

Doce Labirinto: Experiência de jogo utilizando interação baseada em movimentos da cabeça e recursos tangíveis

Rafael Cunha Cardoso^{*1, 2}Tatiana Aires Tavares¹Juliana Peglow²Vinícius Kruger da Costa^{1,2}Krishna Ferreira Xavier²Cleber Luiz Souza Medeiros Quadros²Andreia Sias Rodrigues^{1,2}Jamir Alves Peroba²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDTec), Brasil¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil²

Figura 1: Jogo Doce Labirinto em uso.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar e avaliar o design de um jogo, compreendendo suas regras, formas de interação e experiência de uso, com diferencial na utilização como dispositivo de interação o IOM (óculos equipado com sensoramento que controla a interface do computador através da movimentação da cabeça) associado ao Sphero (dispositivo em formato de esfera que pode ser comandado remotamente). O jogo denominado Doce Labirinto foi criado para uso na Feira Nacional do Doce (Fenadoce) integrando interação lúdica com retórica cultural. A proposta consiste num labirinto físico que desafia o jogador a movimentar, através do IOM e de seus movimentos de cabeça, o Sphero para encontrar a formiga (mascote do evento), conforme ilustrado pela Figura 1. O jogo Doce Labirinto, portanto, é um jogo que utiliza dispositivos de interação natural sobre interfaces tangíveis. Com este cenário montado, várias avaliações foram conduzidas utilizando a ferramenta AttrakDiff™, focando a análise de seus resultados na experiência de uso do jogo, incluindo aspectos como jogabilidade e atratividade. Por fim as conclusões apontam uma melhor compreensão da dinâmica de utilização de interfaces tangíveis e naturais na construção de um jogo, o que permitiu gerar insumos para a criação e aperfeiçoamento de novos jogos com esse foco.

Palavras-chave: Dispositivos de Interação, Jogos Digitais, Interfaces Tangíveis.

1 INTRODUÇÃO

A recente evolução e popularização dos dispositivos de interação têm impulsionado as possibilidades criativas em jogos digitais,

especialmente no enriquecimento da experiência do jogador através da utilização de formas de interação, que fogem dos tradicionais mouse, teclado e tela.

O trabalho de Hiroshi Ishii [11], diretor e pesquisador do MIT MediaLab, ilustra a evolução no formato da interação especialmente na era "pós mouse, teclado e tela". O autor utiliza a metáfora de um iceberg como pode ser visto na Figura 2. O mundo digital é representado pela água enquanto o mundo físico é tudo que está fora dela. Nota-se que as GUIs (*Graphical User Interfaces*) são o início de tudo e estão imersas no mundo digital. As GUIs, tipicamente exploradas pelos jogos que fazem uso de mouse, teclado e tela, representam tudo que tem sua forma de representação limitada aos pixels (ou "painted bits"). A primeira grande onda evolutiva correspondente aos dias atuais advém das interfaces tangíveis ou TUIs (*Tangible User Interfaces*) as quais nos possibilitam mesclar elementos dos dois mundos e agregam aos pixels (exibidos em monitores, celulares ou outros dispositivos de exibição) elementos do mundo físico, os quais podemos tocar e pegar.

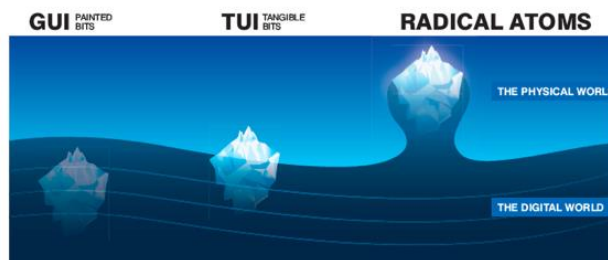


Figura 2: Metáfora do Iceberg para evolução das IUs. Fonte: [11], Página 40.

*e-mail: rafaelcardoso@pelotas.ifsul.edu.br

As TUIs sinalizam o potencial de uso do conhecimento de mundo em sua forma mais genuína (como tocar em objetos na tela, por exemplo) para manipulação da interface de usuário. Neste trabalho, ainda é destacada a possibilidade de termos objetos totalmente no mundo físico como forma de representação de interfaces, ou seja, estruturas físicas e auto configuráveis capazes de modelar e representar aquilo que podemos sentir, os chamados átomos radicais (“*radical atoms*”).

A visão de Ishii [11] também está refletida nos modos de interação utilizados em jogos digitais, uma vez que interfaces cada vez mais sofisticadas oferecem desafios e novas dinâmicas aos jogadores. De fato, para Vickers et al [6] a interação baseada em mouse e teclado já está ultrapassada para cobrir a variedade de tarefas inerentes aos jogos digitais. Os autores acrescentam que se devem explorar outras técnicas de interação, como por exemplo, as técnicas baseadas no movimento dos olhos (do inglês: *eye gaze*) como alternativa para o mundo dos jogos. Fato também destacado em Nacke et al [7] onde é ressaltada a preocupação da área de Interação Humano-Computador com o estilo de interação baseado nos olhos e sua aplicabilidade na área de jogos como modalidade de entrada para jogos digitais [7]. De forma complementar em Almeida et al [8] é destacado que a interação baseada nos olhos pode ser vista como um método de entrada alternativo para tornar os jogos mais acessíveis a pessoas com dificuldades motoras, utilizando-se o movimento do olho como a forma de interação principal para o controle do jogo. Os autores acrescentam que além de envolver o aspecto de acessibilidade, a utilização desse tipo de interação pode ainda contribuir para inovar a experiência de jogo de jogadores de forma geral.

Mais recentemente Velloso et al [9] discute alguns resultados sobre experiências com a utilização de ferramentas que mapeiam o movimento dos olhos como solução de interação. Uma das observações feitas é que existe uma relação entre a indicação natural do foco de interesse provida pelo olhar do usuário e diferentes contextos de aplicação sem que estes exijam necessariamente uma representação visual na tela. Essa característica nos permite envolver outros modelos de interação associados ao movimento dos olhos, como é o caso da interação tangível. Em particular, são destacados os avanços na forma de captura de movimento dos olhos, tornando essa uma atividade transparente (por exemplo, dispositivos como Kinect e Leap Motion), o que impulsionou o interesse em gestos e interação natural como formato complementar de interação [9].

Fato também destacado em Nacke et al [10], quando afirma que a área de jogos está expandindo suas fronteiras através da inclusão de conceitos de gamificação em softwares de uso geral ou da incorporação de elementos lúdicos em uma tentativa de aproveitar o poder dos jogos para envolver as pessoas com a tecnologia. Nesse sentido em Nacke [7], é destacada como a interação pelo movimento dos olhos tem se tornado mais popular como uma modalidade de entrada para jogos digitais.

Neste trabalho é discutido, através de uma construção interativa e lúdica, como a utilização de diversos dispositivos de interação baseados em movimentos da cabeça, associados a recursos tangíveis, podem inovar a experiência de uso de um jogo. Para tanto, é apresentado o Jogo Doce Labirinto cuja proposta consiste em um labirinto físico que desafia o jogador a movimentar, através do IOM e de seus movimentos de cabeça, o Sphero para encontrar a formiga (mascote do evento). Primeiramente o artigo apresenta uma visão geral sobre os dispositivos de interação utilizados e, então, o design do jogo é discutido. Em seguida são apresentados os resultados oriundos da avaliação da experiência de jogo. Por fim, é abordado o levantamento de trabalhos correlatos e o posicionamento da presente proposta.

2 DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO

Como vimos anteriormente os dispositivos de interação estão fortemente associados à jogabilidade em jogos digitais. Mais comumente estes dispositivos estão associados à captura de dados para interação, ou seja, à entrada de dados.

Dispositivos como Kinect e Leap Motion são exemplos de dispositivos de interação que configuram entrada de dados, análogos ao teclado e ao mouse, assim como o IOM (Interface-Óculos Mouse) que é capaz de mapear movimentos de cabeça e dos olhos. No entanto, também existem dispositivos de interação para saída, que representam o *feedback* ao usuário, como é o caso da tela do computador.

Em interfaces tangíveis, existem dispositivos que nos permitem prover esse *feedback* com uso de outros elementos como vibração para retorno ao usuário, que é o caso de celulares ou smartphones. Existem ainda, dispositivos que nos permitem prover movimento associado a cores, como é o caso do Sphero. Neste trabalho é utilizado como dispositivo de captura de dados, o IOM e de saída, o Sphero, ambos descritos a seguir.

2.1 IOM - Interface Óculos-Mouse

O IOM é um dispositivo capaz de controlar o computador unicamente através do movimento da inclinação da cabeça e dos olhos do usuário. Consiste num óculos adaptado que capta o piscar dos olhos e o movimento da cabeça dos seus usuários, simulando as funcionalidades de um mouse [17]. Atualmente existem duas versões do IOM em desenvolvimento: a primeira utilizando fio, caracterizado pelo baixo custo de fabricação; e a segunda versão sem fio, objetivando maior usabilidade e desempenho. O dispositivo com fio, apresentado na figura 3(a) é caracterizado como óculos (equipado ou não com as lentes oculares) que possui dois tipos de sensores responsáveis pela captura do piscar voluntário dos olhos (infravermelho) e do posicionamento e inclinação da cabeça: acelerômetro e giroscópio. Já a versão sem fio do IOM visa aumentar o conforto e usabilidade do dispositivo, bem como acrescentar outras funcionalidades que ainda estão em desenvolvimento.

Como pode ser observado na Figura 3(b), o dispositivo concebido em forma de óculos apresenta sensores de posicionamento e de captação do piscar dos olhos semelhantes ao do dispositivo com fio. Porém, com uma solução wireless, o microcontrolador, responsável pelo controle geral e comunicação do dispositivo com o computador será integrado à estrutura dos óculos, o que permitirá que outros sensores de múltiplas funções sejam interligados diretamente ao dispositivo IOM.

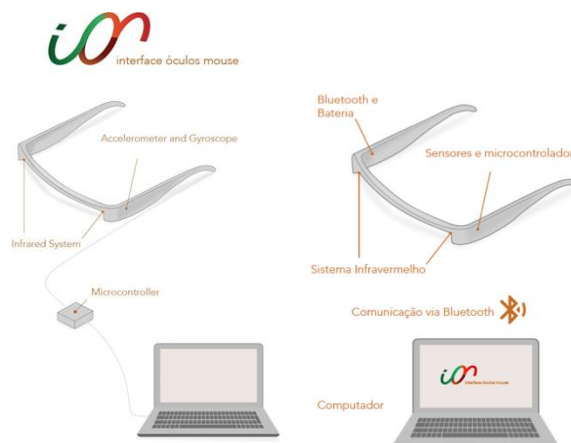


Figura 3: Dispositivos IOM nas versões com fio e sem fio.

Em conjunto está em desenvolvimento um sistema computacional de interface com o usuário, responsável pela orientação de uso, calibração do dispositivo e adaptações de aplicações computacionais às necessidades do usuário. Este sistema está sendo desenvolvido utilizando a linguagem de programação Java. A interface gráfica para usuário utiliza os conceitos de programação *Desktop*, e têm suas versões iniciais desenvolvidas a API Java Swing.

A troca de dados entre o dispositivo IOM e o sistema de usuário é feita por meio do estabelecimento de uma comunicação serial de dados usando uma porta USB. No sistema a biblioteca utilizada para estabelecer a comunicação e efetuar a troca de dados é a *jSSC (Java Simple Serial Connector)*. Existe ainda um protocolo interno de comunicação, de forma que os dados trocados entre o dispositivo IOM e a Interface de usuário, sejam compreendidos e tratados adequadamente em ambos os lados desta comunicação.

O dispositivo IOM - versão com fio - utilizada para a criação desse jogo (vide Figura 4) ainda se encontra em implementação de melhorias. Apesar de estar em um estágio mais avançado de desenvolvimento, com patente registrada [17], com protótipos prontos (etapa de pré-design), testados e aptos para diversas aplicações. Seu principal foco é ser uma Tecnologia Assistiva que permita a pessoas com deficiência física, mais especificamente deficiência motora de membros superiores, o uso do computador simplesmente movimentando a cabeça para controlar o *pointer* na tela que interage com a GUI [18].

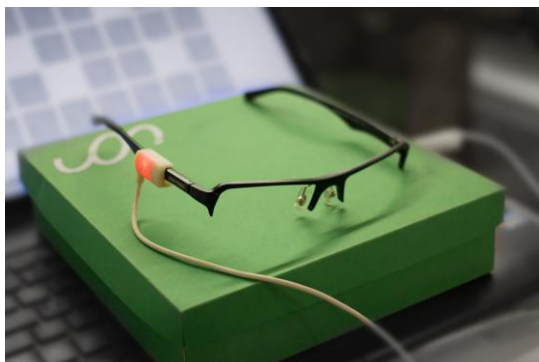


Figura 4: Protótipo Funcional do Dispositivo IOM.

2.2 Sphero

O Sphero é um dispositivo em formato de esfera criada pela Orbotix, que pode ser utilizada para diversas finalidades, em especial para entretenimento, aprendizado e brincadeiras. O Sphero foi concebido para ser controlado, sobretudo, a partir de aplicativos específicos para dispositivos móveis executados nas plataformas com sistemas operacionais Android, IOS e Windows. Dentre algumas das funcionalidades presentes no dispositivo, é possível destacar a conexão entre ele e os aplicativos que o controlam, a qual é realizada através da tecnologia de comunicação sem fio Bluetooth. Além disso, o Sphero também é dotado de alguns sensores, tais como acelerômetro, magnetômetro e giroscópio, que permitem que a bola robótica saiba o sentido para qual deva girar. Possui também diversos motores que permitem que ele role nas direções determinadas pelo usuário que o comande.

O Sphero é dotado de um sistema de iluminação interna, configurável que permite fazer o dispositivo brilhar em milhares de cores diferentes. A Figura 5 apresenta o Sphero versão 1, adotado inicialmente no desenvolvimento deste trabalho. O dispositivo é composto por diversos componentes destacando-se:

- A. Estação de recarga: *dock* utilizado para recarregar as baterias do dispositivo. Uma carga completa demora em torno de 3 horas, provendo um tempo de autonomia de aproximadamente 75 minutos;
- B. Rodas: o Sphero possui duas rodas internas, responsáveis por conduzir a bola robótica a uma velocidade média de 1,2 metros por segundo;
- C. Rolamento de topo: uma vez que o mecanismo interno move-se livremente dentro da bola de plástico, este rolamento desliza o mecanismo quando necessário a fim de manter as rodas do dispositivo em contato com a sua casca;
- D. Placa de circuito impressa: um processador que combina dados provenientes de um acelerômetro de três eixos, e um giroscópio para produzir medidas precisas de movimentos do Sphero;
- E. Rádio Bluetooth e antena: sistema com alcance de até 50 metros, usado para comunicação do Sphero com outros *devices*;
- F. LED multicolor: luz a partir de um pacote.



Figura 5: Sphero e seus principais componentes.

Com relação ao funcionamento do Sphero, uma das características importantes deste dispositivo, é o fato do seu posicionamento ser sempre relativo ao usuário que está no comando dele, e não em relação a si próprio. Assim, sempre que ligado e pareado ao aplicativo de controle, o Sphero deve ser calibrado de forma a apontar na posição desejada. Para possibilitar este comportamento o dispositivo é equipado de uma pequena luz azul, denominada cauda azul ou *blue tail*, a qual deve ser posicionada de forma a apontar para o usuário no comando, conforme ilustrado pela Figura 6.

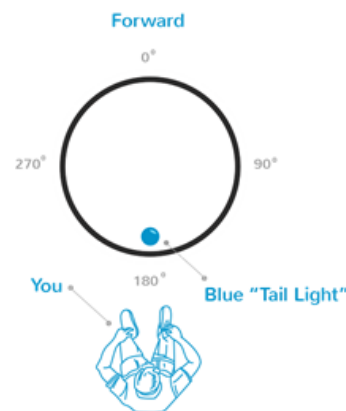


Figura 6: Sphero e seu posicionamento.

Assim, para configurar adequadamente a direção para a qual o

Sphero está apontando, basta girar o *blue tail* de forma que ele aponte para o usuário. Isso fará que o dispositivo mire para a posição zero grau, enquanto o *blue tail* aponte para a posição oposta, ou seja, para o seu controlador. A partir desta posição inicial o aplicativo que realiza o controle sobre o Sphero consegue realizar a movimentação do mesmo, através de comando de rotação e rolagem.

Para a programação do Sphero, a Orbotix disponibiliza *Software Development Kits* (SDKs) para diversas plataformas. Estes SDKs expõem *Application Programming Interfaces* (APIs) que permitem a manipulação do Sphero através de codificação específica de cada plataforma (Sphero, 2016). Além das APIs oficiais existem diversas não oficiais que adaptam ou estendem alguma destas SDKs para outras plataformas. Neste trabalho especificamente, foi utilizada uma destas APIs não oficiais, denominada Sphero-Desktop-API.

Esta API desenvolvida por Nickolas Gavelin e consiste em uma adaptação da Sphero Robotix Android API para funcionar em um ambiente de desenvolvimento *desktop*. Por estender a API para Android, a Sphero-Desktop-API é escrita em Java, e permite conectar a múltiplos dispositivos Spheros e enviar comandos individuais para cada um por meio de identificadores únicos associados a eles. Desta forma tal API se mostrou bastante interessante no desenvolvimento do trabalho proposto, uma vez que é a mesma tecnologia de programação utilizada no projeto do dispositivo IOM.

Por fim, é importante ressaltar que diversas aplicações que utilizam o Sphero têm sido desenvolvidas para atingir diferentes propósitos. No âmbito educacional, pode-se destacar a iniciativa Sphero SPRK (*Schools Parents Robots Kids*) cuja proposta é promover um aprendizado divertido, utilizando o Sphero para ensinar crianças a codificar e adentrar em diversas áreas de conhecimento através da programação utilizando o dispositivo.

Outra área em que o Sphero é bastante utilizado e que pode ser destacada, é no desenvolvimento de jogos interativos. Diversos são os aplicativos que utilizam este dispositivo para simulação de jogos, em várias plataformas. Dentre os diversos jogos existentes, é possível destacar alguns como, o Sphero Golf e Sphero Draw N'Drive [13]. No primeiro, o jogo simula uma partida de golfe, onde o taco é o *smartphone* e a bola é o Sphero; já o segundo permite que o usuário elabore desenhos em seu dispositivo móvel, o qual é percorrido na forma de circuito pelo Sphero em tempo real.

Jogos voltados à inclusão de usuários com necessidades especiais também fazem uso do Sphero, como é apresentado em Oliveira et al [14] onde a associação do Sphero e outros dispositivos de interação (como *switches* e *leap motion*) possibilita que crianças com paralisia cerebral e severas limitações motoras possam jogar boliche e futebol com auxílio do Sphero.

Enfim, é possível encontrar vários exemplos de aplicações para esfera robótica, uma vez que se tenha criatividade para utilizar este dispositivo no desenvolvimento de aplicativos e jogos interessantes.

3 DESIGN DO JOGO DOCE LABIRINTO

A partir dos dispositivos elencados (IOM e Sphero) e as possibilidades inerentes de interação entre eles, desenvolveu-se um conceito básico de desafio que gerou o jogo Doce Labirinto - movimentar o Sphero a partir de um labirinto físico com o controle feito através do IOM. Com esse objetivo e a perspectiva de [15] Salen sobre a criação de jogos, três lentes conceituais foram aplicadas sobre o projeto, o que possibilitou um olhar diverso sobre o desenvolvimento do jogo através destes esquemas primários:

- **Regras** – contém os esquemas de game design que focalizam as estruturas essenciais lógicas do jogo;

- **Interação Lúdica (Play)** – contém esquemas experienciais do jogo, com base em esquemas sociais e representacionais que colocam a participação do jogador em primeiro plano;
- **Cultura** – contém etapa de game design do jogo que relaciona os aspectos culturais dentro de contextos mais amplos nos quais o Doce Labirinto foi projetado;

Com essa abordagem elencamos as ferramentas que nortearam as decisões de projeto e que focaram desde o princípio na interação lúdica (com interação do jogador com uso do IOM, através de TUI); referenciado num contexto cultural (Feira Nacional do Doce) e com regras de fácil assimilação (jogo de desafio num labirinto).

3.1 Regras do Jogo

A definição da mecânica básica do jogo partiu justamente da possibilidade de interação do IOM em controlar outros dispositivos e, mais especificamente, a partir da viabilidade técnica de uma implementação que permitiu controlar o Sphero.

Com essa alternativa de movimentá-lo com o simples balançar da cabeça utilizando, estimulou-se a criação de um objetivo básico para um cenário de contexto no qual essa interação gerasse um desafio que despertasse a atenção, interesse, desejo e ação de iniciar a jogar.

A prototipagem rápida, nesse momento, foi utilizada e permitiu o desenvolvimento de novos arranjos iniciais e correções de jogabilidade, tanto pelo viés da tecnologia, que foi sendo implementada no transcorrer do projeto, bem como refinamentos de game design no entendimento de possibilidades de interação no uso desses dispositivos e o reflexo disso nas regras do jogo.

Um labirinto físico foi o elemento escolhido para criar o desafio de jogabilidade, funcionando como parte da TUI de *feedback* para as interações controladas através do IOM. Deslizar o Sphero dentro desse labirinto constitui-se não somente num contexto de cenário físico tangível do jogo como também num atributo que o uniu com a própria campanha de divulgação publicitária da Fenadoce, a qual utilizou um labirinto como forma de representação do percurso das mascotes (formigas) através das diversas atrações da feira. A Figura 7 apresenta a estruturação geral de *game design* para aplicação desenvolvida.

Basicamente as regras e o modo de jogar são:

1. **Nome do jogo:** Doce Labirinto
2. **Desafio / Objetivo:** Levar o Sphero do início até o final do labirinto
3. **Objetos:** 1 labirinto físico, 1 Sphero e 1 IOM
4. **Jogadores:** Somente um jogador
5. **Como:** Controlar a movimentação do Sphero através do IOM e de alguns gestos listados.
 - Girar lateralmente a cabeça: IOM aciona o controle do *blue tail* no Sphero calibrando a direção para a qual se desejava “empurrá-lo”;
 - Levantar a cabeça: IOM dispara a movimentação para frente do Sphero, levando-o na direção oposta ao *blue tail*;
 - Baixar a cabeça: movimento que faz com que o IOM reinicie seu posicionamento, permitindo o jogador disparar uma nova ação de controle do *blue tail*;
6. **Recompensa:** O jogo Doce Labirinto não propõe uma pontuação ou um ranking de melhor desempenho (apesar de ser possível quantificar o tempo dispendido na resolução do desafio).

Não foi planejada uma condição de derrota para o jogo, pois simplesmente estipulou-se que: a) ou o desafio é encerrado ou b) o jogador poderia desistir do jogo a qualquer momento. O objetivo foi que só com os elementos dados - IOM, Sphero e Labirinto - o jogador definisse qual a melhor estratégia de

resolução do problema desafio com a interação lúdica proposta, embasada dentro do contexto da Feira que estava acontecendo.

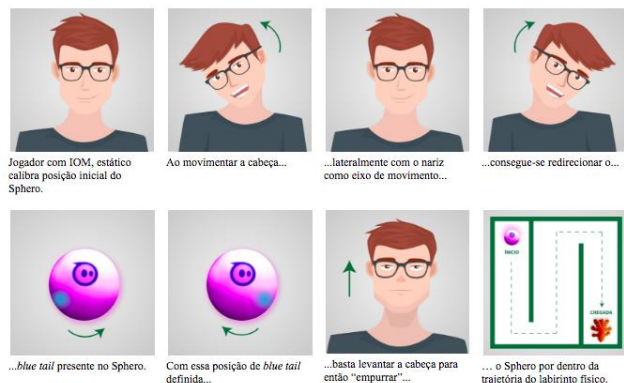


Figura 7: Storyboard de estruturação de game design para aplicação no Doce Labirinto.



Figura 8: Jogador dentro do cenário de uso

3.2 Interação Lúdica

Segundo Salen [15], passado o momento de compreensão do esquema primário das regras do jogo, o jogador move-se em direção ao esquema da interação lúdica, afrouxando um pouco o raciocínio pragmático de como as coisas funcionam formalmente para simplesmente jogar e tornar uma experiência.

A interação lúdica proposta enquanto experiência do Doce Labirinto está justamente na premissa de livre exploração de interação gerada pelos dispositivos e que permite uma jogabilidade “livre” (conceito de *free play*), somente delimitada por essa própria interação e suas condições, e pelo espaço físico do labirinto.

Como demonstrado na Figura 8 a ideia é que o jogador fique em pé utilizando o IOM, controlando o Sphero, visualizando o interior do labirinto, gerando controles e retornos de tomadas de decisão de modo contínuo. Num primeiro momento (pré-testes) o desenho do labirinto era bem mais complexo e utilizávamos o mesmo numa altura maior em relação ao chão, o que não se mostrou efetivo por gerar desconforto e falta de orientação espacial adequada para um melhor controle do Sphero pelo IOM.

Os dispositivos de entrada e saída delimitam bastante os processos de decisões internas do jogador que, de acordo com seu aprendizado no uso dos mesmos, toma essas ou aquelas decisões

sob o efeito de varreduras de leitura visual do labirinto como interface tangível de *feedback*.

Isso gerou nos jogadores percepção de interação lúdica, por assim dizer, e determinou um juízo de valor acerca da jogabilidade do mesmo. Planejou-se o Doce Labirinto para que ele estimulasse sensações experienciais que utilizam dos sentidos para o bem jogar. Isso nos traz a perspectiva de desenvolver um momento de questionamento desses jogadores a respeito disso como análise de experiência de uso, em protocolo e métodos descritos na parte de testes desse artigo.

3.3 Cultura

Após desenvolvimento de game design e perfil de entendimento lúdico foi necessária uma definição de contexto cultural de inserção do jogo de modo que os jogadores tivessem maior interesse e imersão no projeto. Planejou-se, então, a participação do jogo durante algum evento que tivesse grande circulação de potenciais jogadores e que fosse com público mais abrangente possível (perfil de idade, gênero, escolaridade, etc.), optando-se pela Feira Nacional do Doce (Fenadoce) que acontece anualmente na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul.

A Fenadoce é um evento anual realizado para promover a cultura doceira da cidade de Pelotas-RS. Ela conta o trajeto histórico dos doces na cidade que resultam da integração de dezenas de etnias e misturam visões de mundo tanto ocidentais quanto orientais, para todo Brasil e exterior [19] tendo em torno de 300 mil visitantes ao ano e consumo de mais de 2 milhões de doces.

Toda a feira é ambientada de modo a inserir seus visitantes dentro da cultura doceira, tanto artesanal como da mini-indústrias, que é característica histórica e propriedade imaterial do município, gerando inclusive um selo de procedência de Doce feito em Pelotas.

Optou-se por escolher esse contexto de uso para o Doce Labirinto como um elemento unificador da presença do jogo dentro daquele espaço e tempo. Desse modo o projeto teve sua atratividade avaliada não somente pelo viés pragmático do jogo, mas, também, pela sua experiência de retórica cultural na qual estava inserido.

Isso impactou em elementos que constituíram a parte do visual do jogo, empregando no labirinto físico que funcionou como interface tangível de desafio para condução do Sphero. Foram colocados formigas e doces no interior do labirinto e todo material de divulgação e convite referiam-se a Feira, conforme exemplifica a Figura 9. Aos concluintes do desafio do jogo distribuía-se um pequeno doce, o que os estimulava também a tentarem alcançar seus objetivos.

Cabe ressaltar que a parte visual não é o aspecto que mereceu maior atenção no desenvolvimento do jogo nem de avaliação proposto nesse trabalho, sendo seu foco investigação da relação de experiência de uso das formas de interação.

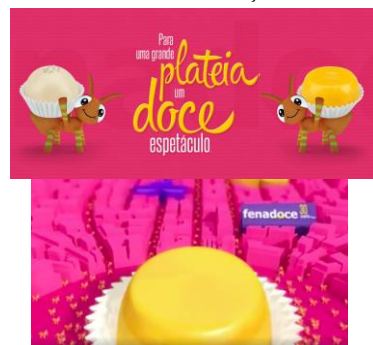


Figura 9: Material publicitário de divulgação da Fenadoce 2016

3.4 Infraestrutura e Desenvolvimento

Após realizar os estudos sobre o funcionamento dos dispositivos envolvidos (Sphero e IOM), e pesquisa sobre a API e ferramentas de desenvolvimento Sphero-Desktop-API, foi iniciado o desenvolvimento de protótipos para atingir os objetivos do jogo Doce Labirinto. Os requisitos básicos consistiam no envio de comandos de movimento a partir do IOM para serem efetuados pelo Sphero. Assim, foi definido um modelo de funcionamento de conexões entre os dispositivos, que possibilitasse este funcionamento. Tal modelo é apresentado na Figura 10.



Figura 10: Conexões entre dispositivos do jogo Doce Labirinto.

O modelo apresenta como item central um computador que será responsável por efetuar a interface entre os dispositivos envolvidos. Os requisitos básicos deste computador são permitir tanto o estabelecimento de conexão serial via USB quanto por Bluetooth. Isto é necessário, pois conforme pode ser observado na Figura 10, o vínculo entre o computador e o dispositivo IOM é estabelecido através de conexão serial, enquanto que a conexão com o Sphero é feita por meio de Bluetooth. Outro requisito do computador é a necessidade deste possuir a tecnologia Java instalada, pois o sistema que traduz os dados enviados pelo dispositivo IOM para o Sphero foi desenvolvido nesta linguagem de programação.

Definidas as tecnologias a serem utilizadas, partiu-se para a criação de uma interface Java que conseguisse estabelecer conexão e enviar comandos para o dispositivo Sphero executar. Para tanto foram desenvolvidas as funcionalidades básicas para realizar o desejado. Foram definidas primeiramente as seguintes funções básicas:

1. Buscar dispositivos disponíveis para conexão Bluetooth;
2. Identificar e conectar o dispositivo Sphero via Bluetooth;
3. Enviar comandos de ações ao Sphero;
4. Desconectar o Sphero.

A Sphero-Desktop-API provê diversos métodos que facilitam a execução destas tarefas, abrevia o processo de desenvolvimento de software. Especificamente com relação ao estabelecimento de conexões Bluetooth, esta API utiliza de forma integrada o Bluecove, uma biblioteca que simplifica a forma de estabelecer conexão entre sistemas e dispositivos através deste protocolo de comunicação. No entanto, o comando da biblioteca Bluecove que realiza a descoberta de dispositivos, retorna quaisquer dispositivos que estejam com a tecnologia Bluetooth habilitada nas proximidades do computador.

A Sphero-Desktop-API expõe métodos que permitem identificar se algum dos dispositivos descobertos no processo inicial é um Sphero. Esta identificação é feita por meio de validações sobre identificadores únicos dos dispositivos, os quais seguem um padrão baseado no tipo de dispositivo. Um problema detectado durante o trabalho é que estes métodos de validação da Sphero-Desktop-API, só funcionavam corretamente quando aplicados aos chamados “Spheros Originais”. Ao realizar testes sobre a segunda geração de Sphero, denominados v2 (versão dois), tais filtragens não funcionaram adequadamente.

Com relação ao envio de comandos ao Sphero, inicialmente foram estudados os principais comandos que o Sphero pode realizar, os quais consistem em: rolar, brilhar e girar. Assim, para a prototipação inicial, foram criados botões em uma interface bem

simples que ao serem clicados, chamavam os métodos que executavam estas três tarefas. Durante a fase de ajustes, foram necessários muitas adequações e testes, em especial para ajustar o processo de girar o Sphero adequadamente, já que ele leva em consideração sempre o ponto de vista do usuário que o está controlando. Assim, como estaríamos controlando a partir do computador, seria necessária uma forma de calibrar o Sphero antes de iniciar seu uso. Com relação à ação de desconectar o dispositivo, basta encerrar a conexão via Bluetooth, estabelecida inicialmente.

Depois de criada a primeira parte do sistema, foi iniciado o desenvolvimento relativo ao dispositivo IOM. É importante destacar que para este projeto foi adotada a versão que se comunica ao computador por meio de fio. Esta decisão foi baseada no fato desta ser a versão mais estável no momento do desenvolvimento do jogo.

Para transmitir os dados gerados pelos movimentos da cabeça do usuário, o IOM estabelece uma conexão serial com o sistema responsável por tratar estes dados. No caso do jogo, o sistema deve estar preparado para receber os dados, e traduzi-los em comandos de movimentação para que o Sphero execute alguma tarefa. Para troca de dados via comunicação serial entre o IOM e o sistema desenvolvido, foi utilizada a biblioteca jSSC. A partir do momento que o IOM se conecta ao sistema, ele passa a transmitir dados a um período de tempo definido na aplicação. Na aplicação original do IOM, são enviados dados a cada 3 milissegundos. No entanto, para o jogo, foi definido que seriam enviados dados a cada 1,2 segundos, de forma que fosse possível realizar um tratamento mais adequado da informação enviada pelo IOM ao sistema. Esta decisão foi motivada pelo fato de terem ocorrido sobrecargas de comandos ao Sphero, o que frequentemente resultava em problemas de sobrecarga de comandos ao Sphero.

Os dados enviados pelo IOM ao sistema receptor consistem em conjunto de identificadores de movimentos, na forma de *Strings*. Basicamente o IOM envia quatro diferentes códigos que indicam que o usuário movimentou a cabeça para cima, baixo, direita ou esquerda. Com as funcionalidades definidas foi desenvolvida uma interface utilizando a API Java Swing para configuração dos dispositivos envolvidos no jogo. Esta interface é apresentada na Figura 11, sendo composta por duas partes principais: o Painel de controle e o Console de informações.



Figura 11: Interface atual do Painel de Controle do jogo Doce Labirinto.

O Painel de Controle é composto seis componentes, sendo cinco botões e um *combo box*. Os dois primeiros botões são relativos a descoberta, conexão e desconexão do Sphero via Bluetooth. Os demais componentes estão relacionados a execução das tarefas de conexão com o IOM. Um detalhe importante com relação a estas conexões é a ordem que a mesma deve seguir. Primeiramente o Sphero deve ser descoberto e conectado ao sistema, para só então ser conectado por meio da conexão serial. Esta sequência é importante, pois uma vez vinculado ao sistema, o

IOM já passa a enviar dados de movimentação a cada 1,2 segundos. Dessa forma, o sistema foi desenvolvido de modo a apenas permitir conectar o dispositivo IOM após uma conexão com o Sphero ter sido estabelecida com sucesso. O sistema conta ainda com um console de informações, o qual fica apresentando dados em tempo real sobre o processamento realizado que está sendo realizado, além de informar sobre eventuais erros que ocorram. A figura 12 apresenta um esquema geral de conexões de dispositivos, bibliotecas e interface, adotados no jogo.

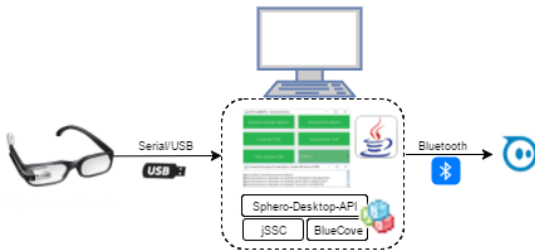


Figura 12: Esquema geral de conexão dos dispositivos e interface de comandos de controle do jogo.

4 AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE JOGO

Um dos desafios da avaliação de um jogo é qual perspectiva deve ser adotada. Comumente estratégias que consideram a usabilidade perfazem uma alternativa de avaliação. Gaver et al (2004) citado por Hassenzahl [16] destaca que produtos lúdicos promovem a curiosidade, a exploração e não necessariamente têm ênfase na ordenação de tarefas. Dessa forma, produtos lúdicos não são claramente úteis (no sentido de utilidade) e nem estão apenas focados em entreter ou divertir. Para os autores a dimensão de utilidade de um produto lúdico vai além do discernimento de realizar uma determinada tarefa. Uma alternativa são as abordagens de avaliação focadas na perspectiva do usuário final (experiência de uso). Em [16] é destacado como a etapa de avaliação exige o entendimento do que constitui um produto bom ou ruim na perspectiva do usuário final e, portanto, devemos considerar a avaliação da qualidade do produto interativo.

Nessa perspectiva, o AttrakDiff™ é um instrumento para medir a atratividade de produtos interativos e a relação dos mesmos com a experiência de uso. Este instrumento utiliza de pares de adjetivos opostos para que os usuários (ou potenciais usuários) possam identificar a sua percepção do produto. Os adjetivos representam uma coleção de quatro possíveis dimensões para avaliação. São elas:

- Qualidade pragmática (PQ): Descreve a usabilidade de um produto e indica como os usuários alcançam seus objetivos ao usar o produto.
- Qualidade hedônica - Estimulação (HQ-S): Essa dimensão explora o potencial evolutivo do produto. Em outras palavras indica até que ponto o produto pode suportar as necessidades de usuário em termos de inovação, interesse e funções estimulantes, conteúdo e estilos de Interação e apresentação.
- Qualidade hedônica - Identidade (HQ-I): Essa dimensão indica até que ponto o produto permite ao usuário se identificar com ele.
- Atratividade (ATT): É uma medida que representa através de um valor global a qualidade do produto percebida pelo usuário.

É importante ressaltar que a qualidade hedônica e pragmática são dimensões independentes e ambas contribuem para a medida de atratividade.

A experiência de jogo (Fig. 13) realizada envolveu 20 voluntários, sendo nove participantes na faixa etária de 7-12 anos, seis na faixa de 13-20 anos e cinco na faixa de 21-45 anos. Os voluntários jogaram o Doce Labirinto entre os dias 02, 03 e 04 de junho nos Pavilhões da Trigesima Fenadoce em Pelotas-RS. Os voluntários foram recepcionados no estande e convidados a interagir com o jogo. Depois de receber as instruções de jogo, os voluntários tinham tempo livre para jogar e, então, responder o questionário segundo o modelo da ferramenta AttrakDiff™. A Figura 13 ilustra as experiências realizadas.



Figura 13: Mosaico com registros feitos pelos autores durante uso do Doce Labirinto.

Após o processamento dos dados na ferramenta AttrakDiff™ foram obtidos os resultados discutidos na sequência.

A Figura 14 apresenta os resultados na forma de portfólio. Nesta representação o eixo vertical representa a qualidade hedônica e o eixo horizontal a qualidade pragmática. Dependendo dos valores das dimensões, a representação do produto no portfólio o identifica em um ou mais quadrantes (*too-self oriented/self-oriented/desired/neutral, task-oriented, superfluous e too task-oriented*). O retângulo de confiança (azul claro) representa a precisão dos resultados. Quanto menor o retângulo, mais confiabilidade dos resultados como sugere o gráfico da Figura 14.

As dimensões PQ e HQ obtiveram grau de confiabilidade 0,34 e 0,24 respectivamente. Em outras palavras, pode-se dizer que a distribuição dos resultados foi convergente. Nesta figura observamos que a relação entre as dimensões de qualidade hedônica e pragmática para o Doce Labirinto está localizada no quadrante “*self-oriented*”, ou seja, auto orientado às suas funcionalidades. Fato que nos mostra que existe espaço para evolução e também é observável na representação de diagrama de valores médios (vide Figura 15).

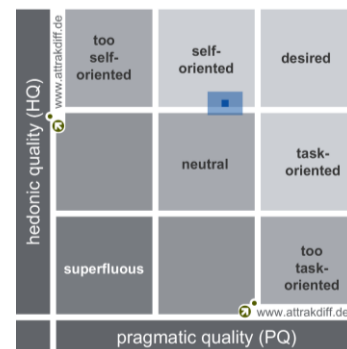


Figura 14: Representação de Portfólio.

O diagrama de valores médios (vide Fig.15) apresenta os valores médios das dimensões para o produto avaliado. Neste diagrama a qualidade hedônica é apresentada de forma distinta para os aspectos de estimulação (HQ-S) e identidade (HQ-I). Os resultados mostram que a dimensão de qualidade pragmática (PQ) não foi tão bem avaliada (ficando próximo do eixo neutro – 0) e isso reflete a dificuldade inicial com o dispositivo de entrada, o IOM, para manipular a Sphero. No entanto, as dimensões de qualidade hedônica para identidade (HQ-I) e para estímulo (HQ-S) assim como a medida de atratividade atingiram valores crescentes, partindo de 0,69, 1,64 e 2,14, respectivamente. *Score* que denota o potencial de interesse no jogo, uma vez que mesmo com obstáculos de uso (PQ), os jogadores avaliaram como muito positiva e estimulante a experiência do jogo. Fato que é mais bem detalhado na representação de descrição por pares de palavras (vide Figura 16).

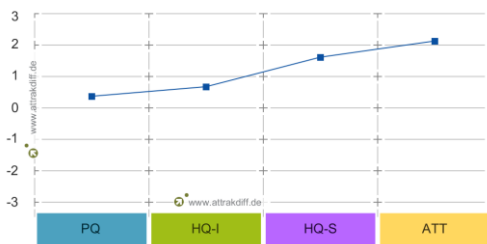


Figura 15: Diagrama de Valores Médios das Dimensões.

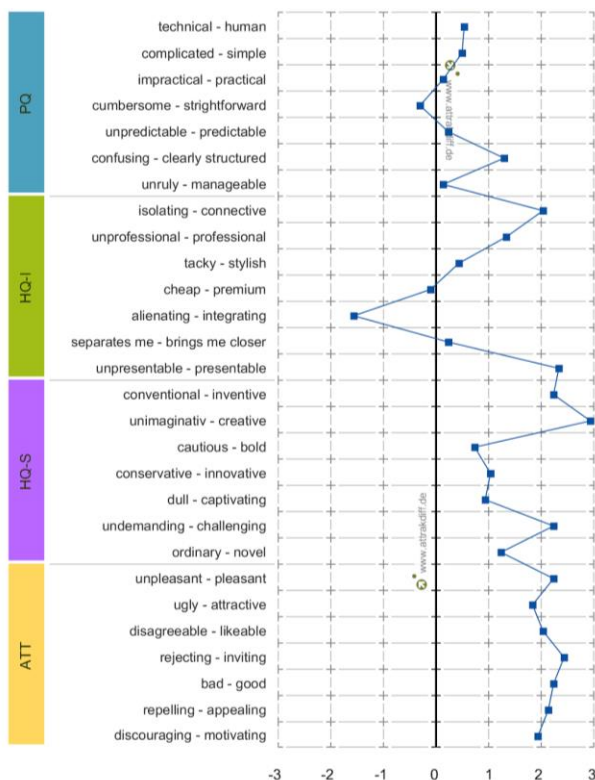


Figura 16: Descrição de Pares de Palavras.

Todas as palavras foram avaliadas de modo positivo - exceto no par alienador – integrador. Este par provavelmente obteve essa média devido a dificuldade no entendimento do significado do par

de palavras traduzido para: Me aproxima do computador, Não me aproxima do Computador (do inglês: *alienating – integrating*).

Percebe-se através destes dados que o jogo foi bem avaliado na perspectiva do usuário final, o jogador. Destacando-se características desejáveis como criatividade e desafio nos critérios relacionados à dimensão de atratividade (ATT).

5 TRABALHOS CORRELATOS

Em Roberto [1] é proposto a utilização de interfaces tangíveis e realidade aumentada em um jogo colaborativo, como uma ferramenta pedagógica para auxiliar na alfabetização de crianças. O desenvolvimento do jogo foi baseado em blocos dinâmicos (interfaces tangíveis) e qualquer informação desejada pode ser gravada em suas faces, utilizando realidade aumentada projetiva, durante a atividade, desde uma simples letra ou número, até uma animação. Obtendo as posições e orientações de cada cubo, o conteúdo de cada um deles é projetado apenas na face do seu respectivo bloco, através de um *Frame Marker*, assim ele funciona ao mesmo tempo como um *display*, exibindo a informação para o usuário, e um dispositivo de entrada, já que a sua manipulação influencia no jogo e no que é mostrado. O jogo necessita de um sistema de câmera e projetor, podendo ser uma *webcam*, com o auxílio de um software específico chamado *Canny*, que identifique o marcador nos blocos e um projetor para mostrar o resultado, no caso a projeção do objeto.

Em Fava [3] observa-se uma reflexão da utilização do controle de voz como mecanismo de interação. O autor apresenta o desenvolvimento do jogo - Só Soprando - o qual parte da premissa de proporcionar entretenimento a pessoas com deficiência, provendo-lhes a oportunidade de novos aprendizados, além de benefícios terapêuticos. O jogo foi desenvolvido por uma equipe composta por um game designer, um ilustrador e um programador. A tecnologia adotada foi o software Adobe Flash. Para jogá-lo, o jogador deve ter um microfone conectado no computador, que é o dispositivo de interação exigido. Quando o jogador sopra ao microfone, aceitando o chamado para o jogo, ele é transportado para um ambiente lúdico formado de objetos como montanhas, árvores, pássaros, aviões e edifícios. Neste ambiente há um balão controlado pelo jogador por meio de seu sopro.

Em Souza [4] é apresentado um relato sobre os aspectos da concepção e desenvolvimento do *Acesso Restrito*, um *newsgame* sobre mobilidade e acessibilidade no campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. O jogo aborda a experimentação de situações reais, (com desafios, objetivos) que os frequentadores do campus estão sujeitos diariamente, evidenciando suas principais defasagens estruturais. E as autoras apresentam também um protótipo que simula a locomoção de um cadeirante no interior do campus. Para tornar o jogo mais lúdico foi utilizado o estilo de ilustração em formato mais livre, o *cartoon*, e a estética nos personagens foi a mais diversa possível, de forma a representar a heterogeneidade dos frequentadores do campus. O jogo foi desenvolvido em Unit 3D (versão gratuita). Com os comandos do teclado é possível controlar os movimentos do personagem e a rotação da câmera.

Jogos online e comunidades virtuais, como o conhecido *Second Life*, são analisados em Vickers [6] com o objetivo de proporcionar interatividade com outros dispositivos de entrada, especialmente com foco em usuários deficientes motores, que não podem utilizar os dispositivos de entrada padrão como mouse e teclado. A técnica de rastreamento ocular foi utilizada neste trabalho através de uma ferramenta chamada *Snap Clutch*, e demonstrou um potencial de locomoção tão eficiente quanto o do mouse, obtendo preferência até mesmo com os usuários típicos para este tipo de jogo.

Seguindo nesta mesma linha de jogos online em 3D, em Nacke [7] é proposto um jogo, o *Stimulus*, desenvolvido utilizando a

plataforma SDK *Half-Life 2*. Como navegação foram escolhidas as conhecidas teclas do teclado (W - A - S - D) em conjunto com a técnica de rastreamento ocular para controlar a visão da câmera em primeira pessoa, que é usualmente feita através do mouse. O jogo consiste em um labirinto onde os jogadores teriam que passar pelos desafios, obtendo pontuações, e encontrar a saída. Foram avaliadas a pontuação dos jogadores e a experiência de uso dos participantes. A avaliação foi uma investigação sobre a experiência de jogo relacionada aos desafios de navegação utilizando a técnica de rastreamento ocular, através de um questionário de experiência de jogo específico (GEQ - *game experience questionnaire*) que media as dimensões experimentais de imersão, tensão, competência, fluxo, efeitos negativos, efeitos positivos e o desafio. Os resultados do questionário foram positivos com relação a experiência de uso de navegação utilizando a técnica de rastreamento ocular.

Interfaces tangíveis são utilizadas em Park [12] para incentivar integração social e colaboração em um ambiente virtual colaborativo chamado Moyangung. O jogo foi desenvolvido com o objetivo dos usuários utilizarem estratégias de defesa e reconstrução um castelo Koreano em realidade virtual. O trabalho descreve o contexto histórico e significado cultural do Moyangung. Os resultados demonstraram que o trabalho colaborativo utilizando interfaces tangíveis auxiliou os usuários a se engajarem mais nas tarefas e a cooperar para atingirem um melhor desempenho.

A Tabela 01 resume os trabalhos correlatos supracitados. Observa-se a variabilidade na utilização das mais diversas tecnologias integradas ou não a soluções específicas desenvolvidas pelos autores. No que tange os dispositivos de interação também são utilizadas as mais diversas soluções desde o convencional teclado e mouse até realidade virtual e interfaces tangíveis. No entanto, o que nos chama atenção é a pouca atenção dada a avaliação. A metade dos trabalhos citados [03, 01,04] não utilizou nenhum mecanismo de avaliação. Daqueles que se preocuparam em avaliar a percepção do usuário, destacamos a experiência de uso (UX) demonstrada no trabalho [7] como forma de investigar o sucesso da jogabilidade. Mesma abordagem utilizada na presente proposta.

Jogo	Tecnologias	Dispositivos	Avaliação
Só Soprando [3]	Adobe Flash	Microfone conectado ao computador	Nenhuma avaliação.
Blocos Educativos com RA e IT [1]	Frame Marker	Blocos (isopor), sistema Câmera (webcam) e projetor	Jogo em desenvolvimento. Nenhuma avaliação.
Acesso Restrito [4]	Unit 3D	Teclado como dispositivo de entrada (computador)	Jogo em desenvolvimento. Nenhuma avaliação.
Snap Clutch [6]	Software específico para rastreamento ocular	Tobii T60 e software de captura de tela TeamWork	Testes de locomoção, controle da aplicação e manipulação de objetos - (usabilidade), com 12 participantes
Stimulus [7]	<i>Half-Life 2 Source SDK</i> platform	Computador com webcam	(UX) Experiência de jogo, com 20 participantes
Moyangung [12]	Plataforma para realidade virtual	Computador	Testes para engajamento e cooperação de usuários
Doce Labirinto	Sphero-Desktop-API, API Java Swing, API Bluecove, biblioteca JSSC	Sphero, IOM + Labirinto	(UX) Experiência de jogo com 20 participantes

Tabela 01. Comparativo dos Trabalhos Correlatos.

Em comparação as demais propostas [01, 03, 04, 06, 07 e 12], este trabalho avança no estado da arte no sentido de mesclar dispositivos tangíveis de entrada e saída do jogo e avaliar a experiência de jogo focada na atratividade. Nossa preocupação face aos demais coloca o design do jogo envolvendo dispositivos de interação natural e recursos tangíveis como um desafio para jogabilidade. Além disso, o *feedback* de UX focado na atratividade corrobora com esse fato.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma experiência de design de jogo – o desenvolvimento do jogo Doce Labirinto – associada a uma experiência de uso do jogo. Tanto o desenvolvimento quanto o uso foram influenciados pela escolha de dispositivos de interação pouco convencionais que fazem uso de interação natural e recursos tangíveis: o IOM e o Sphero, respectivamente. O produto final da experiência de concepção e desenvolvimento foi levado a apreciação de usuários voluntários no contexto de um evento cultural: a feira do doce – Fenadoce.

A análise dos resultados obtidos através de testes com usuários voluntários demonstra o alto grau de atratividade e curiosidade gerados pelo jogo Doce Labirinto. Como fatores que corroboram esta afirmação apontamos o fato do jogo utilizar tipos de dispositivos de interação diferentes dos mais comumente utilizados, possibilitando novos modos de jogar e de interagir contribuindo para imersão do jogador.

Nesse sentido, uma observação feita pelos pesquisadores foi a naturalidade da percepção de uso dos dispositivos de interação, provocando uma melhor jogabilidade, na faixa etária de 7 a 12 anos. Mesmo não sendo objetivo do jogo avaliar desempenho quantitativo (com *score* ou tempo de execução), numa média observada, percebeu-se que esse perfil de jogador foi bem mais rápido do que os demais, tanto em resolução do desafio como de uso dos dispositivos, fato que contribui para imersão no jogo também.

O *output* tangível com o Sphero no jogo Doce Labirinto, impulsionou um nível de experiência de uso diferente do habitual, o *free play* (a partir do entendimento das regras) foi bem avaliado (nível de qualidade atratividade), mesmo com o mapeamento de gestos de *input* de comando para tomada de decisão mais complexas no uso (nível de qualidade pragmático), a experiência foi avaliada positivamente e em evolução (passível de melhorias).

Os objetos físicos que remeteram ao universo lúdico do jogo, o labirinto, os obstáculos (a formiga e os doces) e o Sphero, possibilitaram instrumentos concretos de interação com essa interface que foi contextualizada dentro do cenário do evento, o que potencializou o interesse no jogo. A inserção dos testes dentro do ambiente da Fenadoce, referenciado pelo entorno da cultura do doce a que é submetida a cidade nesse período, estimulou mais o interesse de participação dos visitantes. Esses fatores fizeram com que muitas pessoas movidas pela curiosidade, fossem convidadas a jogar e, então, foram surpreendidas pelos dispositivos de interação utilizados.

Aponta-se a necessidade de aprofundar mais os estudos relativos a esses novos dispositivos de interação (IOM e Sphero) e seus usos conjugados dentro do universo de possibilidades de desenvolvimento de jogos. Ambos dispositivos se mostraram efetivos na atratividade dos jogadores, sendo que o incremento de tecnologia que possibilite um refino nas interações é também necessário.

Interfaces naturais e tangíveis abrem um novo horizonte para desenvolvimento de tipos de interação não comumente utilizados dependendo exclusivamente de um game design contextualizado e que gere interesse nos jogadores.

Alguns pontos de atenção para o desenvolvimento de futuros jogos que utilizem esses dispositivos e interfaces:

- Pensar no entorno como parte da interface tangível: a decisão do local físico do jogo impacta em tomadas de decisão de projeto;
- Infraestrutura de desenvolvimento: demanda necessita uma grande camada de pré-testes com foco em prototipagem rápida para avaliação e stress das ferramentas antes de abrir o jogo ao público;
- Definição clara do game design e regras de interação: a calibração de gestos para interação deve ser bem

definida pois elas geram *feedback* nas interfaces tangíveis e se houver confusão de como disparar certos comandos haverá distorções nos *inputs* para tomadas de decisão gerando frustração nos jogadores;

- Contextualizar o jogo sob a perspectiva cultural: tão importante quanto aspectos funcionais do jogo a definição de aspectos simbólicos dele geram maior empatia por parte dos jogadores do que somente se tivéssemos planejado uma experiência somente de interação.

Por fim, como perspectivas futuras planeja-se o desenvolvimento de evoluções técnicas práticas na implementação da jogabilidade do Doce Labirinto e em testes utilizando outros tipos de interfaces tangíveis e de *inputs* com dispositivos de interação natural para fins de comparação.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Roberto, J. M. Teixeira, J. P. Lima, M. M. O. da Silva, E. Albuquerque, D. Alves, V. Teichrieb, and J. Kelner. "Jogos educacionais baseados em realidade aumentada e interfaces tangíveis." In: *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, Porto Alegre 1, no. 1, p: 91-128, 2011.
- [2] J. Hendrix. "Bringing games to life: actuated output in tangible tabletop gaming." In: *10th Twente Student Conference on IT*, Enschede, January, 2009.
- [3] F. Fava. "Jogando com o ar: o sopro como instrumento de acessibilidade nos jogos eletrônicos." In: *SBGames-VII Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*, vol. 1, pp. 115-121. 2008.
- [4] I. P. Souza, N. F. Menezes, A. C. P. Gomes, and J. Ziller. "Um jogo sobre mobilidade e acessibilidade: a concepção de Acesso Restrito1." In *SBGames- Symposium on Computer Games and Digital Entertainment - Art & Design Track* (Vol. 1, pp. 201-209), 2014.
- [5] K. Bierre, M. Hinn, T. Martin, M. McIntosh, T. Snider, K. Stone, and T. Westin. "Accessibility in games: Motivations and approaches." White paper, International Game Developers Association (IGDA), 2004.
- [6] S. Vickers, H. Istance, A. Hyrskykari, N. Ali, and R. Bates. "Keeping an eye on the game: Eye gaze interaction with massively multiplayer online games and virtual communities for motor impaired users.", In: *Proc. 7th ICDVRAT with ArtAbilitation*, Maia, Portugal, 2008
- [7] L. E. Nacke, S. Stellmach, D. Sasse, and C. A. Lindley. Gameplay experience in a gaze interaction game. In: *The 5th Conference on Communication by Gaze Interaction - COGAIN 2009: Gaze Interaction For Those Who Want It Most*, pages 49-54, 2010
- [8] S. Almeida, A. Veloso, L. Roque, and O. Mealha. The eyes and games: A survey of visual attention and eye tracking input in video games. In: *Proceedings of the SBGames*, Salvador BA, Brazil, p:79-110, 2011.
- [9] E. Velloso, J. Turner, J. Alexander, A. Bulling, and H. Gellersen. An empirical investigation of gaze selection in mid-air gestural 3D manipulation. In *Human-Computer Interaction-INTERACT 2015* (pp. 315-330). Springer International Publishing, 2015.
- [10] L. E. Nacke, A. Cox, R. L. Mandryk, and P. Cairns. SIGCHI Games: The Scope of Games and Play Research at CHI. In: *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2016.
- [11] H. Ishii, D. Lakatos, L. Bonnani and J. B. Labrune. Radical Atoms: Beyond Tangible Bits, Towards Transformable Materials. In: *Interactions: Experiences, People, Technology*. Volume XIX.1, Jan-Feb, 2012.
- [12] K. S. Park, H. S. Cho, J. Lim, Y. Cho, S. Kang, and S. Park, "Learning Cooperation in a Tangible Moyangsung," In: *Lecture Notes in Computer Science*. vol. 4563, 2007, pp. 689-698.
- [13] J. Brennan, K. Dillman, S. A. Manesh, E. Sharlin, and A. Tang. "Designing an immersive and entertaining pervasive gameplay experience with spheros as game and interface elements." In: *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, pp. 425-426. ACM, 2014.
- [14] E. Oliveira, G. Sousa, I. Magalhães, and T. Tavares. "The Use of Multisensory User Interfaces for Games Centered in People with Cerebral Palsy." In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Access to Learning, Health and Well-Being*, pp. 514-524. Springer International Publishing, 2015.
- [15] K. Salen. Regras do jogo: Fundamentos do design de jogos e principais conceitos: Volume 1-4 - São Paulo: Blucher, 2012.
- [16] M. Hassenzahl. "Hedonic, emotional, and experiential perspectives on product quality." *Encyclopedia of human computer interaction* (2006): 266-272.
- [17] M. B. Machado, A. Colares, C. Quadros, F. Carvalho, A. Sampaio.: "Óculos Mouse: Mouse Controlado pelos movimentos da cabeça do usuário", Brazilian Patent INPI n. PI10038213, Brazil, 2010.
- [18] A. S. Rodrigues, M. B. Machado, M. B. Machado, R. C. Cardoso, C. Quadros, V. K. da Costa. Evaluation of the Use of Eye and Head Movements for Mouse-Like Functions by using IOM Device In: *HCI International 2016, 2016, 2016, Toronto - CA.Proceedings of HCI2016 - Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*. Springer, 2016. v.8.
- [19] Portal Institucional Feira Nacional do Doce - Fenadoce. Disponível em <www.fenadoce.com.br>. Acesso em 2 de junho de 2016.