Interação social debilitada em crianças autistas;
2. Dificuldade de engajamento de crianças autistas nas atividades propostas;
3. Métodos convencionais de terapia são tediosos e não atraentes;
4. Acessibilidade das lições para crianças autistas;
5. Alta carga de trabalho de cuidadores;
6. Escassez de informações sobre os benefícios do uso de histórias sociais aumentadas por áudio no tratamento de crianças autistas;
7. Ausência da combinação dos benefícios pedagógicos de atividades educativas aumentadas e aprendizado co-localizado nas atividades de creche que utilizam computadores;
8. Desafios ao coletar e analisar vídeos para rastreamento do desenvolvimento de crianças autistas.

A Figura 2.2 mostra o gráfico com a proporção de cada problema tratado pelos artigos:



Figura 2.2 - Percentual dos problemas tratados pelos artigos selecionados.

Essa proporção entre os problemas abordados mostra uma maior preocupação dos autores em utilizar as interfaces tangíveis para estimular a interação social entre crianças autistas e o seu engajamento nas atividades propostas pelos educadores, o que é coerente com os problemas e desafios reais que elas enfrentam no dia a dia.

Os problemas 2 e 3, que juntos compõem 27,3% dos problemas, constituíram o foco desta pesquisa, e apesar de também terem sido abordados por Sitdhisanguan, et al. (2011), Sitdhisanguan et al. (2008) e Escobedo et al. (2013), o foco desses trabalhos fora diferente. Sitdhisanguan et al. (2011) focou na verificação da eficácia de aprendizado e facilidade de uso das interfaces tangíveis comparadas à tradicional (teclado, monitor e mouse) e touch (*Tablet*); Sitdhisanguan et al. (2008) na verificação da eficácia do aprendizado com a utilização de uma interface tangível comparada às atividades convencionais para crianças autistas, e Escobedo et al. (2013) na redução da carga de trabalho dos professores, ao mesmo tempo reduzindo problemas de comportamento das crianças autistas nas atividades escolares.

### 2.3.2 Participantes e Ambiente

Todos os trabalhos selecionados realizaram experimentos com crianças autistas (alguns deles também envolveram crianças em desenvolvimento típico). O critério de inclusão das crianças como participantes do estudo não foi especificado em todos os trabalhos (cinco); mas, dos que citaram (quatro), metade justificou a seleção somente de meninos, por representarem 75% da população com autismo, outro trabalho utilizou como parâmetro a capacidade da criança em compreender instruções verbais, e o último selecionou participantes que demonstravam interesse por tecnologia.

O mínimo de participantes em todos os trabalhos foi de 4 crianças, e o máximo de 20, com média de 12 crianças por projeto. Porém, os trabalhos que envolveram mais crianças separaram-nas em grupos menores, cada grupo alocado para a interação com um tipo de sistema ou modo de jogo diferente, ou utilizaram apenas uma delas para análise (originalmente eram 13 crianças). Nesses grupos, o número de crianças variou de 2 a 8. Todas as crianças estavam com idades entre 3 e 12 anos.

De acordo com os artigos, os experimentos foram realizados na instituição de ensino especial que as crianças frequentavam. Três deles não especificam se foi utilizada uma sala especial para a execução dos experimentos, dos outros seis, apenas um Escobedo et al. (2013) realiza os experimentos na mesma sala onde as crianças fazem suas atividades de rotina, os outros cinco utilizam salas especiais.

Nesse aspecto, o sistema tangível proposto neste trabalho deve possibilitar que a criança não saia da sua rotina na sala de aulas para realizar a atividade. O sistema deve ser incluído no conjunto de atividades que ela já está habituada a realizar diariamente em sua sala de aula. Isso pode ser uma característica importante, se levarmos em consideração que as crianças autistas têm dificuldade em lidar com mudanças, o pode tornar a realização de novas tarefas ou a visita a novos lugares, em algo muito estressante.

### 2.3.3 Plataformas Utilizadas

Nesta subseção resumimos o que foi utilizado para a construção das interfaces tangíveis em cada trabalho que foi selecionado na última fase (inclusão) da revisão de bibliografia (a Tabela 2.2 sintetiza características dos projetos encontrados):

- Sitdhisanguan et al. (2011) e Sitdhisanguan et al. (2008), utilizaram uma arquitetura *tabletop*, utilizando uma mesa com a superfície de vidro, espelho, câmera, projetor e os objetos tangíveis embutidos com tubos de LED. A identificação dos objetos foi realizada pela quantidade de tubos em cada objeto, que é capturada pela câmera. Escolheram essa forma de identificação para que os objetos não precisassem ter um fundo liso;
- Alessandrini et al. (2014) utilizaram uma câmera de vídeo embutida em uma luminária, que foi posicionada na mesa sobre os papéis e entre as caixas de som. Esses papéis possuem códigos impressos para identificação e controle do áudio, que deve ser reproduzido pelas caixas de som. Quando o usuário (criança ou terapeuta) obstrui a visão da câmera determinado código de controle impresso no papel, o sistema entende que o som associado àquele papel deve ser reproduzido. Esta interface foi projetada para que a parte computacional se tornasse invisível ao usuário;
- Farr et al. (2010a) criaram o seu jogo (*Augmented Knights Castle*) de interação tangível utilizando um *laptop*, bonecos *playmobil* e três bases de interação (um lago mágico, uma torre e um castelo). Essas bases eram embutidas com leitores RFID e antenas. Para interagir com essas bases, bonecos *playmobil* foram embutidos com etiquetas RFID, de modo que quando um desses bonecos *playmobil* era posicionado sobre uma das bases, a base reconhecia o boneco e enviava a informação para o *laptop*, que reproduzia um áudio;
- Escobedo et al. (2013) desenvolveram o *Things That Think* (ou T3), que são cubos de plástico que incorporam: uma matriz de LED, um alto-falante, um painel de configuração, uma etiqueta de RFID e um acelerômetro. Além disso, o trabalho desenvolveu a Luva RFID, que incorpora um leitor de RFID e dois LED, um azul e um vermelho, representando os estados "aguardando" e "lendo" do leitor RFID da luva. Essa luva é utilizada pela educadora, realizando o reconhecimento dos T3s que são entregues pela criança para a professora e registrando os eventos no *log* do sistema.
- Marco et al. (2012) utilizaram uma arquitetura parecida com Sitdhisanguan et al. (2011) e Sitdhisanguan et al. (2008), que foi: uma mesa com a superfície de vidro, uma câmera USB infravermelho, brinquedos (*tokens*), códigos fiduciais (ligados aos *tokens*), um monitor, um *notebook* (executando o software de reconhecimento de *tokens* e exibição do jogo) e um projetor. A ideia do jogo, que se chama NIKVision, é utilizar os *tokens* sobre a mesa, que

possui uma imagem refletida pelo projetor do cenário do jogo, o monitor vai reproduzir as jogadas graficamente, e a câmera captura os movimentos realizados com os *tokens*.

- Westeyn et al. (2011) criaram uma interface tangível focando no reconhecimento de determinados comportamentos durante a brincadeira. Para isso, os brinquedos (*tokens*) são embutidos com duas entradas de som analógicas, que detectam movimento, som e toque; outras duas entradas capacitivas sensíveis a toque, e um acelerômetro. Esses *tokens* foram projetados para reconhecer as seguintes manipulações: apertar, explorar, chacoalhar, rolar, desmontar objetos de LEGO™, montar, jogar, empilhar, aninhar objetos e ações iniciais de imaginação;
- Villafuerte et al. (2012) utilizaram a Reactable, um instrumento musical eletrônico que permite aos seus usuários, criar sons a partir de uma interface tangível em forma de *tabletop*. Reactable é desenvolvido por um grupo de pesquisadores da Universidade Fabra Pompeu, em Barcelona. Esse instrumento musical (Reactable) foi utilizado para validar a hipótese "O uso colaborativo do Reactable melhora as habilidades sociais das crianças com síndrome do espectro autista";

Farr et al. (2010b) utilizaram o Topobo, um brinquedo de construção com memória cinética, capaz de gravar e reproduzir movimentos. Este projeto avaliou o potencial do Topobo para auxiliar a interação social em crianças com autismo. Para isso, foram registradas tanto as interações das crianças com o Topobo quanto com um conjunto de peças LEGO™, e os resultados obtidos foram comparados. A partir destes trabalhos, aprendemos várias possibilidades de criação de interfaces tangíveis, sendo que a maioria cria os próprios artefatos utilizados na interação. Seguindo esta mesma ideia, escolhemos criar nossos *tokens* utilizando ímãs, devido às vantagens que serão explicadas na seção 2.5.

#### 2.3.4 Duração dos experimentos

A duração dos experimentos não foi especificada em todos os trabalhos. Dos quatro artigos que definiram um tempo total de interação das crianças com o sistema, o que especificou o menor tempo foi de 40 minutos e o de maior tempo foi de 150 minutos. Dois dos artigos só citam a quantidade de sessões que cada criança participou, que variou de seis sessões em um trabalho, e uma única sessão de interação em outro (este estudo também envolveu crianças sem autismo de outras duas instituições, mas não especificou a duração das atividades nestas instituições). Dos outros três trabalhos, um deles não especifica o tempo de

interação, outro só quantifica o tempo total de gravação das atividades com todas as crianças (que foi de 56 horas no total), e o último só realiza a análise completa do *dataset* (conjunto de dados registrados sobre o comportamento da criança) de uma das 13 crianças que participaram do experimento; a justificativa oferecida é a natureza laboriosa e de alto consumo de tempo requerido na avaliação da teoria fundamentada em dados. Em termos de duração total dos experimentos, o mais longo foi realizado durante sete semanas, e o mais curto em um único dia.

Tabela 2.1 - Síntese das durações dos experimentos

O que foi medido/registrado	Duração	Quantidade de trabalhos que utilizaram esta medida
Tempo total de interação das crianças com o sistema	40-150 minutos	4
Quantidade de sessões que cada criança participou	1-6 sessões	2
Não especifica o tempo de interação	-	2
Tempo total de gravação das atividades com todas as crianças	56 horas	1

### 2.3.5 Formas de Avaliação

Os trabalhos envolveram tanto avaliações quantitativas quanto qualitativas, sendo utilizadas na maioria deles, ambas as formas de avaliação. A Figura 2.3 exhibe as porcentagens das formas utilizadas nesses nove trabalhos.



Figura 2.3 - Percentual das formas de avaliação.

O gráfico exibido pela Figura 2.3 mostra que a avaliação qualitativa em pesquisas que envolvem interfaces tangíveis e crianças com autismo ainda é menos usual que as quantitativas.

As avaliações quantitativas envolveram a **ANOVA** (análise de variância, usada para decidir se os resultados obtidos para os grupos de participantes representam o impacto, ou não, do sistema, ou se são casuais, ou seja, específicos para o grupo), **D'Mello Score** (usado para calcular a probabilidade da criança sair de um estado de jogo para outro, considerando que ela estava no primeiro), **Two-Sample T-Test** (similarmente ao ANOVA, este teste estatístico é usado para comparar se a diferença nos valores médios obtidos para cada grupo é significativa ou se é aleatória) e tabelas comparativas contendo valores observados para a variável de interesse.

As avaliações qualitativas foram feitas na forma de descrição dos fatos ocorridos durante os experimentos e a interpretação dos pesquisadores sobre eles, depoimentos e entrevistas com os professores das crianças, e análise de vídeos buscando diversão e engajamento.

Este trabalho realizou uma avaliação qualitativa do uso do Magiblocks na rotina das crianças autistas e, portanto, se enquadra na categoria que menos foi utilizada pelos trabalhos que relacionam TUI com crianças com autismo.

## 2.4 Síntese Comparativa da Revisão de Literatura

Os trabalhos que a revisão sistemática de literatura encontrou possuem algumas características que foram comparadas com as do Magiblocks (sistema proposto e desenvolvido neste trabalho). Estas características são a **mobilidade**, que é a capacidade de um sistema ser transportado de um local a outro facilmente; o **registro automático de informações**, que no nosso caso foram: o nome da criança; a dificuldade que o jogo estava sendo utilizado; a forma geométrica que foi aleatorizada em cada desafio; e o tempo que a criança precisou para posicionar corretamente o *token*; e, por último, se o **cenário de uso é integrado à sala de aula**, ou seja, se o sistema pode ser utilizado na sala de aula padrão das crianças, ou se foi preciso levá-las a uma sala especial para interagir com o sistema do trabalho.

A Tabela 2.2 mostra a comparação entre os trabalhos encontrados pela revisão sistemática (revisão de literatura que buscou os trabalhos que relacionam TUI e crianças com autismo) juntamente com o Magiblocks nessas três características:

Tabela 2.2 - Comparativo entre os projetos encontrados e o Magiblocks.

Referência	Projeto	Mobilidade	Registro automático de informações	Cenário de uso integrado à sala de aula
Sitdhisanguan et al. (2011)	Comparative TUI-Touch-WIMP			
Sitdhisanguan et al. (2008)	Comparative TUI-Tradicional (cartas)			
Alessandrini et al. (2014)	Audio-Augmented Paper		x	
Farr et al. (2010a)	Augmented Knights Castle (AKC)	x	x	
Escobedo et al. (2013)	<b>Things That Think (T3)</b>	x	x	x
Marco et al. (2012)	NIKVision		x	
Westeyn et al. (2011)	Child's Play		x	
Villafuerte et al. (2012)	Reactable as activity			
Farr et al. (2010b)	Topobo vs. LEGO	x		
	<b>Magiblocks (sistema proposto)</b>	x	x	x

Na Tabela 2.2 podemos ver que apenas um dos sistemas da literatura e o Magiblocks apresentam essas três características. Sendo **móvel**, esperamos que seja fácil mesclá-lo com as atividades rotineiras das crianças; com o **registro automático de informações**, acreditamos que isso possa ajudar a visualizar o progresso da criança durante o tempo que ela realiza a atividade; e o **cenário de uso integrado à sala de aula** ajuda na medida em que a criança não precisa sair do ambiente que está habituada a realizar atividades. Esta característica é importante, pois, já que os autistas têm dificuldade em lidar com mudanças, uma simples mudança de ambiente para realizar a atividade pode causar, em teoria, um alto nível de estresse. Contudo, apesar de ambos apresentarem as três características supracitadas, o Magiblocks e o T3 se diferem nos design dos *tokens* e na plataforma utilizada para interação. Enquanto o T3 cria seus *tokens* incorporando vários componentes (array de LEDs, alto-falante, etiqueta RFID, painel de configuração)

em um cubo de plástico, que é então incorporado em outros objetos e reconhecido (através de RFID) pela luva especialmente criada para isso, os *tokens* do Magiblocks foram criados já com os objetos alvo para a interação (blocos em MDF das formas geométricas), embutidos com configurações diferentes de ímãs, que são reconhecidos pelo aplicativo do *Tablet* após devido cadastro e calibração (estas características serão explicadas no Capítulo 3).

#### 2.4.1 Respostas

As revisões de literatura realizadas sugerem as seguintes respostas para as perguntas de pesquisa que nos fizemos na subseção 2.1 deste capítulo:

Pergunta: Como as interfaces tangíveis são avaliadas como uma intervenção no tratamento de crianças com autismo?

Resposta: Todos os trabalhos registraram os experimentos em vídeo. A maioria dos trabalhos (66,7%) utilizou tanto métodos qualitativos quanto quantitativos para a avaliação dos resultados dos experimentos, 22,2% utilizaram somente métodos quantitativos e 11,1% somente métodos qualitativos. De forma geral, os métodos qualitativos envolveram principalmente observações, entrevistas e análise/codificação dos vídeos, enquanto os métodos quantitativos utilizaram ANOVAs (análise de variância), D'Mello Score (usado para calcular a probabilidade da criança sair de um estado de jogo para outro, considerando que ela estava no primeiro), Two-Sample T-Test (similarmente ao ANOVA, este teste estatístico é usado para comparar se a diferença nos valores médios obtidos para cada grupo é significativa ou se é aleatória), tabelas comparativas de pré e pós teste. Todos estes testes visaram avaliar o software desenvolvido pela pesquisa, e/ou reconhecer eventos que indicassem a solução do problema proposto pela própria pesquisa, que na maioria das vezes era auxiliar as crianças autistas a desenvolverem habilidades de interação social. Entretanto, a prática de avaliação em contextos reais de atividades escolares dessas crianças ainda é pouco usual, considerando que apenas um dos nove trabalhos utilizou o seu sistema nesse contexto.

Pergunta: Como criar uma interface tangível através de um *Tablet*?

Resposta: Cinco trabalhos que mostram interfaces tangíveis criadas através de um *Tablet* foram encontrados: Magnetic Appcessories, que utiliza *tokens*

com ímãs embutidos; TUIC, que cria *tokens* que simulam o toque do dedo do usuário, tanto de forma estática, quanto por frequência; MagiTact, que reconhece movimentos que o usuário realiza próximo ao dispositivo, requerendo apenas que o usuário utilize um ímã; GaussBricks, que também utiliza *tokens* com ímãs, mas, diferentemente do Magnetic Accessories, o reconhecimento não utiliza o magnetômetro que é embutido no *Tablet*, mas sim uma placa com sensores magnéticos que é acoplada atrás do dispositivo; e Portico, que faz uso de duas câmeras acopladas ao *Tablet* e um algoritmo de visão computacional para rastrear e reconhecer os *tokens*. Contudo, os aspectos técnicos/tecnológicos envolvidos na criação de tais sistemas nem sempre eram explicitados ou eram complexos para o cenário de uso que pretendíamos criar.

Pergunta: As crianças se divertem interagindo com atividades desenvolvidas em TUI?

Resposta: Em sete dos nove artigos, os autores usam entusiasmo, diversão, excitação, alegria e/ou facilidade quando caracterizam a interação das crianças com os seus sistemas tangíveis. Alessandrini et al. (2014) relataram que as crianças ouvirem as suas próprias vozes durante as atividades, as tornou mais fáceis e divertidas para as crianças. Escobedo et al. (2013) também relataram que a atividade realizada com as crianças foi além de fácil e divertida, cativante. Marco et al. (2012) afirma que a diversão está relacionada com a usabilidade: ela não pode ser muito fácil nem muito difícil, ela precisa encontrar um meio termo para promover diversão de forma apropriada. Para Marco et al. (2012), a diversão e engajamento foi um foco da pesquisa, suas evidências foram registradas em vídeo e percebidas na forma de risadas e expressões de diversão, sempre relacionadas com as animações em 3D e os sons que a aplicação reproduzia.

## 2.5 Outros Trabalhos Relacionados

Além dos trabalhos que foram selecionados pela revisão bibliográfica, existem outros trabalhos que são fortes referências para esta pesquisa, mas que não apareceram na revisão automática por não envolverem crianças com autismo, somente a criação de interfaces tangíveis através de dispositivos móveis. São trabalhos que desenvolveram formas de interação tangível utilizando *Tablets* como

plataforma de interfaces tangíveis. Os próximos parágrafos resumem brevemente cada um deles.

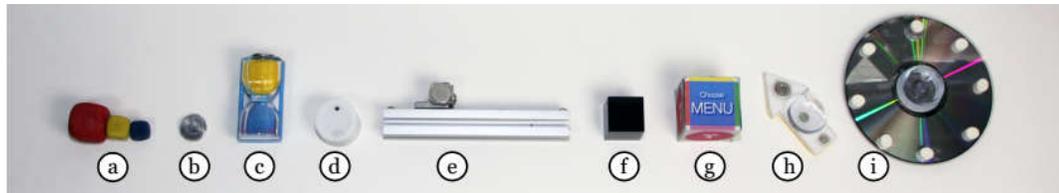


Figura 2.4 - Os *magnetic appcessories* que suportam as interações: (a) identificação, (b,c) orientação/giro, (d) giro contínuo, (e) movimento linear, (f) posição, (g) seleção de comando, (h) giro discreto, (i) orientação do dispositivo.

Fonte: (Bianchi, et al., 2013)

Tangible Magnetic Appcessories (Bianchi, et al., 2013) (Figura 2.4) explora diferentes formas de se criar interações tangíveis com aplicativos desenvolvidos para *Tablets*. O sistema utiliza leituras do magnetômetro do dispositivo para realizar o reconhecimento de oito tipos de interação: identificação, orientação, posição, giro discreto, movimento linear, giro contínuo, seleção de comando e orientação do dispositivo. Cada *token* foi confeccionado utilizando-se ímãs de diferentes intensidades magnéticas. O autor deixa claro as limitações dessa abordagem: somente alguns *tokens* podem ser utilizados por vez (já que os vetores de intensidade magnética percebidos pelo magnetômetro são cumulativos); sensibilidade a campos magnéticos externos; e a variabilidade da sensibilidade de hardware entre os dispositivos móveis. Porém, algumas vantagens de se utilizar ímãs como identificadores de *tokens* também são destacadas: são baratos, robustos, estão disponíveis em uma grande variedade de formas, são completamente passivos (não necessitam de pilhas ou baterias), não degradam com o tempo e seus campos magnéticos praticamente não sofrem obstrução.



Figura 2.5 - MagiTact: Usuário interagindo com o dispositivo móvel pelos ímãs.  
Fonte: (Ketabdar, et al., 2010)

MagiTact (Ketabdar, et al., 2010) descreve uma outra forma de interação com dispositivos móveis denominada “interação em volta do dispositivo” (do inglês *Around Device Interaction (ADI)*). Nela, o espaço que o usuário pode interagir com o dispositivo móvel é estendido (Figura 2.5). Utilizando ímãs em formatos específicos, podemos fazer gestos grosseiros no espaço tridimensional ao redor do dispositivo, estes gestos interferem no campo magnético que é percebido pelo magnetômetro, gerando um padrão temporal que serve como uma entrada para o sistema, permitindo que se programe uma resposta para aquele determinado gesto que o usuário fez ao redor do dispositivo com aquele ímã.

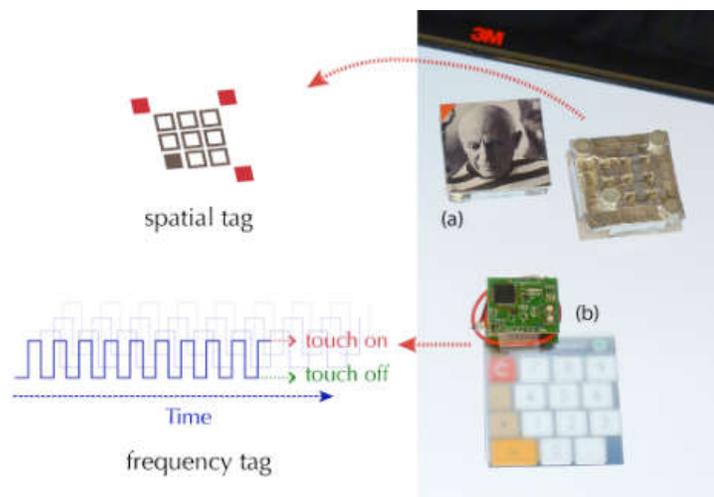


Figura 2.6 - TUIC: *Token* design e as formas de identificação.  
Fonte: (Yu, et al., 2011)

TUIC (Yu, et al., 2011) permite interação tangível através de *tokens* que simulam o toque do dedo do usuário na tela capacitiva de dispositivos multi toque (Figura 2.6). Os *tokens* são identificados utilizando três técnicas: espacial, por

frequência ou ambas. A espacial simplesmente simula toques codificados em disposição espacial, criando diferentes códigos, porém é preciso que o *token* seja um pouco maior, para que cada toque seja reconhecido de forma correta. A por frequência utiliza circuitos de modulação para gerar toques em frequências distintas. Este tipo de codificação de *token* requer menos toques, permitindo que *tokens* menores sejam criados. A codificação que utiliza as duas formas é utilizada para criar *tokens* pequenos que podem ser movimentados e rotacionados sobre a tela capacitiva.



Figura 2.7 - GaussBricks: Sistema de construção de blocos magnéticos, (a) GaussBricks sendo utilizado na construção interativa sobre (b) dispositivos móveis e (c) rede de sensores magnéticos.

Fonte: (Liang, et al., 2014)

GaussBricks (Liang, et al., 2014) também promove a interação tangível utilizando as propriedades magnéticas de ímãs (Figura 2.7). Os *tokens* foram projetados para serem conectados uns aos outros, permitindo que o usuário construa formas e objetos, e os utilize para interagir com aplicações. Para reconhecer esses objetos construídos pelos usuários, o trabalho desenvolveu uma rede de sensores magnéticos, que é posicionada atrás do dispositivo portátil, capaz de monitorar vários *tokens* sobre o dispositivo móvel simultaneamente. As contribuições deste trabalho envolvem a possibilidade que vários *tokens* sejam não só manipulados e reconhecidos sobre a tela do dispositivo móvel, mas conectados, permitindo a construção interativa, estável e configurável, de uma grande variedade de objetos em tempo real.

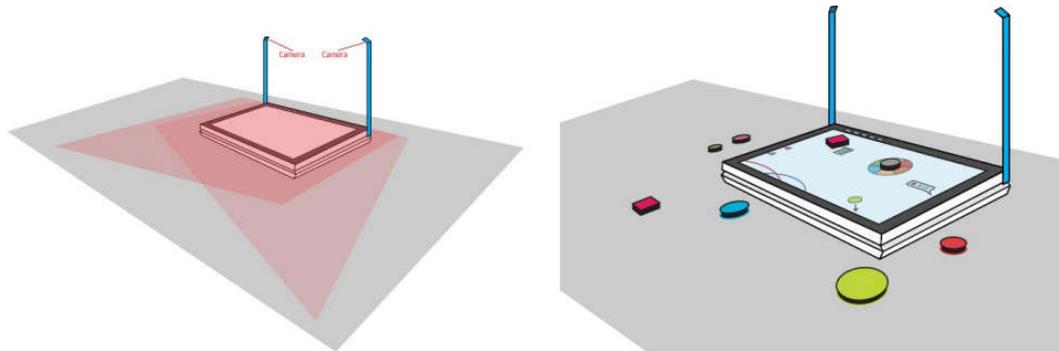


Figura 2.8 - Portico: ilustração do sistema.

Fonte: (Avrahami, et al., 2011)

Portico (Avrahami, et al., 2011) envolve hardware e software para criar um sistema que permite que aplicações com interação tangível sejam desenvolvidas (Figura 2.8). A parte de hardware envolve o uso de duas câmeras acopladas a suportes retráteis, essas câmeras ficam posicionadas sobre o *Tablet* e capturam imagens tanto do *Tablet* como da área ao seu redor, permitindo que uma área até seis vezes maior que o *Tablet* possa ser utilizada na interação com a aplicação. A parte de software envolve um sistema de visão computacional, que é responsável pelo reconhecimento de objetos sobre e ao redor do *Tablet*; e um sistema de saída, que é responsável por fazer a conexão entre o sistema de visão computacional e a aplicação, fornecendo mecanismos para que essa aplicação visualize e represente os *tokens* reconhecidos pelo sistema de visão computacional. O trabalho ainda envolve o desenvolvimento de quatro aplicações utilizando o Portico, que servem como prova de conceito. Testes informais com essas aplicações foram realizadas com duas crianças, que demonstraram entusiasmo para interagir com o sistema e gostaram muito da experiência.

## 2.6 Considerações Finais

A revisão de literatura buscou de forma sistemática, artigos sobre o uso de interfaces tangíveis no tratamento de crianças com autismo. Analisamos, nos nove artigos selecionados por essa revisão (ver tabela 2.2), o problema, os participantes e seu ambiente, as plataformas utilizadas para promover a interação tangível, o tempo utilizado nos experimentos, e os métodos de avaliação dessas plataformas.

Nossa análise percebeu uma maior preocupação em promover a interação social das crianças autistas e auxiliar na dificuldade de engajamento nas atividades convencionais.

O principal critério para inclusão de participantes nos experimentos foi o fato de serem meninos por representarem 75% da população autista, porém os seguintes critérios também foram utilizados: capacidade de compreender instruções verbais; interesse por tecnologia, e crianças que, segundo seus professores, apresentariam desafios para interação social. Vale lembrar que somente quatro dos nove trabalhos apresentaram critérios de inclusão dos participantes no experimento.

As plataformas que os sistemas utilizam para permitir a interação tangível foram muito variadas e distintas, como: as configurações de *Tabletop* que envolvem muitos objetos físicos, mostradas por Sitdhisanguan et al. (2008), Sitdhisanguan et al. (2011) e Marco et al. (2012); a criação de dispositivos que incorporam vários sensores e aparatos por Escobedo et al. (2013) e Westeyn et al. (2011); bonecos playmobil com castelo, torre e lago mágico, todos integrados com reconhecimento de RFID e comunicação com um laptop via wireless por Farr et al. (2010a); papéis aumentados com áudio, onde a interação com computador é transparente ao usuário por Alessandrini et al. (2014); e até plataformas comerciais como Reactable por Villafuerte et al. (2012) e Topobo por Farr et al. (2010).

Dos trabalhos que especificaram o tempo de interação, o tempo total de interação das crianças com o sistema foi de no mínimo 40 minutos e no máximo 150 minutos, e em termos de duração total dos experimentos, o mais longo foi realizado durante sete semanas, e o mais curto em um único dia.

Comparamos três características (mobilidade, registro automático de informações e cenário de uso integrado à sala de aula) entre nosso sistema e os sistemas encontrados pela revisão de literatura, e percebemos que apenas um deles, juntamente com o nosso, possui as três características.

Além da revisão sistemática, uma revisão manual de literatura foi realizada com o objetivo de encontrar trabalhos que descrevessem o uso ou a construção de interfaces tangíveis em *Tablets*. Essa revisão encontrou cinco outros trabalhos, cada um com uma proposta diferente de criação de interfaces tangíveis

sobre um *Tablet*, desde *tokens* que simulam o toque do dedo de um usuário e *tokens* embutidos com ímãs, até um sistema de visão computacional.

Com o design e desenvolvimento do Magiblocks, pretendemos viabilizar uma interação tangível móvel mais simples, mas que também promova diversão e engajamento como reportado por Sitdhisanguan et al. (2011), Escobedo et al. (2013) e Marco et al. (2012). Inspirados por Bianchi et al. (2013) e Ketabdar et al. (2010), que mostraram a capacidade que o magnetômetro (sensor capaz de representar o campo magnético a seu redor em três eixos de força) possui para reconhecer *tokens* embutidos com ímãs e gestos feitos próximos a ele, escolhemos utilizar um *Tablet* como plataforma para a interação tangível do Magiblocks. Contudo, nenhum dos trabalhos explicita detalhes técnicos sobre o algoritmo de reconhecimento, que é uma das contribuições deste trabalho e está detalhada no Capítulo 3.

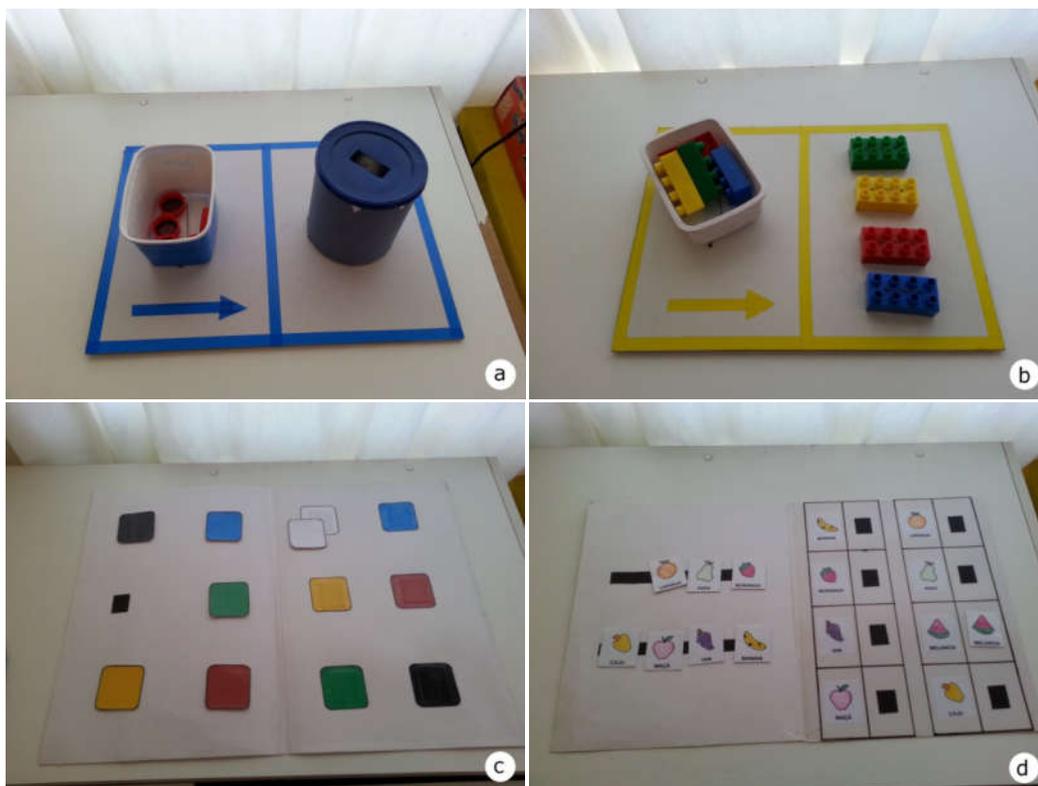
### 3. Sistema de Interação Tangível: Magiblocks

Este capítulo trata do sistema desenvolvido como um jogo, desde a ideia principal até os aspectos técnicos do seu funcionamento.

#### 3.1 Ideia base - Essência

A concepção da ideia para o jogo surgiu em uma visita realizada na APAE de Poços de Caldas/MG, onde tivemos a oportunidade de conhecer os jogos que são utilizados na rotina da terapia das crianças.

Os jogos que eles utilizam estão classificados em diferentes níveis de dificuldade, desde os mais básicos, como os jogos de prancha (Figuras 3.1 a e b), até os jogos que exigem maior esforço cognitivo, como o jogo de pareamento de figuras e palavras e formação de palavras (Figuras 3.1 d e e). As figuras a seguir apresentam alguns desses jogos:



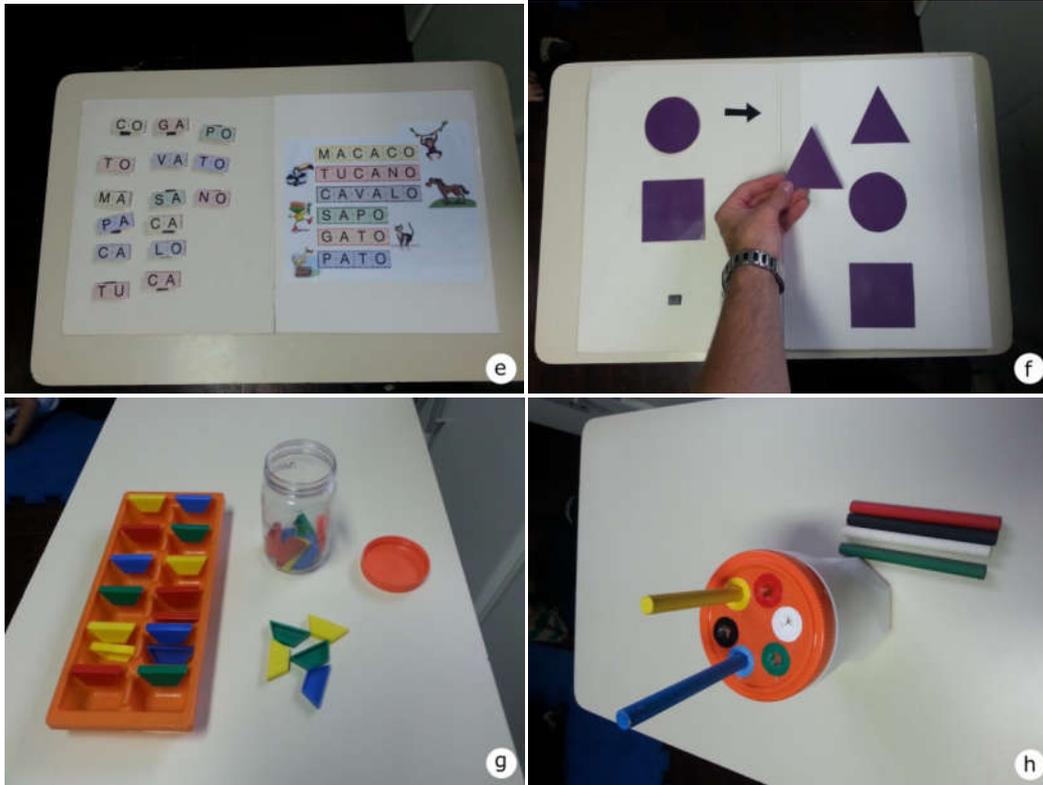


Figura 3.1 - Alguns jogos utilizados pela APAE: (a) transposição, (b) transferência de objeto, (c) sobreposição de cores, (d) pareamento de figuras e palavras, (e) formação de palavras, (f) reconhecimento de formas geométricas, (g) discriminação de cores, (h) discriminação de cores.

Estes jogos parecem servir ao seu propósito, mas será que não poderíamos aproveitar a tecnologia e criar um jogo com o mesmo propósito, mas mais atrativo e divertido para a criança? Foi com essa intenção que desenvolvemos o jogo Magiblocks.

A ideia do jogo é baseada no nível de complexidade de atividades que essas crianças costumam realizar; são apresentados à criança um *Tablet* e algumas peças concretas de determinadas figuras geométricas em blocos de madeira. Na tela do *Tablet* há uma imagem de uma dessas figuras geométricas. A criança deve então escolher, dentre as peças que estão colocadas ao lado do *Tablet*, aquela que corresponda à figura da imagem apresentada na referida tela e colocá-la da forma mais precisa possível sobre a imagem apresentada. Quando estas condições estão cumpridas, um sistema desenvolvido para este jogo reconhece e reproduz um áudio de aplausos e comemorações de crianças, congratulando o jogador pelo acerto, no sentido de incentivá-lo a continuar jogando.

Cada sessão de jogo corresponde a dez desafios e cada desafio é uma figura que o jogo pede para o jogador combinar com a peça concreta seleccionada. A Figura 3.2 ilustra uma das ações do jogo.

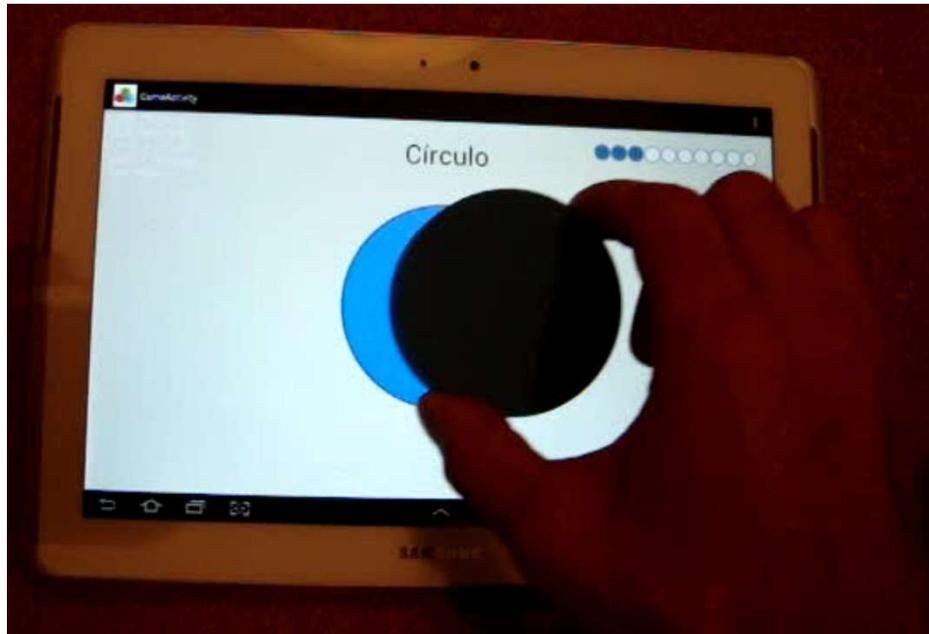


Figura 3.2 - Demonstração da inserção do círculo.

## 3.2 Aspectos Técnicos

Esta seção descreve o funcionamento interno do jogo, e como o *Tablet* é utilizado como uma plataforma para a interação tangível.

### 3.2.1 Magnetômetro

Na maioria dos *Tablets* modernos, existe um sensor chamado magnetômetro, que serve para perceber sentido, direção e intensidade de campos magnéticos. Ele já era utilizado em aplicações de bússola e detector de metais, mas recentemente começou a ser explorado em outros tipos de aplicação, como reconhecimento de movimento (Ketabdard, et al., 2010) e criação de *tokens* tangíveis (Bianchi, et al., 2013).

O Magiblocks é um jogo que explora a possibilidade de identificar *tokens* utilizando ímãs dentro dos objetos. Posicionando ímãs, de diferentes intensidades magnéticas, de maneiras distintas dentro dos objetos, podemos criar objetos que podem ser reconhecidos se colocados próximos ao magnetômetro, que é exatamente a ideia do jogo.

O magnetômetro do *Tablet* faz a leitura do campo magnético ao seu redor e o transcreve em três eixos ortogonais "X", "Y" e "Z", conforme mostra a Figura 3.3.

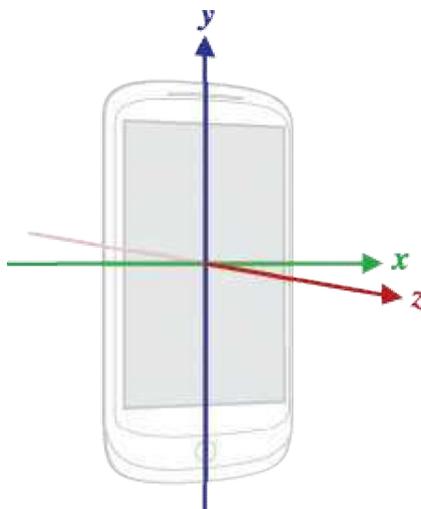


Figura 3.3 - Orientação dos Eixos de Força do Magnetômetro

É importante entender que o sistema de eixos não se altera caso o dispositivo seja movido, o que significa que, se, por exemplo, o dispositivo for girado 90° para a esquerda, os eixos acompanham o movimento do dispositivo, logo, caso a rotação fosse efetuada, a orientação dos eixos ficaria como ilustrado na Figura 3.4.

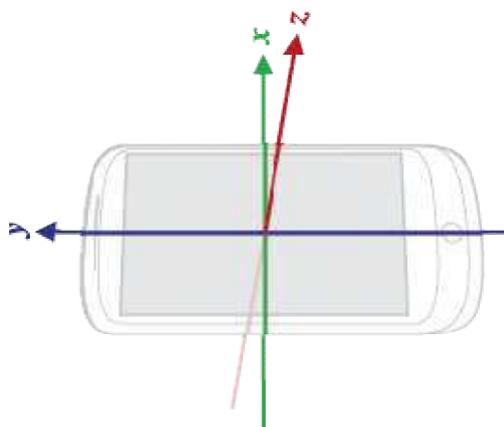


Figura 3.4 - Orientação dos eixos acompanhando o movimento do dispositivo.

Este aspecto do sistema de eixos precisa ser levado em consideração pois ele influencia no correto reconhecimento das formas, como será explicado mais adiante.

O magnetômetro, quando ativado, inicia um ciclo de leituras do campo magnético a sua volta, reportando essas leituras em um curto intervalo de tempo na forma de três valores, um para cada eixo do sistema de coordenadas explicado anteriormente.

O campo magnético varia conforme o *Tablet* é movimentado. Portanto, nós percebemos que para utilizá-lo corretamente no reconhecimento de *tokens*, é necessário que o *Tablet* fique imóvel. Dessa maneira, a leitura do magnetômetro fica estabilizada, reportando somente mínimas alterações.

Se o *Tablet* não se movimenta e colocamos uma configuração de ímãs em determinada posição sobre ele, percebemos que o campo magnético se altera da mesma forma sempre que o recolocamos na mesma posição, e isso nos permite criar diferentes configurações de ímãs, cada uma gerando uma alteração diferente, para serem usadas como identificador de cada *token*.

Cada configuração foi então inserida em um *token* de forma a identificá-los quando forem sobrepostos sobre o *Tablet*. A Figura 3.5 mostra todos os nove *tokens* criados para o jogo Magiblocks e como são as suas configurações.

### 3.2.2 Tokens

Com as configurações de cada *token* definidas, confeccionamos os nove *tokens* (Figura 3.5) em MDF<sup>1</sup> com os cortes para a inserção dos ímãs nas posições corretas.

---

<sup>1</sup> Medium-Density Fiberboard

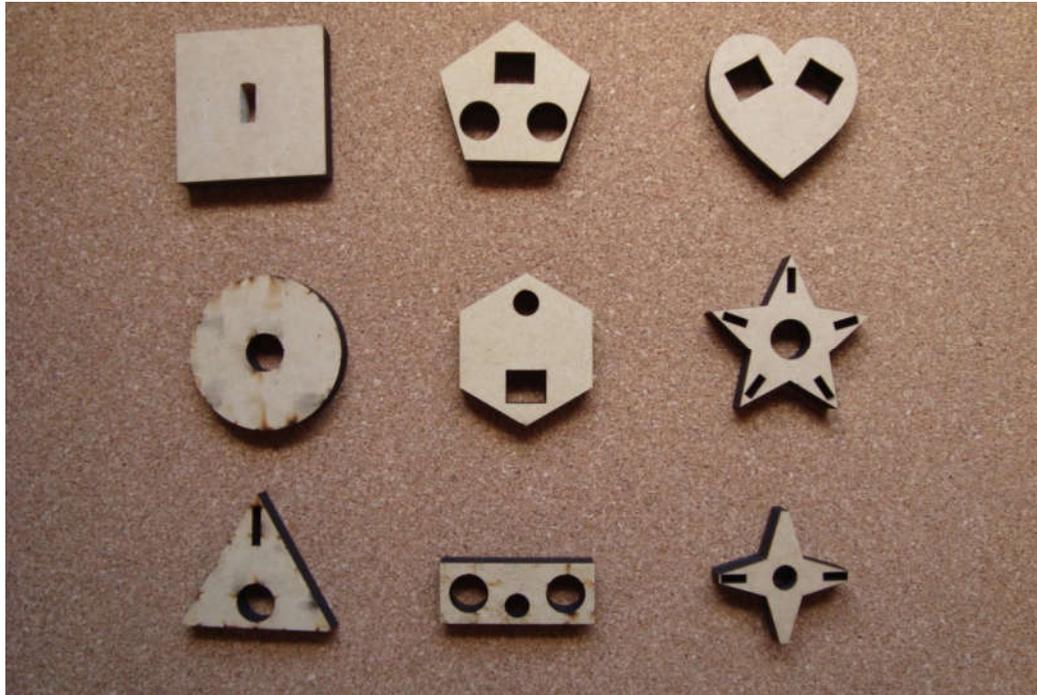


Figura 3.5 - Parte central dos *tokens*, já com os cortes para colocar os ímãs.

Os *tokens* são estruturados em três camadas: uma central, que é mais espessa que as demais e que contém os cortes para a inserção dos ímãs; e duas externas, de iguais espessuras, porém mais finas que a central, que têm a função de cobrir a camada central, de ambos os lados, para dar a sensação de que o bloco é sólido.

As imagens da Figura 3.6 apresentam a montagem do *token* triângulo, sendo que a imagem da esquerda mostra as três camadas, a sobreposição das mesmas e os ímãs que são utilizados na configuração da sua identificação enquanto figura geométrica, e a imagem da direita mostra a camada central já unida a uma das camadas externas (a inferior) e com os ímãs em posição, só faltando fixar a camada superior que está cobrindo-a parcialmente. Tanto os ímãs quanto as três camadas são fixados com cola artesanal.

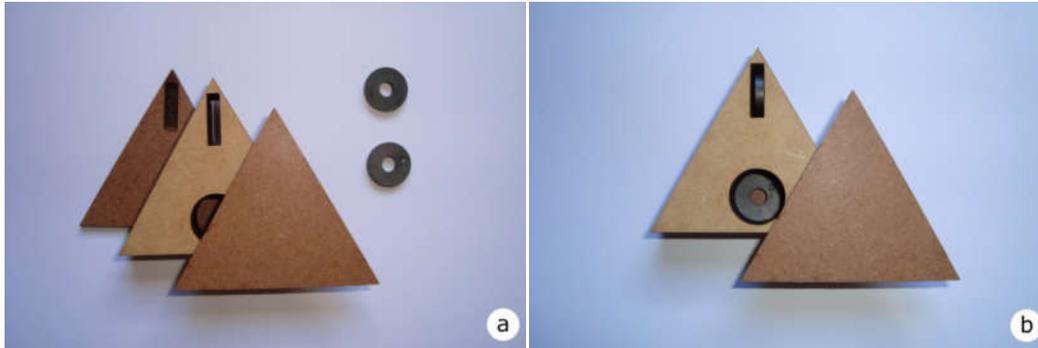


Figura 3.6 - *Tokens* em fase de montagem: (a) camadas dos *tokens* e os ímãs usados para

Depois de montados, os *tokens* foram pintados de azul (Fig. 3.7 a), que é a cor das formas geométricas apresentadas pelo *Tablet* durante o jogo. A base do *token* foi pintada de branco (Fig. 3.7 b), indicando que aquele lado do *token* deve ficar para baixo. O *token* na forma final está ilustrado na Figura 3.7.

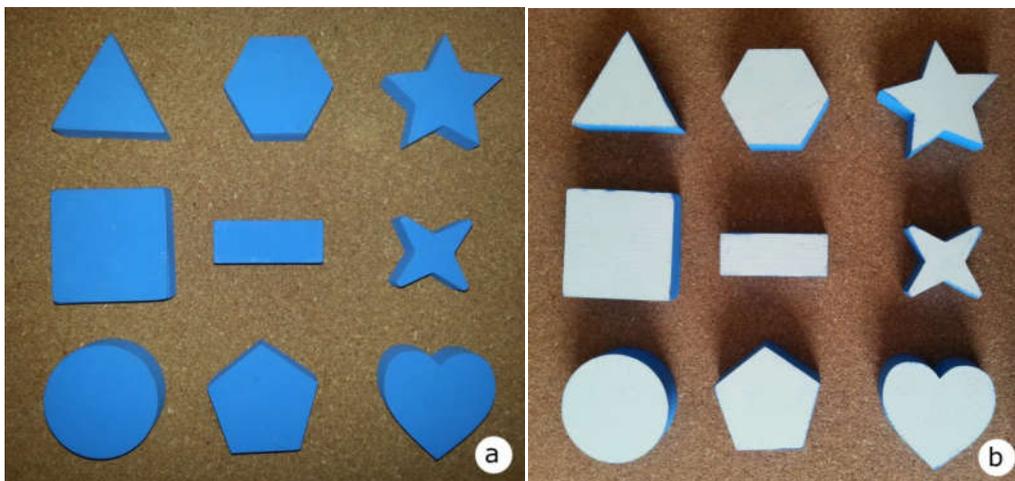


Figura 3.7 - *Tokens* Finalizados: (a) lado superior dos *tokens*, (b) lado inferior dos *tokens*.

### 3.2.3 Algoritmo de Reconhecimento

A essência do algoritmo é verificar se, a cada leitura realizada pelo magnetômetro nos eixos x, y e z, o resultado da subtração ( $\text{ValorAtual} - \text{ValorBase}$ ) de cada um dos eixos, que está cadastrada na tabela de assinaturas dos *tokens*. Esclarecemos esta ideia no exemplo mais adiante.

Conforme explicado anteriormente, quando ativamos o magnetômetro na atividade do jogo, ele inicia um ciclo de leitura do campo magnético local. Quando o *Tablet* está imóvel, depois de 3 segundos (em média), esses valores se estabilizam. A atividade do jogo foi programada para aguardar 5 segundos o magnetômetro se

estabilizar, depois disso ela armazena estes valores como base nas variáveis "baseX", "baseY" e "baseZ". A essa fase nós chamamos de calibragem. Para visualizar melhor esses valores, montamos a Tabela 3.1 com valores de exemplo para "X", "Y" e "Z" atuais (os que estão sendo recuperados pelo ciclo de leituras do magnetômetro), valores base que são armazenados pela etapa de calibração e a Diferença entre os dois.

Tabela 3.1 - Leitura do magnetômetro com os valores das bases e Diferença.

	X	Y	Z
Atual	10	-15	30
Base	10	-15	30
Diferença (Atual - Base)	0	0	0

Para reconhecer um *token*, é necessário que os valores da linha "Diferença", estejam pré-cadastrados na tabela "Assinatura de *Tokens*", como mostra a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Assinatura de *Tokens*.

Nome	Codigo	X	Y	Z
Círculo	1	6	-14	-32
Triângulo	2	-8	43	-17
Triângulo	2	-9	1	-9
Triângulo	2	0	-25	0
Quadrado	3	-28	34	-14
Quadrado	3	-10	-28	7
<b>Quadrado</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>-31</b>	<b>13</b>
Quadrado	3	12	28	-7

A Tabela 3.2 exemplifica a tabela "Assinaturas de *Tokens*", onde nós temos uma posição pré-cadastrada para o círculo, três para o triângulo e quatro para o quadrado, cada uma delas com seu respectivo código numérico (coluna "Codigo"). Sempre que o magnetômetro faz uma leitura, ele atualiza os valores 'Atuais' da Tabela 3.1 e recalcula a diferença. A Tabela 3.3 foi criada para exemplificar uma

nova leitura realizada pelo magnetômetro, após a sobreposição de um *token* na tela do *Tablet*.

Tabela 3.3 - Nova Leitura do Magnetômetro.

	X	Y	Z
Atual	34	-44	44
Base	10	-15	30
Diferença (Atual - Base)	24	-29	14

A cada nova leitura do magnetômetro, como exemplificada pela Tabela 3.3, é feita uma checagem de todos os registros da tabela “Assinatura de *Tokens*”, verificando se o novo valor “Diferença” obtido para os três eixos (“X”, “Y” e “Z”) é compatível com o valor cadastrado na tabela “Assinatura de *Tokens*”. Isso quer dizer que, mesmo que os valores obtidos na “Diferença” sejam um pouco diferentes (três para mais ou para menos) dos valores armazenados em uma linha da tabela “Assinatura de *Tokens*”, eles serão considerados. A Tabela 3.3 já é um exemplo dessa situação; não há nenhum registro na tabela “Assinatura de *Tokens*” (Tabela 3.2) que contenha os valores exatos de X, Y e Z obtidos na linha da “Diferença” da Tabela 3.3; porém, o algoritmo considera que o *token* Quadrado foi inserido na posição correta, pois o terceiro registro do quadrado (destacado em negrito) contém valores ( $x = 25$ ,  $y = -31$  e  $z = 13$ ) que estão dentro da margem aceita pelo algoritmo, e isso resulta em um acerto.

### 3.2.4 Detalhes de implementação

O Magiblocks foi desenvolvido em Java, utilizando o Android Development Tools (ADT), que é um plugin para o Eclipse que fornece acesso por interface gráfica para várias ferramentas de desenvolvimento do Android.

O projeto está implementado em 13 classes, somando um total de 1882 linhas de código. Os dados do Magiblocks são armazenados em três tabelas em um banco de dados SQLite. A Figura 3.8 mostra o fluxograma que esquematiza a arquitetura geral do sistema.

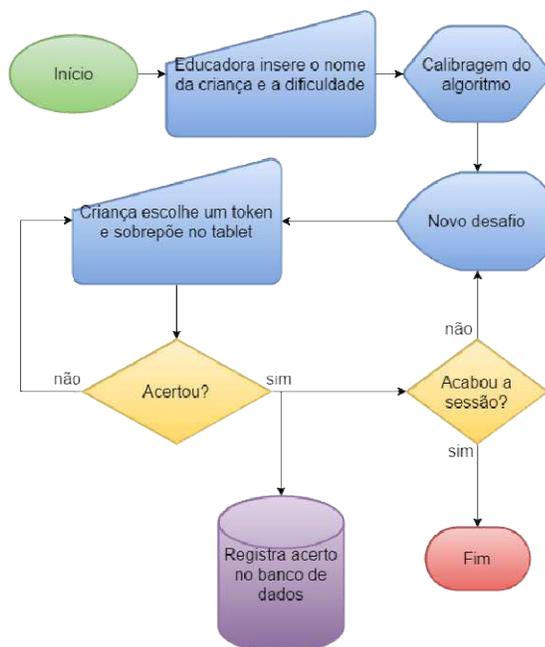


Figura 3.8 – Fluxograma geral do sistema

### 3.3 Perspectiva do Usuário

Esta seção descreve o jogo no ponto de vista não somente do jogador, mas do usuário, o que abrange os(as) cuidadores(as) também, pois o jogo foi desenvolvido para dar a eles a liberdade para criar os *tokens*.

#### 3.3.1 Configurações

O primeiro passo é a definição das configurações, ou o que nós chamamos de assinaturas magnéticas, que é o que vai diferenciar os *tokens*. Isso é feito colocando ímãs em protótipos de *tokens* de forma que as posições de cada *token* modifiquem, de maneira exclusiva, os eixos "X", "Y" e "Z" percebidos pelo magnetômetro.

Com os *tokens* já com os ímãs, o próximo passo é cadastrá-los no jogo, para isso o jogador deve acessar o menu "Opções" na tela principal do jogo. A Figura 3.9 mostra a tela "Opções". Nela podemos ver as opções do jogo que envolvem os *tokens*, as jogadas realizadas e armazenadas no banco de dados e outras configurações do jogo.

As opções para os *tokens* envolvem a visualização da tabela que armazena as assinaturas dos mesmos e a tela que permite ao usuário cadastrar as

assinaturas dos *tokens*, estas duas opções consideram que o usuário é avançado, possuindo conhecimento do funcionamento do algoritmo. Para as jogadas, há a opção de visualizar a tabela que contém as informações sobre cada uma delas e de todos os jogadores. Também há outras configurações que o usuário pode modificar, que são representadas pelos dois *CheckBox* (Com Texto e Sem Texto), que ao serem marcados ou desmarcados, o usuário define se, durante o jogo, será apresentado ou não o nome da figura geométrica escrita e/ou em áudio. Por último, temos o botão que realiza um backup completo do banco de dados do jogo em um arquivo "DataBase", que pode ser exportado do dispositivo e navegado por softwares como o *SQLiteBrowser*.

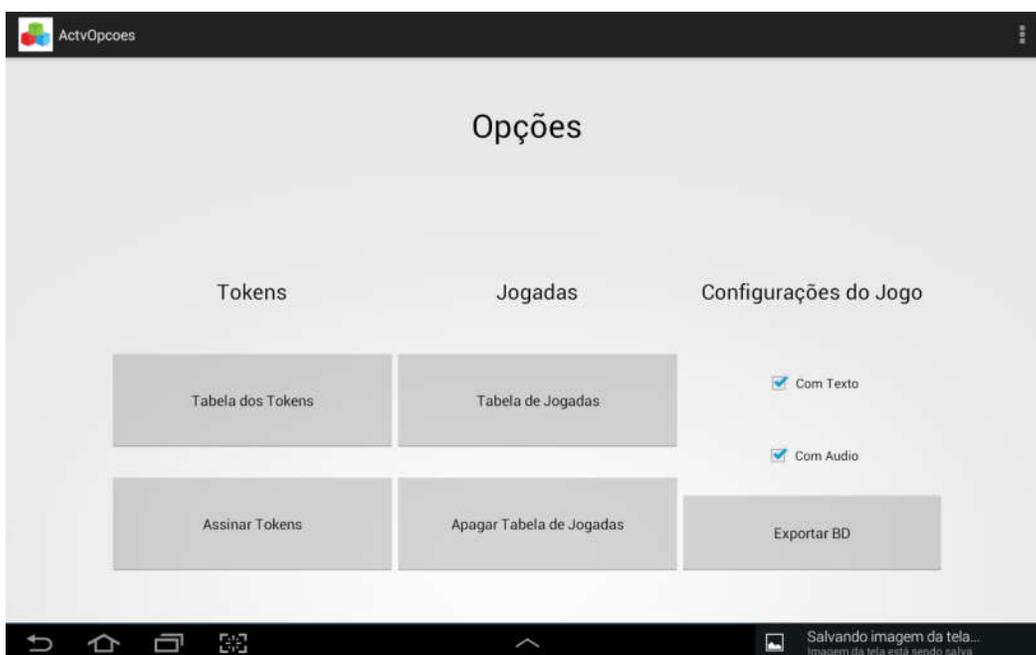


Figura 3.9 - Tela de Opções

Continuando com o roteiro da primeira execução, nesta tela o usuário toca no botão "Assinar *Tokens*"; feito isso ele irá para a tela ilustrada pela Figura 3.10. Esta tela apresenta, no canto superior esquerdo, as leituras realizadas pelo magnetômetro em tempo real, dos três eixos. No centro, é exibida a figura geométrica que o usuário precisa cadastrar. No canto superior direito são exibidos valores relativos ao *token* que está sendo registrado: "tokenCode", que é o seu código, e "iPos", que é um valor utilizado pelo código para verificar qual é a sua posição e exibir a imagem e código corretos.

Temos também três botões: Calibrar, Apagar Tabela e Salvar Posição. O botão calibrar atribui os valores dos eixos "X", "Y" e "Z" atuais às variáveis que armazenam o valor base dos eixos; dessa forma a diferença que é calculada em todos os eixos fica sendo zero, e isso pode ser percebido no canto superior esquerdo.

Para começar a registrar as assinaturas de *tokens*, é preciso que os registros da tabela "Assinatura de *Tokens*" sejam excluídos, e essa tarefa é feita pelo botão "Apagar Tabela" que, por razões de proteção requer uma senha para efetivar a sua deleção; isso evita que alguma criança possa acessar o menu e, inadvertidamente, tocar neste botão.

Uma vez deletados os registros da tabela supracitada, o botão "Apagar Tabela" é desabilitado e o botão "Salvar Posição" é habilitado. Neste ponto, o usuário deve colocar a peça correspondente sobre a imagem exibida pelo *Tablet*, que no caso da Figura 3.9 é o círculo. Depois de posicionada, da forma mais precisa possível sobre a imagem, o usuário deve tocar no botão "Salvar Posição" para registrar, na tabela de assinatura dos *tokens*, os valores "Diferença" relativos a esta posição. O processo é repetido para todas as outras figuras geométricas. Quando uma figura permitir mais de uma posição de ser colocada (por exemplo o triângulo), ela deve ser sobreposta em cada uma das suas possíveis posições (pode-se fazer isso escolhendo uma posição inicial e girar o *token* sempre no mesmo sentido), sempre tocando no botão "Salvar Posição" para ser registrada.

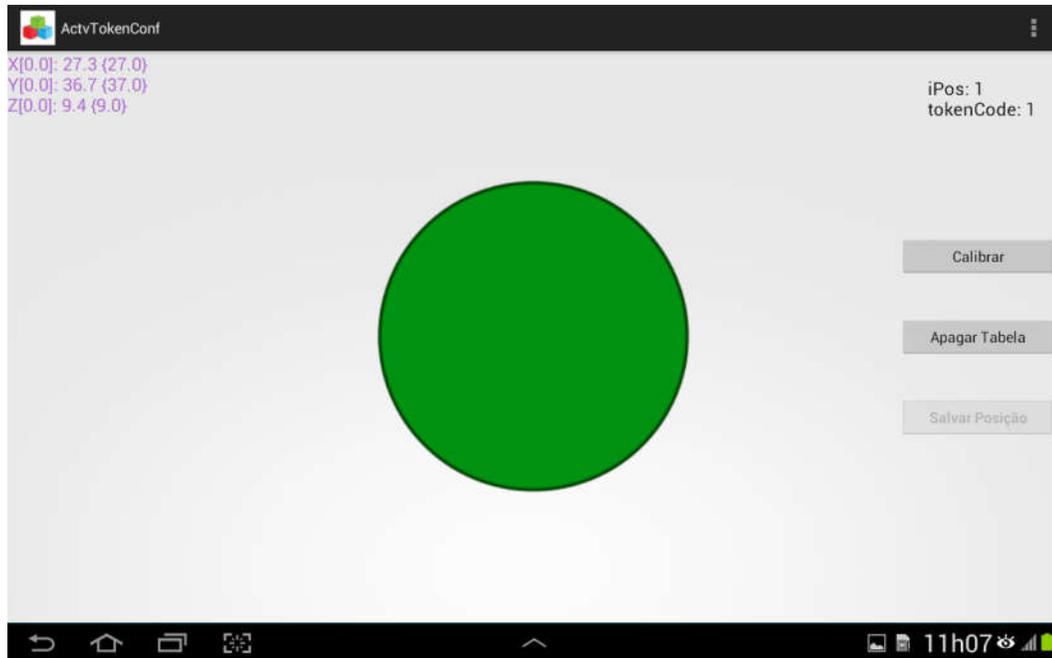


Figura 3.10 - Assinatura de *Tokens*

Depois que todas as assinaturas dos *tokens* estiverem registradas, o usuário pode verificar na opção “Tabela dos *Tokens*” se houve algum conflito entre assinaturas de *tokens* distintos. O algoritmo de verificação de conflitos considera apenas os *tokens* inseridos em suas posições ideais, mas isso já evita situações onde um *token* pode ser reconhecido de forma errada.

Esta etapa de pré-configuração foi criada para facilitar, inclusive, a criação da configuração de cada *token*, pois caso haja conflitos entre eles, o usuário pode ter que modificar a posição de algum ímã, para torná-lo diferente da outra configuração que está gerando conflitos. Por exemplo, digamos que o *token* do triângulo, em uma de suas posições, pode ser reconhecido colocando o quadrado em uma de suas posições (lembrando que o algoritmo leva em consideração somente a posição ideal dos dois). Para resolver isso os ímãs de algum dos dois *tokens* precisa ser alterado para que a modificação dos seus valores nos três eixos passe a ser diferente do outro.

### 3.3.2 Pré-jogo

Considerando então que não houve conflitos entre os *tokens*, podemos seguir adiante para a o jogo propriamente dito. No menu principal, o usuário toca no botão “Jogar” e é exibida a tela de pré-jogo (Figura 3.11), onde o jogador é

identificado pelo seu nome, e uma das dificuldades é escolhida para a sessão de jogo.



Figura 3.11 - Tela Pré-jogo

As dificuldades se diferenciam unicamente pela quantidade de peças que podem ser escolhidas como desafio (figuras geométricas). A única dificuldade que tem outra diferença é a “Apresentação”, onde são apresentados somente três desafios, sempre os mesmos (círculo, triângulo e quadrado) e sempre nessa ordem; já as outras dificuldades apresentam dez desafios. A “Apresentação” é utilizada pela educadora no intuito de apenas mostrar à criança a forma de funcionamento do jogo.

O nível iniciante pode apresentar o círculo, o triângulo ou o quadrado. O nível intermediário pode apresentar, além das formas do nível iniciante, o retângulo, o pentágono e o hexágono. Por fim, o nível avançado adiciona às seis peças do nível intermediário a estrela, o coração e o x.

### 3.3.3 Jogo

Tocando no botão “Clique aqui para JOGAR”, na tela Pré-jogo, o aplicativo inicia então a atividade principal, que está ilustrada na Figura 3.12.

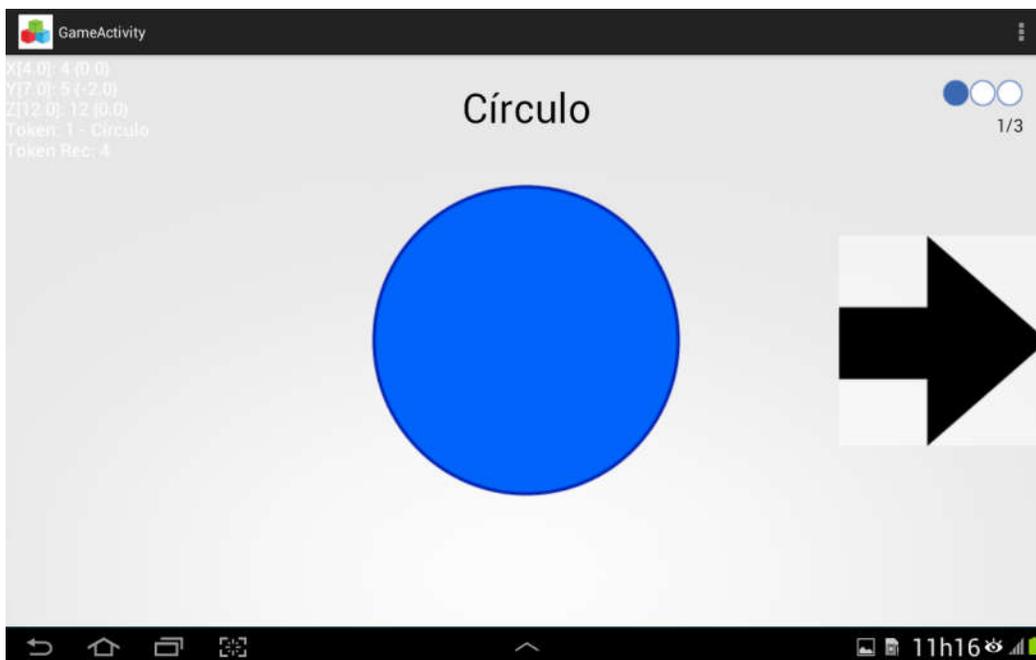


Figura 3.12 - Tela do Jogo.

Assim que esta tela é exibida, o aplicativo aguarda 5 segundos antes de exibir o primeiro desafio, para o magnetômetro se estabilizar.

Na Figura 3.12, a dificuldade selecionada é a “Apresentação”, podemos perceber pois há apenas três esferas (*bullets*) na parte superior da tela, indicando em qual desafio o jogador está em relação ao total de desafios da sessão. Caso fosse qualquer uma das outras dificuldades, haveria dez *bullets*. Conforme o jogador avança nos desafios os *bullets* são preenchidos de azul, como no primeiro.

A seta preta só aparece quando o jogador acerta a combinação da imagem com o *token*, para prosseguimento da sessão; nesse momento, são salvas, na tabela “Jogadas”, as seguintes informações relacionadas a essa sessão de jogo: o nome do jogador, o nível de dificuldade, a sessão, a figura geométrica que foi pedida, o tempo demorado para o jogador realizar a combinação, e se durante a sessão o jogo apresentou o nome da forma em texto e/ou voz. Ao tocar na imagem da seta, é apresentado ao jogador o novo desafio. Todos os desafios são escolhidos de forma aleatória, prevenindo que o jogador memorize uma sequência predeterminada e exigindo esforço cognitivo. Sempre que o acerto é computado, o jogo reproduz o som de crianças aplaudindo e comemorando o acerto do jogador para estimulá-lo a continuar jogando. Caso a criança coloque sobre o *Tablet* o *token* correto, mas de forma não precisa sobre a imagem apresentada pelo *Tablet*, ou

coloque um *token* que não corresponda com a imagem do desafio, o jogo não realiza nenhuma ação.

Quando todos os dez desafios dessa sessão são cumpridos, o jogo apresenta a imagem de um botão “FIM”, no lugar da seta preta, que ao ser tocado retorna à tela de pré-jogo. Este é o ciclo das sessões de jogo do Magiblocks.

## 4. Estudo de Caso

Este capítulo trata da avaliação do Magiblocks, cobrindo: as características do ambiente onde foram realizadas as atividades, como elas foram realizadas, e por último a análise longitudinal das mesmas.

### 4.1 Ambiente, Sujeitos e Prática

O Magiblocks foi utilizado em um estudo de caso na mesma instituição onde a ideia foi concebida, a APAE de Poços de Caldas.

As atividades foram realizadas em três salas: sala 1, sala 2 e sala 3. A Tabela 4.2 mostra o cronograma de atividades realizadas. No total, foram realizados dez dias de atividades na sala 1 e 2, e três dias na sala 3.

O núcleo de autismo da APAE é frequentado por quinze crianças de 2 a 14 anos de idade, que são agrupadas em três salas e estão demonstradas na tabela 4.1. Todos os nomes são fictícios para preservar a privacidade das crianças.

Tabela 4.1 - Crianças por sala.

Sala	Aluno	Idade
1	<b>Presto</b>	Idade: 13 (12/10/2002)
	<b>Hank</b>	Idade: 8 (29/04/2007)
	Eric	Idade: 5 (14/07/2010)
	Dianna	Idade: 14 (13/02/2001)
2	Cartman	Idade: 10 (19/03/2005)
	Kenny	Idade: 12 (01/08/2003)
	Kyle	Idade: 13 (26/12/2002)
	Wendy	Idade: 10 (01/05/2005)
3	Tommy	Idade: 3 (17/10/2012)
	Jason	Idade: 4 (24/09/2011)
	Trini	Idade: 4 (11/10/2011)
	Kimberly	Idade: 4 (22/12/2010)
	Aisha	Idade: 4 (20/07/2011)
	Kat	Idade: 2 (21/12/2012)
	Jack	Idade: 4 (27/05/2011)

No núcleo de autismo da APAE<sup>2</sup>, cada sala fica sob a responsabilidade de duas professoras que se revezam nas tarefas diárias, e estão distribuídas entre: atividades individuais, atividades em grupo, lazer, lanche (acontece no refeitório da instituição com alunos de todos os núcleos), atividades da vida diária (AVD), treino de rua, rádio/relaxamento, caixa de brinquedos, TV, artes e piscina.

Cada dupla de professoras tem liberdade para montar a rotina que melhor atenda as crianças sob sua responsabilidade, o que resulta em uma rotina um pouco diferente em cada sala. O que é comum, tanto na sala 1 quanto na sala 2, é que existe na frente das carteiras das crianças, um quadro metálico que as professoras usam para criar a sequência de tarefas que serão realizadas no dia, com imagens representando cada uma delas, desde a chegada até a saída. Com isso, as crianças podem visualizar como será o seu dia. Sempre que uma tarefa é iniciada, as professoras pedem que a criança retire a imagem que representa aquela tarefa do quadro de rotina, e coloque em uma caixa que fica ao lado do quadro. A sala 3 não utiliza esse quadro de rotina.

Quando a atividade é a tarefa da vez, ela é realizada da seguinte maneira: a professora seleciona previamente quais atividades serão realizadas no dia e separa em uma mesa; com as atividades pré-selecionadas, a professora as aplica com uma criança de cada vez, apresentando-as às atividades e explicando como cada uma deve ser realizada; sempre que a criança perde o foco na atividade, ou a realiza de forma errada, a professora intervém chamando a atenção de volta para a atividade ou explicando novamente o que precisa ser realizado. Quando a criança termina a atividade proposta, a professora a congratula e comemora a atividade bem sucedida. Este passo a passo é realizado até que a criança tenha realizado todas as atividades daquele dia.

## 4.2 Método e Atividades

O Magiblocks foi inserido na tarefa diária “Atividades individuais”, revezando com as atividades já realizadas, qual começaria primeiro, ou seja, em uma semana o Magiblocks era a primeira da série de atividades, em outra a última. Essa tarefa tinha o horário programado de 13:00 às 15:00, e as visitas se mantinham

---

<sup>2</sup> Com relação aos aspectos da ética, o núcleo de Autismo da APAE é autônomo para a inserção de novas formas de atividade, sua avaliação e seu estudo.

dentro desse intervalo de tempo e foram registradas em vídeo para posterior análise. Ao todo, foram armazenados 6GB de vídeos, em um total de 08:37:20 horas de gravação.

Para deixar mais claro, existem na APAE, três tipos de "Atividades individuais", as atividades de prancha, as atividades de pasta e as atividades que eu chamo de "puzzle". As atividades de prancha são atividades onde os elementos base ficam fixados sobre uma prancha fixa, como um tabuleiro. As atividades de pasta utilizam uma pasta como elemento base, indicando e delimitando onde cada uma das peças da atividade deve ser colocada. As outras atividades eu chamo de puzzle pois não têm uma base comum, cada atividade é criada com um tipo de objeto para cumprir seu propósito. As Figuras 3.1 a e b exemplificam atividades de prancha, as Figuras 3.1 c e d exemplificam atividades de pasta, e as figuras 3.1 g e h exemplificam atividades puzzle.

As visitas à APAE seguiram a seguinte rotina: chegada na instituição às 13:20; aguardo da chegada de todos os alunos; entrega do *Tablet* com os *tokens* para a professora que iria realizar as atividades; posicionamento da câmera que registraria a atividade na carteira ao lado da carteira do aluno da vez; atividades realizadas sob a orientação e supervisão da professora; professora recolhia as atividades da criança da vez e passava para a próxima; câmera é reposicionada para registrar a atividade da próxima criança, e assim por diante até todos os alunos da sala terem cumprido as atividades do dia.

Pela Tabela 4.2, vemos que entre o dia 1 e o dia 5, com exceção do dia 2, todos os dias as atividades foram realizadas em mais de uma sala. Já a partir do dia 6, modificamos o cronograma, pois percebemos que as atividades da rotina da segunda sala estavam sendo atrasadas pela realização das atividades da sala anterior. Como o objetivo era inserir a atividade com o Magiblocks nas atividades da APAE, sem perturbar o ritmo das demais atividades, essa modificação foi necessária.

Tabela 4.2 - Cronograma de atividades.

Dia	Data	Semana	Mês	Sala(s)
1	30/07/2015	quinta	Julho	1 - 2
2	31/07/2015	sexta	Julho	2

3	4/8/2015	terça	Agosto	1 - 2
4	6/8/2015	quinta		1 - 2 - 3
5	10/8/2015	segunda		1 - 2 - 3
6	30/09/2015	quarta	Setembro	1
7	6/10/2015	terça	Outubro	2
8	7/10/2015	quarta		1
9	13/10/2015	terça		2
10	14/10/2015	quarta		3
11	19/10/2015	segunda		1
12	20/10/2015	terça		2
13	26/10/2015	segunda		1
14	9/11/2015	segunda	Novembro	1
15	10/11/2015	terça		2
16	17/11/2015	terça		2
17	18/11/2015	quarta		1

### 4.3 Participantes Neste Estudo de Caso

Dentre todas as crianças que realizaram as atividades, selecionamos, seguindo as orientações metodológicas descritas no Capítulo 1, duas para relato neste estudo de caso, que foram: Presto e Hank (estão destacados na Tabela 4.1), já que ambos representam, dentre as oito crianças, os casos mais extremos, tanto das características pessoais, como de comportamento durante a interação com o Magiblocks, e representam de forma mais acentuada o que acontece com as outras crianças.

Presto não possuía experiência com *Tablets*, dentre as crianças é a que realizava as atividades mais avançadas (como a atividade de montar a palavra a partir de suas sílabas, ilustrada na Figura 3.1 e), tinha boa compreensão de instruções verbais, era a única que tinha deficiência física (hemiparesia esquerda, condição neurológica que impede o movimento parcial do corpo, e deficiência visual parcial) além da mental, e juntamente com Kyle e Dianna é uma das crianças mais velhas. Por essas características, não esperávamos que a sua interação com o Magiblocks fosse ser a mais positiva dentre todas as crianças, isso nos surpreendeu muito.

Hank, por outro lado, já era familiarizado com o uso de dispositivos móveis, realizava atividades mais básicas (como a transposição e transferência de objeto, ilustradas nas Figuras 3.1 a e b), não parecia se importar muito com as instruções dadas pelas professoras durante as atividades, não possui nenhuma deficiência física, e juntamente com Eric, é uma das crianças mais novas. Devido às suas características, imaginamos que ele fosse demonstrar um interesse e diversão maior pelo jogo, e acabou sendo o contrário, foi o único que não terminou algumas sessões, sendo necessário que a professora insistisse para que ele continuasse a acertar os desafios.

As crianças da sala 3 só participaram em três sessões de atividade com o Magiblocks, sendo que não percebemos, durante a interação delas com o jogo, comportamentos que indicassem diversão ou interação social, somente o fato de terem compreendido muito rápido a lógica do jogo. Além disso, o seu diagnóstico está no espectro mais brando do autismo, tornando difícil, para uma pessoa não especialista, distingui-las de crianças de sua idade mas que não sejam autistas. Por essas razões nenhuma delas foi selecionada para o estudo de caso.

As próximas subseções descrevem cada criança e seu estudo de caso. O Apêndice III mostra a definição dos parâmetros observados na análise dos vídeos.

#### 4.3.1 Presto

Presto é uma criança autista de 13 anos, possui hemiparesia esquerda e deficiência visual parcial. Apesar de suas condições, se comunica com as professoras, realiza atividades cujo grau de dificuldade é mais avançado, compreende bem as instruções dadas pelas educadoras e o que mais chamou a atenção durante a sua interação com o Magiblocks, é que ele gostou tanto de jogar, que mesmo depois de terminar as duas sessões de jogo (que é o padrão para todas as crianças) ele continuava a jogar por conta própria, até que a professora o parabenizasse e recolhesse o jogo.

A interação de Presto com o Magiblocks totalizou dez dias. Para criar um melhor fluxo de análise, dividimos estes dez dias em **início** (três primeiros dias), **meio** (quatro dias) e **fim** (três últimos dias). Em cada uma destas fases, foram analisados principalmente os seguintes aspectos:

- Diversão;
- Entendimento da lógica;
- Interações sociais.

Como cada criança é única, e com isso nós queremos dizer que não é possível analisá-las da mesma forma, algumas características ou comportamentos são adicionados nessa análise individual, que no caso de Presto foram:

- › Necessidade de incentivo;
- › Atenção na atividade;
- › Uso da mão esquerda;
- › Pronúncia do nome das formas geométricas;
- › Tranquilidade;
- › Envolvimento com o jogo;
- › Autonomia

#### 4.3.1.1 Início

No início, Presto foi apresentado ao jogo pelo modo "Apresentação" do jogo (explicado no capítulo 3). Em sua primeira sessão, Presto não estava acostumado ao jogo, por isso, em alguns desafios ele parecia mais explorar o *Tablet*, por toque ou observação, e ver o que acontecia a realmente tentar cumprir os desafios. Como ele não pressionava nenhum botão (somente a figura, os *bullets* ou a tela de fundo do jogo), nada acontecia, e ele acabava voltando sua atenção para as peças das formas geométricas e o que precisaria fazer com elas. O que era esperado por nós no primeiro contato.

Nos primeiros desafios, Presto, ainda incerto de como usar as peças (*tokens*), tentava algumas vezes pressionar com a palma da mão a peça sobre o *Tablet*, mas a professora o corrigia e ensinava que não era preciso pressionar, somente movimentar a peça levemente sobre o *Tablet*; depois disso, Presto não tentou mais pressionar a peça. Nós interpretamos essa tentativa de pressionar a peça de forma positiva: ele sabia que a peça era a correta, só não tinha domínio sobre a forma de interação tangível com o *Tablet*, e por isso, pressionou como talvez fosse o caso nas atividades de prancha que ele costumava realizar (por exemplo a atividade exemplificada na Figura 3.1 b, que requer pressão para encaixar o LEGO).

De forma geral, ele conseguiu rapidamente executar (ainda no primeiro dia) os passos para progredir durante a sessão de jogo, e foram mínimas as vezes em que Presto não pegou de primeira a peça correta.

Ainda no primeiro dia, depois de jogar no *Tablet*, Presto iniciou as atividades tradicionais da APAE. Já na primeira (sobreposição de letras, com todas as letras do alfabeto) ele demonstrou desinteresse pela atividade, arrastando a cadeira como se quisesse se levantar, foi preciso que a educadora incentivasse várias vezes para ele continuar a atividade; essa atividade foi a mais demorada e foi a única que não continha cores. Já nas outras atividades, Presto não perdeu o interesse, todas continham cores e os objetivos da atividade eram também mais rápidos de serem cumpridos.

O segundo dia começou com as atividades tradicionais da APAE, deixando o Magiblocks como a última das atividades. Presto realizou cinco atividades de pasta e estava mais tranquilo que o dia anterior, ficou particularmente bem à vontade com a segunda dessas atividades e imitou as falas de incentivo da sua educadora, de modo brincalhão. Ao entregar para a professora a quinta e última atividade, Presto percebe que uma das peças está um pouco fora de posição, e antes de entregá-la, coloca a peça de volta na posição correta.

Nesse dia, aconteceu um fato interessante, talvez o mais notável dentre as interações sociais percebidas durante as atividades. A sua educadora, antes de utilizar o Magiblocks nas atividades com as crianças, sentou-se em uma das carteiras entre a carteira de Presto e de Eric (outro aluno da sala), e começou a jogar o jogo no modo iniciante, só mesmo para brincar com o jogo. Presto, quando viu que a sua professora estava jogando o Magiblocks, se levantou da mesa e ficou ao lado dela observando o jogo fazer a calibragem; assim que o primeiro desafio foi exibido, ele se adiantou à professora e pegou a peça correta, completando o desafio e tomando para si o papel de jogador, mas sem se comportar de forma agressiva. Enquanto ele jogava no lugar da sua educadora, Eric se levantou e ficou observando Presto jogar no lugar da professora. Na segunda sessão, a educadora jogou com Presto em turnos: ele selecionava a peça do desafio, e ela tocava no botão de próximo. Enquanto jogava, Presto começou a manter uma das peças na sua mão

esquerda (talvez para ganhar tempo caso o círculo fosse o próximo desafio, ou talvez por ter gostado das peças quis ficar com uma na mão).

Presto já demonstrava domínio sobre como usar as peças nos desafios, mas ao usar o touch para tocar na seta de próximo, ele teve algumas dificuldades: por vezes ele tocava e segurava o dedo, outras ele tocava com a palma da mão; também houve ocasiões dele deslizar o dedo sobre a seta, e ainda algumas vezes ele, sem querer, mantinha algo pressionando a outra parte da tela com o outro braço, seja com o antebraço ou com a mão, e isso acabava impedindo que o jogo passasse para o próximo desafio.

Ainda no segundo dia, aconteceu o primeiro erro do sistema. No quinto desafio, a figura era o círculo, e o jogo não o reconhecia; revendo o vídeo desse dia, percebemos que durante a fase de calibração, o quadrado estava mais próximo do magnetômetro do que deveria, afetando, mesmo que pouco, os valores dos eixos x, y e z percebidos pelo magnetômetro, e essa interferência na calibragem impediu o reconhecimento do círculo, uma vez que os valores base (considerados quando o quadrado estava perto do magnetômetro) do algoritmo estavam diferentes (agora que o quadrado estava longe da posição que estava durante a calibragem). Mas isso não tirou o interesse de Presto na atividade, como imaginamos que pudesse acontecer; ele ficou observando o *Tablet*, tentando reajustar o *token* sobre a imagem.

No terceiro e último dia do **início** da interação de Presto com o jogo, tivemos duas sessões. Presto, embora mais quieto durante este dia, respondeu o nome da figura quando a educadora perguntou a ele, e a partir daí, disse todos os nomes das figuras até que a sessão terminou. Os movimentos de Presto estavam mais ágeis que antes e em alguns desafios olhou para o pesquisador logo depois de ouvir o som de acerto. Ainda no terceiro dia, o jogo teve problemas para reconhecer uma das formas, sendo necessário reiniciar a sessão; este foi o segundo e último erro do sistema nessa fase "início". Analisando o vídeo desse dia, acreditamos que ele tenha ocorrido devido a um esbarrão que Presto deu no *Tablet* com o cotovelo, retirando-o da posição onde ele estava calibrado. Durante o desenvolvimento imaginamos que isso poderia acontecer, e o maior receio era que a criança perdesse o interesse ou a atenção na atividade, mas isso não ocorreu.

Desde o começo, Presto sempre se mostrou muito metódico na utilização das peças, sempre que ele escolhia uma e a usava, ele a colocava de volta no lugar, sempre as reorganizando caso elas ficassem muito espalhadas. Isso também se aplica para as atividades da própria APAE, descritas previamente.

Em nenhum momento, durante o início (fase dos três primeiros dias) da interação com o Magiblocks, foi preciso incentivar Presto para jogar ou para continuar a jogar; muito pelo contrário, ele sempre demonstrou muita atenção e interesse no jogo. A intervenção que a educadora teve que fazer foi sempre ou para corrigir a forma de interagir (e.g. não pressionar o *token* sobre o *Tablet*) ou para retirar o *Tablet*. Nas vezes que a professora perguntou o nome da figura para Presto, ela o fazia como um incentivo para que falasse, verbalizasse, praticasse o nome da figura geométrica, mas não para que Presto realizasse a atividade.

#### 4.3.1.2 Meio

Esta fase, que é composta pelos quatro dias após a fase de início, já começa com Presto passando a jogar o Magiblocks no nível intermediário, acrescentando às três figuras já utilizadas (círculo, quadrado e triângulo) o pentágono, o hexágono e o retângulo.

Durante esta fase das atividades com o Magiblocks, pudemos perceber mais eventos que demonstram o bom entendimento da lógica do jogo por parte de Presto. Por exemplo, já no primeiro desafio do dia, ele se confundiu entre o pentágono e o hexágono, mas a forma com que ele usou a peça sobre o *Tablet*, o manuseio dela e os movimentos de girar a peça sobre a imagem foram precisos e feitos com muita atenção, sem pressionar a peça como ele fazia durante a fase de início. Algumas vezes, simplesmente colocar o *token* quase sobre a imagem que o *Tablet* apresenta não é suficiente para que o reconhecimento seja efetivado, nessas ocasiões é preciso que o *token* seja movimentado de leve sobre a imagem, e Presto demonstrou domínio nesses reajustes várias vezes.

Outro evento interessante aconteceu quando um dos desafios era o hexágono, Presto colocou o pentágono e rapidamente percebeu que não era o correto, pegou então o hexágono e colocou corretamente sobre o *Tablet*, mas o jogo não efetivou o acerto; ele realizou os movimentos finos de reajuste e, mesmo assim,

o jogo não gerou o acerto como deveria; Presto agiu naturalmente, sem demonstrar expressões faciais negativas; ele então voltou a tentar o pentágono, mas manteve o hexágono na mão esquerda; como o jogo ainda não reconhecia o pentágono, ele o colocou de volta no seu lugar na mesa e tentou de novo o hexágono; dessa vez o jogo efetivou o acerto. Aqui, nós entendemos que Presto estava estudando o jogo, testando as suas hipóteses para resolver o desafio e é clara a atividade cognitiva que ele estava realizando. Mais interessante ainda, é que isso tudo aconteceu sem a intervenção da educadora, todo o processo foi por iniciativa do próprio Presto, demonstrando não somente o seu entendimento sobre a lógica, mas também um envolvimento com o jogo.

Entre o primeiro e o segundo dia da fase "Meio", algumas alterações no jogo foram realizadas; modificamos o som de congratulação para acertos a cada desafio, e inserimos áudios com o nome das palavras que eram reproduzidos sempre que o desafio era apresentado à criança. No segundo dia, que foi o primeiro dia que essas mudanças foram colocadas em prática, Presto estava muito nervoso, receamos que não fosse uma boa ideia as mudanças terem sido feitas, já que autistas não lidam muito bem com o inesperado ou eventos fora de rotina, mas esse receio se dissipou logo que Presto começou a interagir com o Magiblocks, pois ele ficou mais calmo a cada desafio que o jogo apresentava a ele. Não queremos dizer com isso que o jogo acalma crianças autistas que estejam nervosas, queremos tomar o cuidado para deixar claro que isso pode ter acontecido pelo maior nível de envolvimento de Presto com o jogo, ou pelo seu interesse. Inclusive, o fato de ele ter se acalmado jogando o jogo pode ser particular a ele, por razões que possamos ter falhado em perceber.

Presto se divertiu mais durante essa fase que na inicial, fazendo barulhos engraçados como "oink oink" e "ahun ahun" (imitando o pateta). Sorriu e deu risadas várias vezes durante a interação com o *Tablet*, comportamento que não é comum na realização das outras atividades.

Os eventos observados sobre interação social nessa fase foram menores que na anterior, até porque, a professora não jogou em turnos com Presto, então as interações sociais foram interpretadas como um olhar para a professora ou para os colegas ou repetição do que ouviu a professora dizer.

Presto também se envolveu mais com o jogo nesta fase que durante o início. Ao final de todas as sessões, Presto sempre tocava no botão "jogar" para iniciar uma nova sessão. A educadora permitia que ele jogasse mais sessões para ver o quanto Presto se interessava pela atividade e se ele iria em algum momento parar de interagir com o jogo ou demonstrar que não queria mais realizar a atividade (o que acontece com algumas das atividades que ele realiza). Mas, em todas as vezes, a professora é quem precisou retirar o *Tablet* dizendo que a atividade tinha acabado e que era a vez de outro colega. O número de sessões que Presto jogava por dia era sempre maior que seus colegas (isso ocorreu de forma geral, não somente para esta fase), sendo os maiores no dia 4, com 7 sessões, e no dia 6 com seis sessões. Dados confirmados tanto pelo vídeo como pelo banco de dados. Quando a professora retirava o *Tablet*, Presto na maioria das vezes, pegava as peças e ficava olhando-as em sua mão.

Além dessa iniciativa de Presto em sempre começar por conta própria a próxima sessão, observamos que no início de uma das sessões, já na primeira peça com o *Tablet*, Presto olhou para a educadora e disse o nome da peça, e isso quando a professora só havia dito "pode começar", ou seja, ele já sabia o que ia precisar fazer e se mostrou disposto e animado a fazê-lo.

O simples fato de Presto iniciar por conta própria as sessões de jogo, já é algo positivo em relação ao incentivo que a educadora precisa fornecer à criança para que ela realizasse a atividade. O fato de ele ter se empenhado para resolver um problema (escolha entre o pentágono e hexágono previamente descrito) também é algo positivo no sentido de incentivo, já que a professora não precisou dizer nada para que Presto verificasse e encontrasse a peça correta por conta própria. E ainda tem a pronúncia, feita de forma espontânea por Presto, da forma geométrica, que ficou mais comum depois que a funcionalidade do áudio com o nome das peças foi inserida. Em algumas situações, Presto chegava a usar a mão esquerda para auxiliar no manuseio das peças, também por conta própria, sem incentivo ou intervenção por parte das professoras. Esse fato foi reparado pelas professoras, uma vez que, como ele tem hemiparesia esquerda, dificilmente usa o braço esquerdo nas atividades. Por essa razão suas educadoras chegaram a planejar e aplicar com ele determinadas atividades (atividade da bandeja laranja, pote com

tampa furada e palitos coloridos, potes e palitos com rótulos de cores) que o incentivam a usar mais seu braço esquerdo.

A pronúncia dos objetos faz parte da grande maioria das atividades que eles fazem. Dizer o nome da cor, do alimento, do calçado, do número, da forma geométrica, ou de qualquer que seja o tema da atividade está entre as atividades. Nessa fase "meio", reparamos que em algumas das atividades, a sua professora precisava constantemente incentivá-lo, não só a dizer o nome dos objetos da atividade, como também a manter o engajamento na atividade e, mesmo assim, algumas vezes nem mesmo com o constante incentivo da professora isso acontecia. Por isso, o bom nível de envolvimento que Presto teve com o Magiblocks e o fato de ele ter pronunciado, muitas vezes sem precisar de incentivo, o nome da forma, foi um fator positivo ao jogar com o Magiblocks no *Tablet*.

Ainda nessa fase "meio", ocorreu o primeiro evento que classificamos como indício de "autonomia". Em uma determinada sessão de jogo do Magiblocks, a educadora se permitiu sair do lado de Presto para ir selecionar as próximas atividades que ele iria realizar, ou seja, ela não precisou ficar ao lado dele, verificando se ele estava ou não fazendo a atividade ou ainda motivando-o para continuar fazendo. Ela pôde simplesmente sair e deixá-lo fazendo a atividade por alguns momentos. Isso ainda não havia acontecido anteriormente e só aconteceu novamente na fase "fim".

Para finalizar a fase "meio", houve dois eventos que foram erros de sistema, uma no primeiro dia e outra no último dia dessa fase. O primeiro erro aconteceu, pois Presto estava brincando com o hexágono sobre o *Tablet* durante a fase de calibração, isso afetou os valores base dos eixos do magnetômetro, que no começo ainda foram suficientes para reconhecer alguns *tokens*, mas depois que o *Tablet* foi movimentado um pouco durante a sessão, acabaram ficando com valores que não permitiam o reconhecimento. O segundo erro também aconteceu por movimentos realizados com o *Tablet* depois que a calibragem já havia sido realizada. Estes erros podem ser evitados se utilizarmos uma espécie de tabuleiro, onde o espaço para o *Tablet* e para os *tokens* fossem delimitados naturalmente (por ex. com encaixes).

#### 4.3.1.3 Fim

Esta é a fase final da interação de Presto com o Magiblocks; aqui nós descrevemos as observações feitas para os últimos três dias, do total de dez, que o jogo fez parte das atividades da sua sala.

O entendimento da lógica para Presto se manteve muito bom, sempre interagindo com segurança e demonstrando domínio tanto sobre a mecânica do jogo, como sobre os toques nos botões 'Jogar', 'próximo' e 'Fim'. Em um dos dias, o botão 'Jogar' não funcionou corretamente, pois Presto estava tocando com mais de um dedo na tela; ele mesmo se corrigiu sem a intervenção da educadora. Ele também se confundiu várias vezes entre o pentágono e hexágono, mas todas as vezes ele conseguiu descobrir rapidamente a forma correta, também sem ajuda e sem perder o interesse e o ânimo de jogar.

No segundo dia, Presto jogou pela primeira vez na dificuldade 'Avançado', que acrescenta às seis peças da dificuldade intermediária (círculo, quadrado, triângulo, retângulo, pentágono e hexágono), o coração, a estrela e o X. Nos primeiros desafios que exibiram essas novas figuras, Presto aproximou o rosto e ficou pensativo por uns instantes, mas logo depois conseguiu buscar dentre as nove peças que agora compunham o seu novo leque de possibilidades, a peça correta.

De modo geral, Presto demonstrou muito mais sinais de diversão nos últimos dois dias, que foram os dias que ele jogou no modo avançado, que em todos os outros, dando muitas risadas, falando o nome das formas com vozes engraçadas e sorrindo quase o tempo todo.

Não percebemos sinais de interação social na fase final, tirando uma olhada para o pesquisador ao acertar um dos desafios do Magiblocks, olhar para trás quando a coordenadora do núcleo de autismo entrou na sala e repetir algumas das instruções ou perguntas que a educadora fazia para ele.

O envolvimento com o jogo nessa fase final se manteve no mesmo nível quando comparado à fase anterior. Presto sempre iniciando as próximas sessões de jogo sem incentivo por parte das educadoras. Uma delas chegou a comentar "se deixar ele fica o dia inteiro", após tentar retirar o *Tablet* no final da segunda sessão do primeiro dia (da fase final); mas acabou deixando Presto jogar mais uma sessão.

Em uma das atividades da APAE, que consistia em corresponder imagens de animais e seus respectivos nomes escritos, devido à deficiência visual, Presto não lia muito bem, sempre precisando aproximar muito o rosto da imagem para tentar reconhecer o que estava escrito, e nós acreditamos que é por causa disso que ele demonstrou um envolvimento baixo com essa atividade.

Presto só utilizou a mão esquerda durante o último dia, algumas vezes mantendo o *token* na mão, esperando talvez uma possível repetição, e curiosamente ele a utilizou para apoiar o braço direito durante a quinta sessão de jogo. Não sabemos ao certo o porquê; talvez ele tenha cansado o braço de fazer os movimentos do jogo, talvez estivesse só brincando, não pudemos definir ao certo.

No primeiro dia da fase avançada (não confundir com a dificuldade avançada do jogo), as atividades tradicionais (de pastas, pranchas ou puzzle) diárias que as crianças faziam foram substituídas por três outros jogos para *Tablet* desenvolvidos para crianças com autismo<sup>3</sup>. O primeiro é um quebra-cabeça de animais, onde o jogador deve usar '*drag and drop*' para colocar as peças espalhadas pela tela do *Tablet* em suas posições corretas. O segundo é um *matching* de cores: o jogo apresenta três molduras de alguma cor, e então apresenta um quadrado que tem a mesma cor de uma das molduras, o jogador deve usar também o '*drag and drop*' para colocar esse quadrado na moldura de mesma cor. O terceiro jogo é uma transposição de objetos do lado esquerdo do *Tablet* para o direito, usando figuras como maçãs, bolas, entre outros, também usando o '*drag and drop*' para reposicionar as figuras. Infelizmente, o *Tablet* que estava sendo usado apresentou alguns problemas, durante o '*drag and drop*', o *Tablet* não permitia que o usuário fosse até o final do movimento, antes de chegar ao destino pretendido, o *Tablet* reagia como se o jogador tivesse retirado o dedo da tela, a figura então voltava para sua posição inicial, mesmo que o dedo ficasse em contato com a tela o tempo todo. Isso atrapalhou muito a interpretação das reações de Presto, pois ele acabou ficando nervoso ao jogar, não deixava a professora ajudá-lo, e algumas vezes até de forma grosseira retirava a mão da educadora de perto do *Tablet*. Usando somente o touch, os movimentos de Presto estavam grosseiros, e várias vezes o *Tablet* era

---

<sup>3</sup> Estes três jogos foram baixados do Google Play, não são produto desta pesquisa, e seu uso não fazia parte do plano deste estudo, ele foi fruto da iniciativa da coordenadora do núcleo de autismo da APAE, que já pensava em utilizar o *Tablet* do núcleo de autismo nas atividades há algum tempo.

movimentado no sentido que seu dedo realizava o '*drag and drop*'. Apesar disso, ele nos pareceu muito interessado no jogo, que tinha muitas cores e vários sons ao apertar outro botão, e também apresentava um som de congratulação quando o jogador cumpria a fase do jogo.

A Figura 4.1 exibe os tempos médios que Presto usou para encontrar a solução para cada desafio em cada dia de interação, com exceção do primeiro dia, pois a função de cadastro no banco de dados ainda não estava totalmente funcional. O objetivo desse gráfico é mostrar como o tempo médio de acerto aumenta quando a dificuldade avança. Da dificuldade iniciante (dia 2, ou seja, segundo dia de interação de Presto, mas quarto dia de atividades com o Magiblocks) para a intermediária (dia 3), o tempo médio sobe de 4.5 para 6.5, mas depois se mantém mais baixo que o primeiro dia (5.8, 5.4, 3.4 e 4.3). Ao passar da dificuldade 'intermediária' para 'avançado', o tempo médio se mantém em 6.0, e diminuindo para 4.7 no último dia.

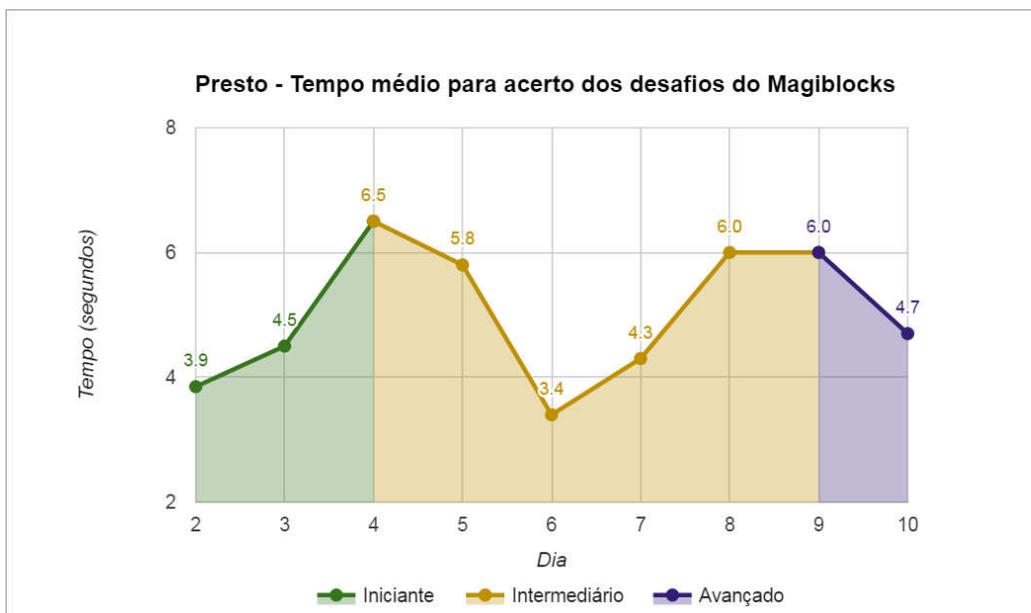


Figura 4.1 - Presto: Tempo médio para concluir os desafios do dia.

### 4.3.2 Hank

Hank é um garoto autista de 8 anos de idade, não possui nenhuma deficiência física e não se comunica verbalmente (não presenciei durante esses três meses e meio de atividades). Hank 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, imaginei que sua interação com o Magiblocks fosse mais fácil e natural; porém a prática se mostrou muito diferente, como descrevemos adiante.

A interação de Hank com o Magiblocks totalizou sete dias (menos que Presto), devido a algumas ausências de Hank. A análise da interação seguiu a mesma estratégia anterior, dividindo os dias de interação nas fases (de menor duração) de **início** (primeiros dois dias), **meio** (três dias seguintes ao início) e **fim** (últimos dois dias). Em cada uma dessas fases, analisamos as mesmas características principais:

- Diversão;
- Entendimento da lógica;
- Interações sociais.

Adicionando as seguintes características ou comportamentos específicos da interação de Hank:

- › Comportamento resistente;
- › Necessidade de incentivo;
- › Interesse em explorar o *Tablet* (botão 'home');
- › Desinteresse no Magiblocks;
- › Impaciência;
- › Intervenção da educadora;

#### 4.3.2.1 Início

A fase 'início' foi a fase em que Hank jogou mais sessões do Magiblocks, totalizando 5 sessões em dois dias, que é a mesma quantidade de sessões de todos os outros cinco dias distribuídos entre as fases 'meio' e 'fim'. Infelizmente não tenho o registro das atividades tradicionais da APAE que Hank realizou no primeiro dia, mas no segundo dia, foram três atividades, todas de pasta (exemplificadas na Figura 3.1 c e d):

- Sobreposição de animais: figura e nome;
- Transposição de objeto: colocar as maçãs na árvore;
- Sobreposição de animais: somente figura, maiores e sem o nome.

Nessa fase, mais especificamente na primeira sessão que Hank jogou o Magiblocks, foi o único momento que percebemos demonstrações de diversão

durante todos os sete dias em que o Magiblocks fez parte da rotina de atividades. Ao contrário do que nós esperávamos, já que ele tinha familiaridade com *Tablets* devido à sua rotina em jogos de quebra-cabeça neste tipo de dispositivo. Nessa primeira sessão, Hank estava sorridente durante quase todo o tempo que interagiu com o Magiblocks e demonstrou gostar do som que o jogo fazia quando um acerto acontecia. Não percebemos estes sinais de diversão em mais nenhuma das atividades (tanto com o Magiblocks quanto com as atividades da APAE) que Hank realizou.

Na grande maioria das vezes, Hank foi capaz de reconhecer a peça que estava sendo pedida: quando era um quadrado, ele pegava o quadrado; quando era um triângulo, ele pegava o triângulo; e assim por diante. O maior problema que percebemos sobre o entendimento de Hank da lógica do Magiblocks, é que o jogo exige uma precisão do jogador; não se pode simplesmente colocar o *token* mais ou menos sobre a imagem do *Tablet*; é preciso fazer a sobreposição da forma mais correta possível para que o jogo efetive o acerto do desafio, e Hank não interage dessa forma; ele pega o *token* e coloca sobre a imagem de forma rápida e não exatamente sobreposta à imagem do *Tablet* (demonstrando impaciência algumas vezes), e isso não gera o acerto, sendo necessária a intervenção da educadora. Hank sabia como usar a interface touch do *Tablet*, mas ele não soube utilizá-la no Magiblocks: quando era necessário que ele tocasse no botão de próximo depois de acertar um desafio, na maioria das vezes ele não o fez, ele já queria pegar outro *token* sem ter passado para o próximo desafio (tocado no botão de próximo); o resultado disso foi uma quantidade significativa de intervenções da professora (ver Tabela 2 do Apêndice I), mostrando como interagir com o Magiblocks.

Hank demonstrou um bom entendimento da lógica nas três atividades tradicionais da APAE que realizou nessa fase. A única atividade em que a intervenção da educadora foi visivelmente necessária foi a primeira, que era a sobreposição de figuras de animais, pois Hank perdeu a atenção e o foco na atividade, as vezes procurando onde deveria colocar a figura que ele pegou. Na segunda e terceira atividades, Hank foi ágil e colocou rapidamente todas as peças em suas posições corretas, tomando cuidado para que todas ficassem alinhadas corretamente.

Nessa fase, percebemos apenas dois comportamentos que pude classificar como interação social: em um determinado momento, Hank queria apertar o botão "home" do *Tablet*, e ver quais outros jogos encontraria, a educadora que estava conduzindo a atividade o impediu de tocar no botão 'home' e chamou sua atenção de volta para o jogo; ele então pega um *token* e olha para a outra educadora (que está apenas observando a atividade para auxiliar no que fosse preciso), como se estivesse buscando a sua aprovação para tocar o botão 'home' e, ao invés de jogar o Magiblocks, explorar os outros aplicativos do *Tablet*, mas ela também diz que não e faz um sinal com o dedo e ele acaba voltando sua atenção para o jogo. Os outros dois aconteceram durante sua interação com as atividades da APAE: a primeira foi Hank atender ao pedido da sua professora e fechou a pasta da segunda atividade; a segunda foi Hank olhar para mim curioso enquanto a sua educadora buscava sua próxima atividade.

Descritos os eventos da fase início, sobre as três principais características que este estudo está focado, vamos passar agora para as características específicas da interação de Hank, tanto com o Magiblocks quanto com as atividades da APAE.

Hank apresentou comportamentos resistentes às atividades, muito mais enquanto interagiu com o Magiblocks que quando interagiu com as atividades da APAE. Estes comportamentos resistentes eram manifestados de diferentes formas, na maioria das vezes, Hank colocava os cotovelos sobre a mesa e apoiava a cabeça em suas mãos, ignorando a atividade e o que precisava ser feito, olhando em um ponto fixo à sua frente; em outras ele recolhe os braços para baixo da mesa e olhando para frente ou para o *Tablet*, mas também ignorando o próximo passo da atividade. Sempre que Hank se comportava assim, a educadora precisava intervir para que ele continuasse a atividade e, quando era o caso do Magiblocks, Hank, apesar de executar o próximo passo da atividade, voltava a ficar com a cabeça apoiada nas mãos, demonstrando sua insatisfação em ter que fazer a atividade.

No segundo dia dessa fase 'início', ocorreu o único evento em que Hank apresenta comportamento autolesivo. Na metade da primeira atividade, Hank bate na própria cabeça várias vezes; quando a educadora o impede, ele morde a própria

mão, mas para rapidamente e volta a fazer a atividade, apresentando o mesmo comportamento resistente descrito anteriormente mais duas vezes.

A intervenção da educadora foi necessária em várias situações. Consideramos como intervenção, tudo o que a educadora precisou fazer para que a criança continuasse a atividade, podendo ser, por exemplo, um incentivo, uma explicação, uma demonstração, abrir novamente a atividade caso a criança toque no botão 'home' ou até mesmo reiniciar a sessão caso o Magiblocks pare de reconhecer os *tokens*.

Essas intervenções foram observadas muito mais durante a interação de Hank com o Magiblocks que durante as atividades tradicionais da APAE. Curiosamente, as observações a respeito das intervenções necessárias no uso do Magiblocks foram muito mais necessárias durante a interação de Hank, que já tinha familiaridade com o *Tablet*, que durante a interação de Presto, que não tinha essa familiaridade com o *Tablet*. Isso nos levou a interpretar que a familiaridade com o *Tablet* não garante o interesse ou o bom entendimento da criança na atividade.

A única observação relacionada à impaciência nessa fase aconteceu na última sessão do primeiro dia: Hank coloca o *token* sobre o *Tablet* e retira a mão rapidamente, não gerando acerto, ele retira e coloca o *token* novamente sobre o *Tablet* várias vezes, mas não se preocupa em alinhar o *token* com a imagem, e com isso a educadora precisa intervir e mostrar a ele como ajustar a peça sobre a imagem.

Imaginamos que, para ele, só colocar a peça sobre o *Tablet* bastaria para o reconhecimento, sem precisar ajustar a peça sobre a imagem, e isso pode ser, em parte, um dos motivos para ele demonstrar resistência ao Magiblocks.

Observamos um pouco de desinteresse por parte de Hank ao realizar algumas atividades, que nesta fase 'início', aconteceu apenas durante a interação com o Magiblocks. Hank demonstra desinteresse colocando o *token* de qualquer maneira sobre o *Tablet* e voltando sua atenção para outra coisa, na maioria das vezes se virando para observar algo na sala ou fixar o olhar para frente. Em uma das vezes, o desinteresse é percebido juntamente com um comportamento de resistência, como aconteceu na primeira vez que percebi um desinteresse pela

atividade (Magiblocks) que ele estava fazendo, Hank estava apoiando a cabeça nos braços (demonstrando claramente sua resistência em realizar a atividade) e com muita má vontade, tentava reposicionar o *token*, mas ele tentava rapidamente e parava; na quarta vez, a professora entrevistou e mostrou como o reposicionamento deveria ser feito.

Como dito anteriormente, Hank tem familiaridade com o *Tablet*, ele sabe como utilizar a barra de menu do Android, e isso ficou bem claro já nas suas primeiras interações com o Magiblocks. Em sete ocasiões no primeiro dia e em duas no segundo, Hank tocou de forma muito ágil e precisa no botão "Home", fazendo com que a atividade fosse colocada em background e trazendo à frente a tela principal do *Tablet*, sem dúvida para procurar algum outro jogo ou quebra-cabeça que seja de sua preferência. Sempre que ele tocava ou tentava tocar no botão "Home", a educadora ou o impedia de procurar outro jogo e abria novamente o Magiblocks, ou o impedia antes mesmo que ele pudesse tocar no "Home". Talvez o fato de ele estar fazendo uma atividade no *Tablet*, o lembre dos quebra-cabeças que ele gosta de fazer no *Tablet* de sua casa, e ter que interagir com o *Tablet* mas não no que ele quer fazer, pode ter contribuído tanto para o comportamento resistente quanto para a impaciência.

#### 4.3.2.2 Meio

Nesta fase, Hank interagiu com o Magiblocks por apenas uma sessão por dia, sendo que no último dia dessa fase (quinto dia no total de sete dias) ele não chegou a terminar a sessão (descreverei sobre isso mais adiante). Nesses três dias, Hank realizou seis atividades tradicionais da APAE, todas elas eram de prancha (exemplificadas nas Figuras 3.1 a e b) e estão descritas a seguir.

Atividades da APAE realizadas no primeiro dia (terceiro no total de sete dias):

- Montagem de quatro blocos grandes de LEGOs coloridos (verde, amarelo, vermelho, azul);
- Colocar argolas (vermelha, amarela ou azul) nos pinos correspondentes;
- Rosquear duas tampas, uma pequena (garrafa pet) e uma grande;

Atividades da APAE realizadas no segundo dia (terceiro no total de sete dias):

- Transposição de bolas coloridas (todas no mesmo pote de destino);
- Montagem de quatro blocos grandes de LEGOs coloridos (verde, amarelo, vermelho, azul);
- Transposição de aros brancos em um pote único de destino.

No terceiro dia, Hank realizou atividades com o *Tablet* da APAE, envolvendo três jogos:

- Quebra-cabeça com imagens de animais;
- Transposição de objetos;
- Correspondência de cores.

Descrevemos previamente (na fase 'meio' de Presto), algumas alterações que fizemos no Magiblocks (mudança do áudio de congratulação, *tokens* pintados de azul, áudio e texto para cada figura geométrica), Presto começou a interagir com a nova versão do Magiblocks no seu quinto dia, Hank já começou essa fase (terceiro dia) com essas mudanças. Dizemos isso por duas razões: a primeira é para mostrar que as crianças interagiram com o Magiblocks em quantidades diferentes de dias, e a outra é que essas mudanças podem gerar algum impacto, positivo ou negativo, na interação das mesmas. Por isso preferimos deixar claro quando cada criança começou a interagir com essa nova versão do Magiblocks.

Seguindo a mesma ordem de características observadas, não percebemos expressões ou comportamentos de Hank que mostrassem diversão. Consideramos que talvez a ausência pudesse ser consequência das mudanças que o jogo apresentou já no primeiro dia dessa fase, mas descartamos a ideia, já que no segundo dia, Hank também não demonstrou divertimento, e essas alterações ainda não haviam sido realizadas.

Nesta fase, devido à sua familiaridade com o *Tablet*, nós esperávamos que Hank apresentasse um melhor entendimento da lógica do funcionamento dos três passos centrais do Magiblocks: saber escolher o *token* correspondente à imagem; como colocá-lo sobreposto à imagem no *Tablet* de forma correta; e como e quando tocar no botão de próximo. Contudo, o único passo que Hank realizou corretamente e sem precisar de ajuda (ainda que não fossem todas as vezes), foi

escolher o *token* correto quando o desafio era apresentado, e mesmo assim, algumas vezes foi necessário que a professora o incentivasse a escolher alguma das peças, devido ao seu comportamento resistente que foi mais frequente que no início (mesmo com a quantidade de sessões diminuindo quase que pela metade, e a adição das novas características do Magiblocks). Tocar no botão 'próximo' sem a ajuda da professora foi percebido poucas vezes, mas o mais curioso, é que quando ele toca sozinho no botão 'próximo', ele o faz de forma precisa e ágil, o que nos leva a acreditar que ele ou não quer passar para o próximo desafio (desinteresse), ou não entendeu a lógica do jogo (a sequência de três passos anteriormente descritos). Quando os ajustes de posição do *token* eram necessários, Hank demonstrava, na maioria das vezes, desinteresse e má vontade para realizá-los, o que resultava em uma intervenção da professora.

Em um dos desafios do último dia dessa fase, Hank tentou sobrepor o *token* duas vezes, dessa vez mais tranquilo e centrado na atividade, ao tentar três vezes, ele pede ajuda à sua educadora, puxando sua mão, que o ajuda depois de incentivá-lo a tentar mais uma vez. Ele pediu ajuda novamente em outros dois desafios, no segundo, percebendo que o posicionamento estava quase correto, mas o jogo não efetivava o acerto a professora o ajudou, e no terceiro, ela só o incentivou sem ajudá-lo, e ele acabou conseguindo fazer sozinho.

Outro comportamento frequente de Hank foi: na maioria dos desafios, depois de concluí-lo, Hank devolvia o *token* para a mesa e ficava aguardando, a professora precisava incentivá-lo a tocar no botão de próximo dizendo "próximo Hank", ele então pegava algum dos *tokens* e tentava colocar sobre a tela, sem tocar no botão 'próximo'. Esse comportamento sugere que Hank não compreendeu a função do botão próximo, e está desinteressado da atividade, necessitando, quase sempre, de incentivo para realizar alguma ação no Magiblocks.

A interação social nessa fase se resume aos pedidos de ajuda que Hank fez à sua educadora, e já foram descritos anteriormente.

O comportamento resistente, a impaciência e o desinteresse de Hank para interagir com o Magiblocks foram muito presentes nessa fase, manifestado tanto da mesma forma descrita anteriormente quanto com tentativas de encerrar a atividade. Todos os dias dessa sessão Hank tentou entregar o *Tablet* para a sua

educadora antes de terminar a atividade. Essa constante resistência de Hank com a atividade, agora mais declarada, nos intrigou, e tentando encontrar uma razão para ela, pensamos nas seguintes possibilidades: Hank talvez não tenha gostado das mudanças do Magiblocks; talvez seja intolerante à precisão necessária na sobreposição do *token* na imagem; o fato de estar usando um *Tablet*, mas ter que interagir com o Magiblocks e não com os quebra-cabeças que ele gosta o desaponta.

Revedo os vídeos e anotações que fizemos sobre Hank, percebemos que quando Hank realiza as atividades da APAE, ele demora de 7 a 73 segundos (por atividade), com média de 39 segundos por atividade, já com o Magiblocks, o tempo na atividade é muito maior, de 129 segundos (00:02:09) a 545 segundos (00:09:05), com média de 236 segundos (00:03:56). A Figura 4.2 mostra o tempo que Hank interagiu com o Magiblocks e a média de tempo que Hank interagiu com as atividades tradicionais da APAE em cada dia. No dia 1, não gravamos as atividades da APAE, e no dia 5, as atividades foram realizadas no *Tablet* com os jogos touch, por isso não estão marcados no gráfico.

As intervenções da professora nessa fase continuaram frequentes e pelas mesmas razões da fase anterior: ajuda para selecionar o *token* correto; ajuda para tocar no botão 'próximo' (tanto quando ele não está interagindo mais com o Magiblocks, quanto quando está tentando colocar outro *token* sobre o desafio que já foi cumprido); muita ajuda para realizar os ajustes finos na sobreposição do *token* na imagem do *Tablet*; colocar a atividade novamente quando Hank pressiona o botão 'Home'; e fazer com que Hank volte a interagir com o Magiblocks.

No último dia, em duas ocasiões, percebemos ansiedade em Hank para finalizar a atividade. Em uma das vezes que ele estava pedindo ajuda da educadora, a outra ele fazia movimentos repetidos, abrindo e fechando a mão e balançando a perna, como fazemos quando estamos desconfortáveis ou ansiosos em alguma situação. Nesse dia ele nem chegou a terminar a primeira sessão de jogo, ele entregou o *Tablet* para a professora e não o aceitou quando ela tentou insistir para ele terminar a atividade. Esse foi o único dia em que Hank não terminou nem uma sessão de jogo.

Hank também interagiu com três jogos no *Tablet* da APAE, os mesmos que Presto. Na maior parte do tempo, Hank jogou o quebra-cabeça de animais, e ficou claro o seu entendimento da lógica desse jogo, ele é muito rápido para entender onde cada peça deve ser colocada e sabe inclusive navegar no jogo para escolher outros animais para montar. Como o *Tablet* estava apresentando um problema ao utilizar o '*drag and drop*' no touch, Hank pediu ajuda a uma das educadoras próximas a ele algumas vezes, quando ele tentava e não conseguia colocar a peça no lugar correto, tanto no jogo de quebra-cabeças quanto no jogo de transposição de figuras. Já o último jogo, que é o jogo de correspondência de cores, Hank jogou um pouco, mas logo nos primeiros movimentos, ele perdeu o interesse na atividade, e a educadora o incentivava e mostrava como fazer para cumprir o objetivo do jogo, mas ele não demonstrou muito interesse nele, ele simplesmente interagiu com a opção do jogo de acender as luzes próximas ao quadro de cada cor e ficou por isso mesmo.

Observando sua interação com esses jogos, nós vimos que ele não se esforça muito quando não tem interesse pelo jogo/atividade, e isso nos fez pensar sobre o seu entendimento sobre o Magiblocks; talvez ele tenha entendido melhor do que nós conseguimos perceber, mas como ele claramente não tem muito interesse pela atividade (aqui nós acreditamos que isso aconteça mais pela precisão na sobreposição que o jogo requer do jogador) ele não se preocupa em cumprir os seus três passos centrais, só quer acabar logo com a atividade.

Um fato curioso, que ainda não estamos certos em como interpretar, aconteceu enquanto ele interagia com o jogo de quebra-cabeças: ao finalizar um deles, o jogo o parabeniza e ele começa a abrir e fechar a mão e bater em sua cabeça (comportamento autolesivo), como o fez ao jogar um dos jogos tradicionais da APAE na fase 'início'. Como ele estava claramente mais concentrado e disposto a montar o quebra-cabeça, por que então apresentou um comportamento negativo durante uma atividade de seu interesse? Ele não apresentou esse comportamento autolesivo em nenhuma outra atividade, nem mesmo com o Magiblocks, que ele demonstrava resistência e desinteresse.



Figura 4.2 - Tempo de interação de Hank com as atividades por dia.

#### 4.3.2.3 Fim

Na fase final, que é composta pelos dois últimos dias de interação de Hank com o Magiblocks, da mesma forma que na fase anterior, ele também só realizou uma sessão por dia, mas fez todos os dez desafios de cada sessão.

Hank realizou oito atividades tradicionais da APAE, seis de prancha e duas de pasta, com a seguinte distribuição:

Primeiro dia, somente atividades de prancha:

- Colocar argolas (vermelha, amarela ou azul) nos pinos correspondentes;
- Montagem de quatro blocos grandes de LEGOs coloridos (verde, amarelo, vermelho, azul);
- Transposição de aros brancos em um pote único de destino;
- Colocar argolas (vermelha, amarela, azul, verde e branca) em um único pino.

Segundo dia, os dois primeiros são de prancha e os dois últimos de pasta:

- Colocar argolas (vermelha, amarela ou azul) nos pinos correspondentes;
- Montagem de quatro blocos grandes de LEGOs coloridos (verde, amarelo, vermelho, azul);
- Sobreposição de formas geométricas (triângulo, círculo e quadrado);
- Sobreposição de animais (macaco, leão e galo).

No Magiblocks, Hank demonstrou um melhor entendimento da lógica nessa fase, apesar do desinteresse.

No primeiro dia, Hank conseguiu fazer quase toda a sessão sozinho, ou com no máximo a instrução da professora, onde ela pedia a ele para tirar a peça de cima do *Tablet* (quando o desafio já estava cumprido), fazer os ajustes de sobreposição, ou tocar na 'setinha' (botão de próximo). A sua educadora ficou surpresa e impressionada com esse comportamento de Hank. Nesse dia, ela só entrevistou (pegando na mão de Hank e realizando o movimento ou a ação necessária) quatro vezes, um número muito menor que em todos os outros dias de interação com o Magiblocks, mesmo que entre uma ação e outra, Hank ficasse naquela posição onde ele colocava os cotovelos sobre a mesa e apoiava a cabeça sobre as mãos, olhando para o *Tablet* como se estivesse pensando se vai ou não continuar interagindo. Apesar de esse comportamento ter sido interpretado como uma resistência à interação com o Magiblocks nas fases anteriores, aqui nós os vimos mais como uma impaciência, pois ele estava mais focado na atividade e as intervenções foram muito menores, ou seja, ele interagiu com o Magiblocks, sem precisar que a sua educadora pegasse em sua mão e mostrasse qual o próximo passo que ele tinha que executar.

Ainda nesse dia, aconteceu um fato interessante: Presto saiu de onde estava e foi se sentar na carteira ao lado da de Hank, observando-o enquanto ele jogava o Magiblocks, Hank observou por um tempo, mas depois desviou o olhar para sua carteira e para o *Tablet*; Dianna ficou observando os dois quase todo o tempo. Esse tipo de comportamento não foi observado quando alguma criança estava realizando uma atividade tradicional da APAE.

O segundo dia foi o primeiro e último dia em que Hank interagiu com o Magiblocks no nível intermediário. No começo ele interagiu da mesma forma que no dia anterior, selecionando peças corretas e sendo necessário somente a instrução verbal da professora com o que deveria ser feito. Em um dos desafios, Hank ficou mais tenso e nervoso, quase começou a chorar, mas a professora o acalmou, depois de acertar o desafio, ele tentou entregar o *Tablet* para a professora, tentando encerrar a atividade, e logo depois, começou a chorar. Depois disso a professora entrevistou mais, mostrando a ele qual peça pegar quando ele se confundia (o que aconteceu mais com o retângulo, pentágono e hexágono, as peças adicionadas na dificuldade intermediária), voltando a colocar a atividade quando Hank toca no botão

'home' do *Tablet* e finalmente o parabenizando quando a atividade com o Magiblocks é finalizada.

Apesar de ter conseguido cumprir muitos desafios corretamente somente com a instrução verbal da educadora, não pudemos deixar de perceber que algumas vezes, ele não seguia a instrução dada, por exemplo: a educadora pedia que ele retirasse a peça depois do acerto, mas ele tentava ajustar a posição, e insistia na mesma ação, mesmo quando a educadora repetia a instrução.

Hank fez as atividades da APAE com mais facilidade, e com muito menos resistência (às vezes nenhuma) do que a do *Tablet*. Por ele repetir muitas vezes a mesma atividade, ela pode se tornar monótona, sendo que o único fator imprevisível é a posição inicial das figuras nas pastas, e o arranjo das peças que ficam nas caixas das atividades de prancha. Fora isso, o passo a passo da atividade não apresenta fatores imprevisíveis como no Magiblocks. Inclusive, talvez seja essa imprevisibilidade que o Magiblocks apresenta que o deixe nervoso, ansioso ou desconfortável. Outra coisa que pode causar o desconforto com o Magiblocks é justamente sua familiaridade com o *Tablet*, fazendo com que ele queira jogar os jogos de quebra-cabeça que ele está acostumado, e não o Magiblocks que está sendo proposto para ele no momento das atividades, e por não poder jogar o jogo que ele quer, ele perde o interesse no Magiblocks.

#### 4.4 Depoimento das Professoras

Para obtermos uma visão mais ampla sobre o impacto do Magiblocks, tanto na rotina das crianças quanto na rotina das professoras, colhemos o depoimento de três das seis professoras 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 auxilia muito as atividades de pastas já desenvolvidas para os 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 perceberam as professoras: "percebemos que trouxe mais ansiedade e menos vontade de realizar a atividade, que foi o caso de [Hank]".

Quando questionamos sobre o que elas acham que poderia ser adicionado ou modificado no jogo, elas destacaram que "poderiam ser criados novos jogos como, por exemplo: em cima de datas comemorativas, ou sobre os conteúdos trabalhados no decorrer do ano letivo, para que possamos sempre apresentar novidades para as crianças, para que os mesmos não se desinteressem pelo jogo", esta sugestão mostra seu reconhecimento e preocupação quanto ao desinteresse demonstrado principalmente por Hank; porém, também mostra o interesse em adotar esta nova forma de atividade na rotina das crianças.

No final do depoimento, questionamos sobre as observações que realizamos sobre os dois estudos de caso, buscando algo que pudesse explicar os comportamentos observados em cada um. Sobre Presto, as professoras disseram que ele já havia demonstrado o mesmo nível de imersão que teve com o Magiblocks, com outras atividades tradicionais da APAE, disseram também que ele "é um aluno que gosta muito de aprender" e que "dentro de suas possibilidades, ele já resolve suas atividades sozinho, conhece números, letras e faz leitura"; e isso explica em parte a autonomia e imersão observadas durante a interação de Presto com o Magiblocks. Sobre Hank, elas disseram que ele "é um aluno que já tem uma certa intimidade com o *Tablet*, ele já tem os jogos que gosta de jogar, e manuseia perfeitamente o *Tablet*. Achamos que pode ser esse o fato causador de seu desinteresse e resistência. Com isso teremos que analisar os jogos que ele mais gosta para adaptarmos jogos educativos com os Magiblocks para ele", mostrando que concordam com nossa hipótese que seu conhecimento prévio sobre *Tablets*, e os jogos que ele pode conter, pode ter sido a causa de seu desinteresse no Magiblocks.

#### 4.5 Considerações Finais

Cada criança que participou da atividade com o Magiblocks possui características e bagagens diferentes uma da outra, algumas possuem familiaridade

com tecnologia (computadores, *Tablets* e *smartphones*, por exemplo), outras são muito agitadas, algumas não demonstram interesse em nada que as professoras promovam como atividade (julgando pela minha experiência durante estes cinco meses), dentre outras muitas diferenças entre elas. Por isso, não é possível tirar conclusões generalizadas neste estudo, não podemos afirmar que o jogo vai, por exemplo, ajudar a acalmar uma criança autista que esteja nervosa, como aconteceu com o Presto, nem que ela se divirta como ele. Todas as observações e constatações aqui descritas podem inclusive ser situacionais, ou seja, aconteceram porque no momento que a atividade foi realizada, fatores como: humor, medicação, acontecimentos prévios à chegada da criança na escola, relacionamento com os pais e familiares, dentre outros inúmeros fatores levaram a tal comportamento, portanto, não podemos esperar que eles se repitam. Entretanto, a resposta das crianças ao uso do Magiblocks mostrou indícios que sugerem que o Magiblocks pode despertar o interesse de crianças com autismo para a atividade de reconhecimento de formas geométricas, ao ponto dela querer interagir muitas vezes com o jogo; a lógica do jogo pode ser rapidamente compreendida pelas crianças, e utilizada de forma mais autônoma, ou seja, sem a constante intervenção da educadora para explicar como a atividade deve ser realizada; a aleatorização da sequência de formas geométricas estimula a cognição das crianças, ou seja, elas precisam raciocinar para escolher a peça correta e percebemos assim processos cognitivos mais sofisticados do que a memorização apenas; a riqueza de estímulo que o *Tablet* pode oferecer é atrativa para outras crianças: observamos algumas crianças prestarem atenção nas que estavam interagindo com o Magiblocks.

Os dois estudos de caso exemplificam duas possíveis reações extremas das crianças no uso desse sistema, uma positiva, e outra negativa. Ambas, inclusive, inesperadas, já que a criança mais nova (8 anos), com familiaridade com *Tablets*, e que realiza atividades de nível mais iniciante apresentou a reação desfavorável, e a criança mais velha (13 anos), que não possuía familiaridade com *Tablets* e que realizava atividades mais avançadas, demonstrou uma reação muito favorável ao interagir com o Magiblocks. A surpresa nos testes práticos nos levou a repensar a hipótese (uma atividade que faça uso de uma interface tangível móvel pode ser atraente para as crianças autistas e útil para as cuidadoras, aumentando o nível de engajamento das crianças na atividade proposta) levantada neste trabalho;

somente o uso de interação tangível móvel pode não ser suficiente para que o engajamento e diversão sejam promovidos de forma abrangente; talvez se o sistema permitir alguma forma de personalização da recompensa, por exemplo, tocando um áudio ou exibindo um miniclípe que seja sobre algo que a criança goste, as chances da criança apresentar o mesmo comportamento que a criança do segundo caso seja menor. O depoimento das professoras das crianças mostrou que ele é fácil de compreender e auxilia nas atividades das educadoras, além disso, interpretaram o desinteresse de Hank nas atividades da mesma forma que nós, e forneceram novas informações sobre Presto, que podem explicar o seu alto nível de engajamento com o Magiblocks.

## 5. Conclusões

A ideia deste trabalho foi concebida a partir de observações realizadas na APAE de Poços de Caldas/MG, onde tivemos a oportunidade de aprender na prática, e de forma mais aprofundada, como funciona a rotina de atividades das crianças autistas, desde atividades individuais, até laboratório de informática e relaxamento. A partir destas observações, fizemos uma revisão sistemática de literatura sobre a utilização de tecnologias computacionais de interação tangível no tratamento de crianças com autismo, conforme Capítulo 2. Além da revisão sistemática, foi necessária uma revisão manual de literatura para buscar trabalhos que envolvessem o desenvolvimento de interação tangível para dispositivos móveis. Estas revisões de literatura nos permitiram responder algumas das questões de pesquisa que nos fizemos:

- Pergunta: Como as interfaces tangíveis são avaliadas como uma intervenção no tratamento de crianças com autismo?

Resposta: A maioria (66,7%) dos trabalhos utilizou tanto avaliações quantitativas quanto qualitativas, trabalhos que somente utilizaram avaliações quantitativas representam 22,2% dos trabalhos, e os que somente utilizaram avaliações qualitativas apenas 11,1%. De forma geral, para as quantitativas, os métodos mais comuns foram o ANOVA, D'Mello Score e Two-sample Test; e para as qualitativas, foram utilizadas observações, entrevistas e análise/codificação dos vídeos que registraram as atividades. Estes resultados indicam a preferência dos autores em utilizar ambas as formas de avaliação, buscando uma avaliação mais completa. Entretanto, a prática de avaliação das tecnologias em contextos reais de atividades escolares dessas crianças ainda é pouco usual, tendo em vista que dos nove trabalhos, apenas Escobedo *et al.* (2013) utilizou o seu sistema nesse contexto.

- Pergunta: Como criar uma interface tangível através de um *Tablet*?

Resposta: Cinco trabalhos que mostram interfaces tangíveis criadas através de um *Tablet* foram encontrados: Magnetic Appcessories, TUIC, MagiTact, GaussBricks e Portico. Entretanto, os aspectos técnicos/tecnológicos envolvidos na criação de tais sistemas nem sempre eram explicitados ou eram complexos para o cenário de uso que pretendíamos criar.

- Pergunta: As crianças se divertem interagindo com atividades desenvolvidas em TUI?

Resposta: Sim, a diversão é reconhecida na forma de risadas e expressões de diversão, manifestadas geralmente ao verem uma animação e/ou escutando os sons que a aplicação reproduz. Em sete dos nove artigos, os autores usam entusiasmo, diversão, excitação, alegria e/ou facilidade quando caracterizam a interação das crianças com os seus sistemas tangíveis. Esse resultado representou uma motivação a mais para atingirmos o objetivo deste trabalho.

Depois de responder essas perguntas, utilizamos as informações obtidas nas revisões de literatura, e a experiência obtida nas observações da rotina das crianças, para elaborar e desenvolver o Magiblocks, um sistema para *Tablets* onde o usuário interage através de uma interface tangível. A interação é feita utilizando-se *tokens* que foram construídos diretamente em formas geométricas (quadrado, triângulo, hexágono, etc.); cada um destes *tokens* possui ímãs em seu interior, em configurações (posições) e quantidades diferentes, fazendo com que cada *token* produza combinações distintas de vetores de força magnética; isso é o que permite que a aplicação os reconheça. Finalmente, observamos oito crianças por cinco meses em suas práticas incluindo o uso do Magiblocks e descrevemos neste trabalho o estudo de caso de duas das crianças (Presto e Hank), que frequentam a escola especial onde o sistema foi concebido e que representam resultados extremos. O estudo de caso de Presto mostrou resultados positivos em relação à diversão e engajamento, o de Hank não mostrou resultados favoráveis, diferentemente do esperado, principalmente porque ele já tinha familiaridade com o uso de *Tablets*, ao contrário de Presto.

## 5.1 Respondendo a Pergunta Inicial

Os Capítulos 1 e 2 apresentaram a pergunta de pesquisa de nível mais alto, e sua resposta agora é aqui sumarizada, com base nos resultados que já foram descritos no Capítulo 4, os estudos de caso.

Pergunta: Como criar uma TUI que seja simples, atraente e útil no processo educativo de crianças autistas?

Conforme demonstramos ao descrevermos os aspectos técnicos do funcionamento do jogo desenvolvido nessa pesquisa – o Magiblocks – a criação de uma TUI que seja simples, atraente e útil no processo educativo de crianças autistas

é perfeitamente possível de ser realizada ao aliarmos uma interface tangível à riqueza de estímulos, à previsibilidade e à possibilidade de armazenamento de informações sobre a interação de cada criança, entre outras características, que o uso de sistemas computacionais oferece no tratamento de crianças com autismo. Dessa forma, novos horizontes de vantagens e utilidades são incorporados como a redução do esforço cognitivo, facilidade de uso, eficácia de aprendizado, e maior engajamento das crianças na lição proposta pela atividade. Alguns dos trabalhos futuros podem ter como objetivo adicionar funcionalidades ao Magiblocks que permitam que as educadoras das crianças possam entender melhor as diferentes reações das crianças no uso do sistema, personalizar alguns de seus elementos, como, por exemplo, a forma de recompensa, numa tentativa de deixar a experiência de cada criança mais atrativa considerando seus interesses e condições individuais.

## 5.2 Contribuições

Este trabalho contribui nos aspectos técnicos, com a viabilidade do algoritmo que permite o reconhecimento de *tokens* através do uso de ímãs; nos aspectos acadêmicos e práticos, descrevendo a rotina das atividades das crianças com o Magiblocks, ao longo de cinco meses, mostrando uma proposta diferente das levantadas na revisão de literatura envolvendo interfaces tangíveis, e com potencial de benefício no uso real por crianças com autismo.

## 5.3 Trabalhos Futuros

Considerando os dois estudos de caso descritos neste trabalho e os depoimentos das professoras, o Magiblocks promoveu a diversão e engajamento esperados em um dos estudos de caso, mas no outro não. Refletindo sobre o segundo caso, talvez a diversão e engajamento possam ser promovidos de outras formas. Pensando nisso, e considerando as sugestões colhidas no depoimento das professoras, surgiram algumas ideias para serem exploradas futuramente em uma aplicação tangível móvel:

- Personalização do feedback: opção oferecida pelo sistema de personalizar a forma de recompensa para cada uma das crianças que for interagir com o sistema. Esse feedback seria configurado por sua cuidadora, que utilizaria de seu conhecimento sobre as crianças sob seus cuidados.

- Implementar a dificuldade de forma gradual e automática, utilizando o histórico de interação do jogador/criança.
- Apresentar o log de forma visual com possibilidade de filtros.
- Trabalhar o aspecto afetivo ou emocional: a atividade poderia oferecer a oportunidade para a criança expressar o que ela está sentindo depois de completar a sessão de atividade, utilizando quatro *tokens* adicionais que representariam, por exemplo, felicidade, tristeza, indiferença ou irritação. Seria interessante para avaliar inclusive a interpretação delas sobre as suas próprias emoções.
- Permitir diferentes tipos de entrada tangível: por exemplo, arrastar o *token* de uma área para outra na tela do *Tablet*, ou requisitar *tokens* não somente no centro da tela, mas em locais diferentes da tela.
- Desenvolver novas atividades tangíveis: foi sugerido pelas professoras o desenvolvimento de outras atividades tangíveis, tanto para complementar as lições das crianças quanto para evitar possível desinteresse. Exemplos dessas atividades poderiam ser relacionadas ao reconhecimento de cores, associação de palavras com objetos, reconhecimento de frutas, animais, dentre outros.
- Análise das oito horas e trinta e sete minutos de gravação por especialista(s) em autismo podem gerar contribuições relevantes e específicas sobre o estudo.

## 5.4 Considerações Finais

Este trabalho foi uma jornada de muitos aprendizados, que vão além do conhecimento técnico-científico. Nesses anos em que desenvolvemos este trabalho, surgiram muitos desafios, que foram superados sempre com a ajuda de colegas, professores, e principalmente minha orientadora. Nos cinco meses que realizamos a inclusão do Magiblocks na rotina das crianças, tivemos a oportunidade de presenciar bem de perto os desafios que um autista enfrenta no dia a dia; poder contribuir de alguma forma em sua educação foi fantástico, pois mesmo esperando observar mais resultados positivos, todo o esforço valeu a pena quando vimos nosso trabalho fazendo diferença para pelo menos uma dessas crianças.

## 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.
- AVRAHAMI, D.; WOBROCK, J. O.; IZADI, S. Portico: Tangible Interaction on and around a *Tablet*. **ACM Symposium on User Interface Software and Technology**, 2011.
- BIANCHI, A.; OAKLEY, I. Designing Tangible Magnetic Accessories. **International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction**, 2013.
- BITTENCOURT, I. I.; BARANAUSKAS, M. C.; DERMEVAL, D.; BRAGA, J.; PEREIRA, R. Designing for Different Users and Multiple Devices: a roadmap towards inclusive environments. **Human-Computer Interaction – INTERACT**, 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**, 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. **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.
- LIANG, R.-H.; CHAN, L.; TSENG, H.-Y.; KUO, H.-C.; HUANG, D.-Y.; YANG, D.-N.; CHEN, B.-Y. GaussBricks: Magnetic Building Blocks for Constructive Tangible Interactions on Portable Displays. **Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)**, 2014.
- 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**, XVII, 2012.
- MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, 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**. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/crianca-2/autismo/>>. Acesso em: 21 Março 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.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da computação. In T. KOWALTOWSKI e K. BREITMAN (Org.) **Jornada de Atualização em Informática, JAI 2007**, *Anais do XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Editora PUC Rio*, 2007, p. 221-262.

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**, XVI, 2011.

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.



Tabela I.2 Resumo das observações de Hank

HANK														
nível de dificuldade das sessões	Iniciante												Intermediário	
	Fase		Início		3		4		5		6		7	
Dia	2		2		1 e 2 (incompleto)		1		1 (incompleto)		1		1	
quantidade de sessões	Tablet	APAE	Tablet	APAE	Tablet	APAE	Tablet	APAE	Tablet	Touch	Tablet	APAE	Tablet	APAE
<b>Diversão</b>	2+													
<b>Entendimento da lógica</b>	1+ 6-		3+ 2- 1*	3+ 1*								6+	2+	2+ 3- 7+
<b>Interação social</b>	1+ 1*			2*			1+				1+			
Comportamento resistente	3-		7-	1-			8-				1-		5-	2-
Necessidade de incentivo	1+		1*				2+						4-	3-
Botão 'Home'	7?		2?				3?							
Desinteresse na atividade	2-		3-				3-				1-	2-		1-
Familiaridade com o tablet	1* 1?													
Exploração da interação	1+													
Impaciência	1-													
<b>Intervenção da educadora</b>	8*		19*	3*			7*				1-		2*	1- 3* 1*
pedido de ajuda							1+				1+			
ansiedade											2-			2-
tentativa de encerrar a atividade especial	1*		2*	1*			3-				1-			1-
comportamento autolesivo				1-								3*	2+	1- 1*



## Apêndice III

**Tabela III.1 Interpretação dos comportamentos de Presto**

Presto	
Comportamento percebido	Descrição segundo a tabela
Diversão	Observadas na forma de risadas, sorrisos, expressões alegres.
Entendimento da lógica	Execução do passo a passo do jogo de forma correta e consciente.
Interação social	Olhar para a sua educadora durante a atividade, solicitar ajuda, se aproximar para observar o que o colega está fazendo, interagir em turnos com a educadora.
Envolvimento com o jogo / interesse	Percebido pelo interesse da criança na atividade. Inicialização de nova sessão pela própria criança. Não perdia interesse quando o acerto não acontecia de forma imediata. Boa vontade em realizar a atividade.
Necessidade de incentivo	Falar nome das peças do jogo sem necessidade de incentivo; Continuar a interagir com a atividade por livre e espontânea vontade;  Necessitar de incentivo para continuar a interagir devido à demonstração de desinteresse; Necessitar de incentivo para conseguir realizar alguma ação da atividade;
Atenção na atividade	Criança dizendo de forma espontânea o nome da figura; desatenção na atividade; distração; concentração.
Pronúncia da forma ou da atividade	Pronúncia de forma espontânea, ou após incentivo, do objeto que está sendo utilizado para a atividade, seja ela tradicional ou o Magiblocks.
Uso da mão esquerda	Uso de forma espontânea da mão esquerda para interagir com a atividade. Esta característica foi observada para esta criança devido à sua hemiparesia esquerda.
Aproximação para leitura ou reconhecimento	Observamos que em algumas atividades esta criança precisou se aproximar muito da pasta ou dos objetos da atividade para reconhecê-las ou ler o que estava escrito, e como a atividade do tablet usa tamanhos maiores de imagem, objetos físicos e áudio, isso diminuiu a necessidade de Presto se aproximar para enxergar melhor.
Resistencia	Comportamento resistente para interagir com a atividade, deixando claro que ela (a criança) não quer interagir com a atividade.
Tranquilidade x nervosismo	Eventos onde a criança demonstrou tranquilidade ou nervosismo para interagir com a atividade.
Erro / Falha do sistema	Eventos onde o jogo deveria gerar um acerto mas não gera. Isso pode acontecer devido às limitações do sistema proposto (Magiblocks).
Autonomia	Interpretada como a capacidade da criança de interagir com o jogo sem a intervenção da educadora, observamos desde a correta utilização dos objetos da atividade, até a capacidade de iniciar a atividade novamente.

Tabela III.2 Interpretação dos comportamentos de Hank

Hank	
Comportamento percebido	Descrição mais aprimorada
Diversão	Observadas na forma de risadas, sorrisos, expressões felizes.
Entendimento da lógica	Execução do passo a passo do jogo de forma correta e consciente.
Interação social	Olhar para a sua educadora durante a atividade, solicitar ajuda, se aproximar para observar o que o colega está fazendo, interagir em turnos com a educadora.
Comportamento resistente	Criança apresenta resistência para realizar a atividade, na grande maioria das vezes isso implica em colocar os cotovelos sobre a mesa e apoiar a cabeça sobre as mãos ou segurar as orelhas, olhando para a atividade sem fazer nada para que ela termine.
Necessidade de incentivo	Criança para de interagir com a atividade e só volta a fazê-lo depois de incentivo por parte da educadora.
Botão 'Home'	Criança aperta o botão "Home" do tablet antes durante a atividade com o Tablet.
Desinteresse na atividade	Criança se distrai facilmente com outras coisas, desviando a atenção da atividade.
Familiaridade com o tablet	Criança já tem experiência e/ou costume de interagir com Tablets, isso foi percebido pela maior naturalidade na interação.
Exploração da interação	Criança testa ideias utilizando a interação, seja ela tangível ou touch, geralmente para ver o que acontece quando ela realiza determinada ação ou movimento.
Impaciencia	Criança geralmente faz barulhos com a boca, quase como se estivesse reclamando de ter que realizar a atividade. Tenta realizar a atividade de forma rápida e descuidada, como quando queremos terminar logo algo que não estamos com vontade de fazer.
Intervenção da educadora	tudo o que a educadora precisou fazer para que a criança continuasse a atividade, podendo ser, por exemplo, um incentivo, uma explicação, uma demonstração, abrir novamente a atividade caso a criança toque no botão 'home' ou até mesmo reiniciar a sessão caso o Magiblocks pare de reconhecer os tokens
pedido de ajuda	Criança pede ajuda para realizar a atividade por gesto ou verbalmente.
tentativa de encerrar a atividade	Criança tenta entregar a atividade para a professora, como quem diz: "não quero mais brincar".
especial	Evento que não é percebido com frequência, geralmente uma única vez.
comportamento autolesivo	A criança se bate na cabeça e/ou morde a mão/braço.