



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CEDMA RANIELLY SANTOS FIRMINO

CUBO COLORIDO: UM PROTÓTIPO DE UM JOGO EDUCATIVO

MOSSORÓ-RN

2014

CEDMA RANIELLY SANTOS FIRMINO

CUBO COLORIDO: UM PROTÓTIPO DE UM JOGO EDUCATIVO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. André Pedro Fernandes Neto – UFERSA.

MOSSORÓ, RN

2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

F525c Firmino, Cedma Ranielly Santos.

Cubo colorido: um protótipo de um jogo educativo / Cedma Ranielly Santos Firmino -- Mossoró, 2014.

28f.: il.

Orientador: Prof. Dr. André Pedro Fernandes Neto.

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Jogos educativos. 2. Aprendizagem. 3. Cubo colorido. 4. Tecnologia. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/761-14

CDD: 371.337

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa
CRB-15/453

CEDMA RANIELLY SANTOS FIRMINO

CUBO COLORIDO: UM PROTÓTIPO DE UM JOGO EDUCATIVO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. André Pedro Fernandes Neto – UFERSA.

APROVADA EM: 06 / 08 / 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Pedro Fernandes Neto – Presidente

Prof. MsC. Thomas Edson Espindola Gonçalo – Membro

Prof. MsC. Joana Karolyni Peixoto – Membro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por total apoio e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus!

Ao meu orientador, André Pedro, pela ajuda e confiança em mim depositada.

Aos professores Joana Karolyni e Thomas Edson, pela disposição em compor a minha banca e pelo exemplo que são enquanto professores, sempre abertos a conversa e ajuda.

Aos professores dos cursos Bacharelado em Ciência e Tecnologia e Engenharia de Produção, pelos conhecimentos compartilhados.

Aos meus amigos de curso, em especial a turma da favela de produção, Liviam, Rafael Bezerra, Jéssica, João Rafael, Vanessa L, Vanessa D, Marília, Patrícia, Bia, Dani, Miguel e Vivi, pelas muitas conversas jogadas fora, pelo apoio, ajuda, paciência e carinho.

Ao meu amigo Wendson, por todos os anos de companheirismo e apoio.

À todos os amigos que estiveram presentes e ausentes durante todo esse processo, independente da distância, estão em meu coração.

À minha família, pela confiança e apoio.

Ao meu amado Diego Bezerra, pelo apoio, paciência, ajuda e por todos os anos, meses, dias e horas que foram dedicados a mim.

Finalizando, agradeço a todos, especialmente os aqui citados, pois todos foram muito importantes nos últimos meses.

Amigos! Sou devedor a cada um de vocês.

“Há mais pessoas que desistem do que pessoas que
fracassam!” - Henry Ford.

RESUMO

O processo de jovens que jogam pode estar associado a diversos fatores, como a busca de prazer e diversão, mas o que se percebe a partir da experiência é que o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação possibilita a produção de conhecimento por simulação e engaja jovens em processo de aprendizagem. A finalidade desta pesquisa é do tipo pesquisa aplicada, onde estudos são elaborados com a finalidade de resolver problemas no âmbito das sociedades em que vivem. O método empregado na pesquisa refere-se aos estudos sobre as literaturas existentes (levantamento bibliográfico), desenvolvimento da estrutura lógica do jogo e especificação dos componentes usados pelo desenvolvimento do jogo. O objetivo é desenvolver uma maneira simples e divertida de ensinar as cores básicas às crianças como forma de estimular sua capacidade cognitiva e motora, chamado Cubo Colorido. A ideia por trás do Cubo Colorido é propiciar as crianças o desenvolvimento, melhoria ou manutenção do sistema cognitivo e locomotor.

Palavras-chave: Jogos educativos, Aprendizagem, Cubo Colorido, Tecnologia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo do Arduino Uno. Fonte: (ARDUINO, 2014).	16
Figura 2 – IDE Arduino. Fonte: (ARDUINO, 2014).	17
Figura 3 – Módulo XBee. Fonte: (ARDUINO, 2014).	18
Figura 4 - Metodologia utilizada na pesquisa. Fonte: autor.	19
Figura 5 – Arduino Fio (frente). Fonte: (ARDUINO, 2014).	21
Figura 6 – Arduino Fio (Verso). Fonte: (ARDUINO, 2011).	21
Figura 7 – Protótipo do Cubo Colorido. Fonte: autor.	25
Figura 8 – Protótipo do Cubo Colorido. Fonte: autor.	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 JOGOS E A APRENDIZAGEM.....	14
2.2 SISTEMAS EMBARCADOS	14
2.2.1 Hardware livre.....	15
2.2.2 Sensores de posicionamento: Acelerômetro	17
2.2.3 O Protocolo ZigBee	18
3. METODOLOGIA	19
4. DESENVOLVIMENTO	20
4.1. HARDWARE.....	20
4.1.1. Conjunto transmissor.....	21
4.1.2. Conjunto receptor	22
4.2. SOFTWARE	22
4.2.1. Conjunto transmissor.....	22
4.2.2. Conjunto receptor	23
5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS FUTUROS	27
6. REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Por natureza, as crianças são criativas e curiosas em relação ao ambiente que as rodeia. Há circunstâncias e características, como o caso de limitações físicas ou cognitivas, que não proporciona a todas as crianças o mesmo desenvolvimento. A tecnologia aparece nesse contexto como uma ferramenta capaz de gerar oportunidades para que as limitações não sejam um obstáculo para o desenvolvimento e o sucesso desses sujeitos.

No âmbito tecnológico, a Internet (redes sociais, bate papo e ferramentas de busca) e os jogos digitais são destaques. O jogo, por sua vez, está presente na vida do homem desde os séculos mais remotos. Não existe uma data precisa para determinar o período do surgimento dos jogos, o que sabemos é o que consta em registros históricos. Grandes civilizações cultivavam a atividade do jogar, ou como modo de punição para os prisioneiros de guerras, ou ainda para fins de divertimento (HUIZINGA, apud MONTE, 2014, pag. 26).

Os jogos se apresentam como uma tecnologia digital a qual é frequentemente encontrada na vida da maioria dos jovens. O processo de jovens que jogam pode estar associado a diversos fatores, como a busca de prazer e diversão. O que se constata a partir da experiência é que o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação possibilita a produção de conhecimento por simulação e engaja jovens em processo de aprendizagem. O conhecimento não mais se restringe ao ato de jogar, mas cada vez mais os jovens se veem mobilizados na interação com esta tecnologia (MONTE, 2014).

Antes imersas em um ambiente dinâmico, onde as crianças possuíam uma maior interação física com objetos de diversão, hoje estão inseridos em um ambiente tecnológico caracterizado pelo sedentarismo e comodismo, onde as atividades do cotidiano exigem pouca atividade motora. O que se propõe com este trabalho é o desenvolvimento de um jogo como um instrumento lúdico de interação de crianças com o computador, proporcionando um mecanismo de aprendizagem e exercício motor e cognitivo.

1.2 JUSTIFICATIVA

A motivação desse trabalho partiu da participação de um projeto de extensão chamado “Oficinando em Rede: tecnologias da informação e comunicação produzindo inserção social, cuidado e formação em saúde mental”. O projeto foi realizado no Centro de Atenção

Psicossocial Infantil – CAPSi na cidade de Mossoró. O objetivo do projeto de extensão é promover a inclusão e o cuidado em saúde mental por meio das tecnologias.

O uso das ferramentas computacionais, de forma lúdica, propicia flexibilidade e criatividade, encorajando o pensamento criativo, alimentando a imaginação e estimulando a intuição. Os jogos interativos com fins educacionais servem para ensinar, estimular e educar através de ferramentas instrucionais eficiente (FALKEMBACH, 2012).

Os recursos tecnológicos associados ao processo lúdico permitem o sujeito interagir com qualquer conteúdo de forma prazerosa e divertida. Portanto, por meio de recursos oferecidos pelas tecnologias digitais é possível planejar, desenvolver e implementar jogos para fins educacionais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma maneira divertida e simples de ensinar as cores básicas às crianças como forma de estimular sua capacidade cognitiva e motora através de um jogo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma arquitetura de hardware embarcada do conjunto de dispositivos eletrônicos do jogo.
- Implementar um software de controle capaz de ler a posição do cubo e gerenciar o jogo.
- Desenvolver uma plataforma computacional de baixo custo para o cubo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo é composto com a introdução do referente trabalho, mostrando sua importância através da contextualização e justificativa. São apresentados também os objetivos, como forma de delimitar o escopo do trabalho.

O segundo capítulo mostra o embasamento teórico utilizado para o desenvolvimento do trabalho, com os principais conceitos relacionados ao tema da pesquisa, são eles: jogos digitais e a aprendizagem, sistemas embarcados e plataformas de hardware livre.

O terceiro capítulo detalha a metodologia que delineou a formalização do estudo e que possibilitou a sua realização, destacando o método proposto, descrevendo cada etapa que foi seguida.

O quarto capítulo contempla o desenvolvimento do projeto, descrevendo os componentes de hardware e software que empregados e o funcionamento do jogo.

Por fim, no capítulo cinco são apresentadas as conclusões e sugestões de trabalhos futuros. Ao término, é fornecida uma lista com as referências bibliográficas que serviram de base para este trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 JOGOS E A APRENDIZAGEM

O jogo tem sido objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento, tais como psicologia, pedagogia, educação física, dentre outras. O jogo tem uma dimensão vital para o sujeito e representa um espaço de aprendizagem, especialmente para a criança. O brincar é capaz de apresentar vias para o desenvolvimento dos aspectos da formação humana, como a cognição, afetividade, o amadurecimento psicológico e a motricidade (WITTIZORECKI et al, 2012).

“Há inúmeras pesquisas que apontam para os benefícios da utilização dos jogos digitais, quando estes integram propostas pertinentes ao crescimento cognitivo e afetivo dos sujeitos, incidindo sobre dimensões do humano como: invenção de formas de ver os objetos – sujeitos cegos ou com baixa visão -, ativação de processos neurológicos e cerebrais em caso de sujeitos com lesão mental, apenas para exemplificar” (MONTE, 2014).

As atividades lúdicas, por meio das tecnologias digitais, têm provocado significativas mudanças na realidade social e nos processos educacionais. A presença constante dos recursos tecnológicos, quando associados ao processo lúdico, permite a discussão e inserção de qualquer tema de forma divertida. Os jogos educacionais apresentam conteúdo e atividades práticas baseados no lazer e diversão, estimulando o aprendiz através da exploração do lúdico. Vão além do entretenimento, eles servem para ensinar e educar. (FALKEMBACH, 2012).

2.2 SISTEMAS EMBARCADOS

Os sistemas embarcados são utilizados no mais diversos ramos, por exemplo, controle de motor, ar condicionados, alarmes e muito mais. Desempenha tarefas específicas, onde precisam atender rígidos requisitos como segurança, desempenho, e ciclos de inovação mais curtos e ainda baixo custo de produção. O surgimento de novas aplicações é impulsionado pelo crescimento do mercado e um melhor conhecimento das necessidades humanas (GUESSI, 2013).

Sistemas embarcados são sistemas computacionais onde o hardware e o software são integrados e que desempenham uma função dedicada. São compostos por micro controladores de capacidades computacionais reduzidas, mas suficientes para a necessidade das aplicações. Estes sistemas fazem parte de um sistema maior, por isso o termo embarcado, já que normalmente não são visíveis ao usuário. São projetados para realizar uma gama de funções específicas e seu processamento é ativado através de interações com o ambiente e seu resultado é a coleta de dados através de sensores e ações voltadas para o próprio ambiente (LI, 2003).

2.2.1 Hardware livre

Inspirado pelo conceito do movimento de liberdade provocado pelo software livre, estabelecido na década de 90, os engenheiros vem buscando formas de aplicar conceitos de software livre ao hardware eletrônico e de computador. Quando se trata de software livre, o conceito pode ser facilmente visualizado, já que estes podem ser facilmente copiados. No contexto do hardware, o produto físico, sempre envolverá um custo, por isso o conceito de liberdade está associado ao design de hardware e a permissão para desenvolver um produto a partir desse design (OSIER-MIXON 2011).

“Por “software livre” devemos entender aquele software que respeita a liberdade e senso de comunidade dos usuários. Grosso modo, os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software. Com essas liberdades, os usuários (tanto individualmente quanto coletivamente) controlam o programa e o que ele faz por eles” (GNU, 2014).

O conceito de hardware livre vem se popularizando aos poucos e diversos projetos já estão sendo desenvolvidos. Empresas conhecidas como a IBM, a Sun Microsystems, dentre outras, já tem disponível projetos de sucesso. Existe também um projeto bem sucedido chamado Arduino, famoso por sua simplicidade, fácil manuseio e baixo custo. O mesmo possui diversos fabricantes que fornecem placas adicionais, sensores que complementam e possibilitam a mais diversa gama de aplicações (OSIER-MIXON 2011). Tanto o hardware quanto o software do Arduino são de natureza aberta, o que significa que seus projetos podem ser utilizados livremente para qualquer propósito.

2.1.1.1 Arduino

O Arduino é uma plataforma de computação embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware ou software. É composto por um micro controlador de placa única e um conjunto de software que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. Pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou pode ser conectado a um computador ou a uma rede, para recuperar e enviar dados do Arduino e atuar sobre eles (MCROBERTS, 2011). Na Figura 1 pode ser visualizado um modelo de Arduino, o Arduino Uno, o mais popular dos modelos já desenvolvidos.



Figura 1 – Modelo do Arduino Uno. Fonte: (ARDUINO, 2014).

Para desenvolver aplicações com Arduino é necessário programá-lo para que ele realize o propósito planejado. A plataforma Arduino é composta por uma IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento), que nada mais é que um software livre no qual o programa (conjunto de instruções) deve ser escrito em uma linguagem que o Arduino compreenda (baseada em linguagem de programação C). Uma vez escrito o programa (também conhecido como sketches), este deve ser compilado e transferido para o Arduino para que as instruções construídas possam ser executadas (MCROBERTS, 2011). A IDE do Arduino pode ser visualizada na Figura 2.

Projetado com a finalidade de ser de fácil entendimento, programação e aplicação, o Arduino é também multiplataforma (configurável em ambiente Windows, GNU / Linux e Mac OS). Ele pode ser perfeitamente utilizado, tanto como ferramenta educacional como também para desenvolver complexos sistemas, sem se preocupar com o fato do usuário não ter um

conhecimento específico de eletrônica. Existem diversos tipos de Arduino, onde o tipo a ser escolhido dependerá do projeto a ser desenvolvido.

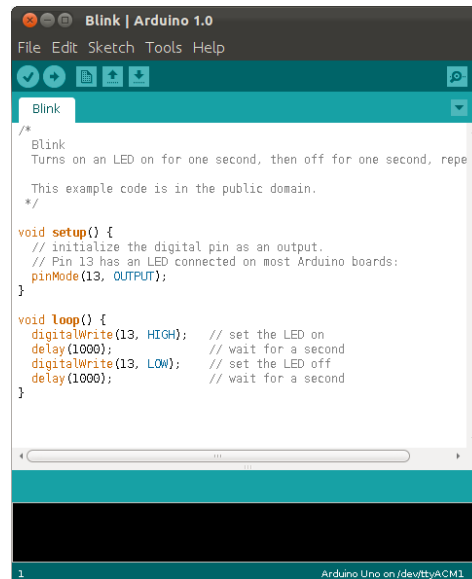


Figura 2 – IDE Arduino. Fonte: (ARDUINO, 2014).

2.2.2 Sensores de posicionamento: Acelerômetro

A aceleração é uma grandeza física que nos diz quão rapidamente a velocidade de um corpo varia ao longo do tempo. Um acelerômetro é um sensor eletrônico, um dispositivo utilizado para medir as forças de aceleração impostas a si mesmo. Podem ter 1, 2 e 3 eixos e possuem várias faixas de medição. Atualmente é utilizado em vários produtos eletrônicos, como celulares para indicar a orientação da tela (BUORO, 2013).

O acelerômetro tem a característica de ter uma saída referencial para cada eixo, cada saída indicada por um eixo x, y ou z tem um valor analógico de tensão indicado que varia de acordo com a oscilação detectada pelo mesmo. Essas tensões podem ser medidas usando uma das portas analógicas presentes na nossa plataforma microcontrolada e enviadas diretamente pelo sistema de comunicação sem fio para ser interpretadas pela aplicação de software (BUORO, 2013).

2.2.3 O Protocolo ZigBee

O protocolo ZigBee é um padrão de comunicação de redes sem fio que provê uma rede de curto alcance e boa relação custo benefício. Permite um monitoramento e controle com baixas taxas de dados, baixas taxas de processamento e com grande autonomia de operação. Foi desenvolvido para dar suporte a aplicações de baixo custo alimentado por baterias, que envolve sensores de diversos tipos para uso em automação industrial e comercial, domótica e sistemas embarcados. Foi desenvolvido para ser uma alternativa de comunicação simples, usado onde não necessitem de soluções complexas, com isso torna se viável para aplicações de baixo custo (MONSIGNORE, 2007).

Os módulos XBee (Figura 3), são módulos que fazem comunicações no padrão ZigBee. Os módulos XBee foram criados para economizar energia, tornando possível a utilização de pilhas ou baterias comuns, que durarão meses ou mesmo anos sem precisarem ser substituídas. Isso porque, os módulos XBee quando não estão transmitindo/recebendo dados, entram num estado de dormência ou em "Sleep", consumindo o mínimo de energia.



Figura 3 – Módulo XBee. Fonte: (ARDUINO, 2014).

3. METODOLOGIA

Definir o método é gerar uma ordem dos diversos processos necessários para se atingir o resultado esperado. Trata-se de um conjunto ordenado de procedimentos que se mostraram eficientes ao longo da história. O método científico caracteriza-se então por um instrumento de trabalho, composto por diversas etapas que devem ser seguidas para o desenvolvimento da pesquisa (CERVO, 2007).

A finalidade desta pesquisa é do tipo pesquisa aplicada, onde estudos são elaborados com a finalidade de resolver problemas no âmbito das sociedades em que se vivem. Quanto aos objetivos é do tipo pesquisa exploratória, onde o objetivo é proporcionar uma maior familiaridade com o problema, quando há poucos trabalhos sobre o tema, e desta forma esse tipo de obra pode se caracterizar como ponto inicial para estudos posteriores, através de pesquisas e observações do fenômeno estudado (GIL, 2010).

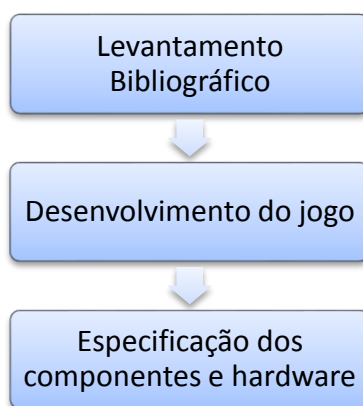


Figura 4 - Metodologia utilizada na pesquisa. Fonte: autor.

A Figura 4 mostra esquematicamente as etapas deste trabalho. A primeira consiste em uma pesquisa bibliográfica, ou seja, sobre jogos e aprendizagem, bem como as tecnologias a serem empregadas no projeto de jogo desenvolvido. A segunda etapa consiste no desenvolvimento do jogo, onde é realizada a estruturação da lógica proposta e sua implementação. A terceira etapa do método de pesquisa explana a especificação dos componentes usados pelo desenvolvimento do jogo, caracterizando os aspectos de hardware e software além de justificar a escolha destes componentes.

4. DESENVOLVIMENTO

A ideia por trás do Cubo Colorido (Figura 5) é propiciar as crianças o desenvolvimento, melhoria ou manutenção do sistema cognitivo e locomotor. Os usuários do sistema são induzidos a posicionar um cubo com determinada face voltada para cima de acordo com a cor solicitada pelo aplicativo, obtendo pontos e avançando pelo jogo.

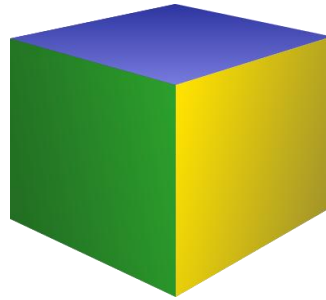


Figura 5 – Projeto visual do cubo. Fonte: autor.

O volume e material empregado na construção do cubo são fatores determinantes para o sucesso do dispositivo onde as classes de usuários esperados para o sistema possuem limitações quanto à força (intensidade e controle). Tais particularidades exigem que o cubo seja feito de um material leve e resistente a quedas e que seu tamanho não seja demasiadamente grande, exigindo manipulação com duas mãos para os idosos e nem pequeno demais dificultando a pegada.

Para efeito de prototipagem, o material utilizado para desenvolver o cubo foi o papelão. No entanto, o material ideal para o cubo é madeira leve ou acrílico, com bordas reforçadas que evitem o desgaste do equipamento durante seu uso ou manipulação. Um cubo de 1000cm^3 - 10 centímetros de aresta - se mostrou bem aceito em testes iniciais. As crianças em geral também são beneficiadas um cubo de mesmo volume.

4.1. HARDWARE

O projeto faz uso de dois conjuntos de dispositivos eletrônicos sendo um deles embarcado no cubo, chamado de Conjunto Transmissor e o outro conectado via USB a um microcomputador com suporte ao Java 8, intitulado de Conjunto Receptor.

4.1.1. Conjunto transmissor

Como componentes internos, o cubo necessita de um microcontrolador embarcado conectado a um sensor de posicionamento e um radiotransmissor. Os dados coletados são enviados em tempo real para um receptor conectado a um computador.

O microcontrolador escolhido para o projeto foi o Arduino Fio (Figura 5). Este modelo possui características que facilitam seu uso no Cubo Colorido e podem ser visualizadas na lista a seguir:

- Dimensões reduzidas: 7 cm de comprimento por 3 cm de largura.
- Conector para bateria de polímero de lítio de uma célula, 3,7 volts (indicação 1 da Figura 5).
- Circuito embutido para recarga de bateria.
- Pinagem para simples encaixe do módulo Xbee versão 1 (indicação 2 da Figura 6).
- Voltagem de operação de 3,3 volts.

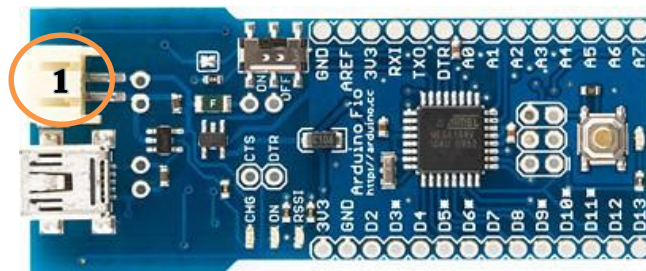


Figura 5 – Arduino Fio (frente). Fonte: (ARDUINO, 2014).

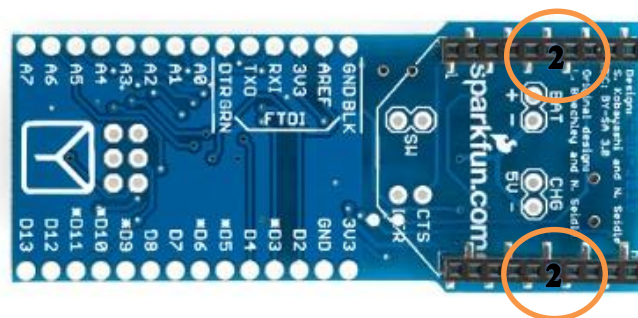


Figura 6 – Arduino Fio (Verso). Fonte: (ARDUINO, 2011).

Com o Arduino Fio, o uso de alimentação por bateria é simplificado e a conexão com o módulo Xbee facilitada. A voltagem de operação de 3,3 volts também é um ponto favorável pois o acelerômetro utilizado funciona nessa tensão, evitando um processo de calibragem por meio de portas de referência externa (AREF) em Arduinos que funcionam em 5 volts.

Usando o mínimo de solda ou emprego de *jumpers*¹ é possível montar toda a eletrônica no cubo. Como os componentes são relativamente leves, apenas em casos isolados se faz necessário o balanceamento para evitar que o cubo possua um lado desproporcionalmente mais pesado que o outro.

4.1.2. Conjunto receptor

Compondo o conjunto de hardware receptor está o módulo Xbee receptor acoplado a uma placa chamada de Xbee Explorer USB. Essa placa tem a função de criar uma porta serial de comunicação no Sistema Operacional via USB (comunicação utilizada para conectar pendrives, mouses e outros equipamentos de hardware), tecnologia desenvolvida pela empresa Future Technology Devices International (FTDI).

A FTDI disponibiliza drivers para os principais sistemas operacionais incluindo Windows, Mac e Linux, ressaltando que esses drivers são distribuídos por padrão nas distribuições Linux, havendo necessidade de instalação, se configurando como um dispositivo *Plug and Play*².

4.2. SOFTWARE

Assim como o hardware, o software do projeto foi dividido em duas partes que operam cada qual em um dos conjuntos de hardware mencionados anteriormente.

4.2.1. Conjunto transmissor

Para controlar o hardware transmissor, foi desenvolvido um algoritmo utilizando a IDE do Arduino, responsável por coletar os dados provenientes do acelerômetro e transmiti-los via rádio por meio do módulo Xbee.

O acelerômetro ADXL335, empregado no protótipo, funciona de maneira analógica. Cada um dos seus eixos (X, Y e Z) é conectado ao Arduino Fio por meio de jumpers e a leitura dos valores é realizada com o emprego da função *AnalogRead*, presente por padrão nas

¹ *Jumpers* são fios utilizados para conectar componentes eletrônicos geralmente empregados em placas de prototipação.

² A tecnologia plug and play, foi criada com o objetivo de fazer com que o computador reconheça e configure automaticamente qualquer dispositivo que seja instalado, eliminando a configuração manual.

bibliotecas da IDE do Arduino. Essa função retorna um número inteiro no intervalo entre 0 e 1023 correspondendo à tensão registrada no pino analógico da leitura. Por exemplo, se o eixo Y detectar uma força gravitacional, força G, máxima, ele fornecerá uma tensão de 3,3 volts, que ocasiona a função retornar o inteiro 1023.

O envio dos dados por meio do Xbee é transparente ao software, não necessitando de quaisquer alterações. Contudo, a presença do módulo no Arduino Fio impossibilita o upload de novos códigos para a memória do microcontrolador.

Devido à alta sensibilidade do ADXL335, que também é empregado para detectar choques mecânicos, também conhecidos como *tilts*, se faz necessário tratar os dados coletados e se concentrar apenas no posicionamento. Em outras palavras, pequenas vibrações na superfície onde o cubo repousa, causadas por movimento dos braços ou operação de motores como ventiladores, podem acarretar em dados com grande flutuação. A normalização do sensoriamento é simples e melhor tratada no software receptor.

4.2.2. Conjunto receptor

Controlando o hardware receptor existe uma aplicação implementada usando a linguagem de programação Java e a plataforma multimídia para criação de uma rica Interface Gráfica do Usuário, em inglês: *Graphical User Interface* (GUI), chamada de JavaFX.

Esse software pode ser dividido internamente entre um *daemon*³ que coleta e processa os dados de posicionamento recebidos e o controlador do jogo em si.

4.2.2.1 O Daemon

Para possibilitar a leitura dos dados recebidos por meio do módulo Xbee, a biblioteca jSSC - *java Simple Serial Connector* - que possui licença de software livre, foi empregada ao projeto. Com o uso do jSSC é possível manipular portas seriais, enviando e recebendo dados nos sistemas operacionais Windows, Mac e Linux, em arquiteturas x86, x86-64, PPC e PPC64.

Uma *thread*⁴ principal foi desenvolvida para ler os dados seriais, convertendo-os em objetos e fornecendo métodos responsáveis por calibrar a leitura do cubo, armazenar as suas

³ *Daemon* é o termo dado a processos ou subprocessos responsáveis por realizar funções em segundo plano, *background*, como alguns aplicativos servidores.

⁴ É uma forma de um processo dividir a si mesmo em duas ou mais tarefas que podem ser executadas concorrentemente.

últimas posições recebidas e verificar a orientação atual. Nessa thread estão as instruções capazes de normalizar os dados e diminuir a interferência dos *tilts* no sistema.

A estratégia de normalização consiste no armazenamento das últimas dez posições do cubo em uma estrutura conhecida como *Circular Fifo Queue*, implementada na biblioteca *Commons* da Apache. Essa estrutura é uma fila de objetos com tamanho fixo onde, caso a fila esteja cheia, a inserção de um novo objeto exclui o objeto mais antigo.

Sempre que for necessário saber se o cubo mudou de posição, um novo objeto de posicionamento, fruto da média aritmética dos elementos da fila circular, é gerado. Este procedimento garante uma maior fidelidade ao sistema, suavizando as interferências causadas pelos *tilts*.

4.2.2.2 O controlador do jogo

Ao iniciar o aplicativo, o cubo deve ter suas posições calibradas, essa atividade deverá ser realizada sempre que o jogo for iniciado. O cubo é posicionado e ao verificar a face que está voltada para cima, o botão correspondente a cor deve ser acionado. O passo é repetido para todas as cores que compõe o cubo.

Na Figura 7, podemos visualizar o ambiente do controlador do jogo. Existem alguns passos de configuração do jogo antes do uso: o item porta, indica se o dispositivo está ou não pronto para o uso (mecanismos de transparência devem ser pensados para este item, o que aparece na tela é a porta conectada); uma vez pronto, o botão iniciar é acionado; o próximo passo é a realização do processo de calibração das faces (cores) do cubo (tarefa realizada na lateral esquerda da tela). O jogo está pronto para o uso.

O objetivo do jogo é atingir a mais alta pontuação (score) final. O princípio de funcionamento é bastante simples: o aplicativo indica qual a cor do cubo deve estar com a face para cima e o usuário tem um pequeno intervalo de tempo para realizar a tarefa onde, quando concluída, é gerada a pontuação daquela rodada sendo acumulada progressivamente.



Figura 7 – Protótipo do Cubo Colorido. Fonte: autor.

Quanto ao nível de dificuldade, esse consiste na redução do tempo disponível para posicionar corretamente o cubo satisfazendo a cor solicitada (ver Figura 8). A cada rodada há um pequeno decremento no tempo, culminando em uma situação de falha inevitável por parte do jogador que termina por não cumprir a tarefa. Como consequência, o jogo chega ao fim.

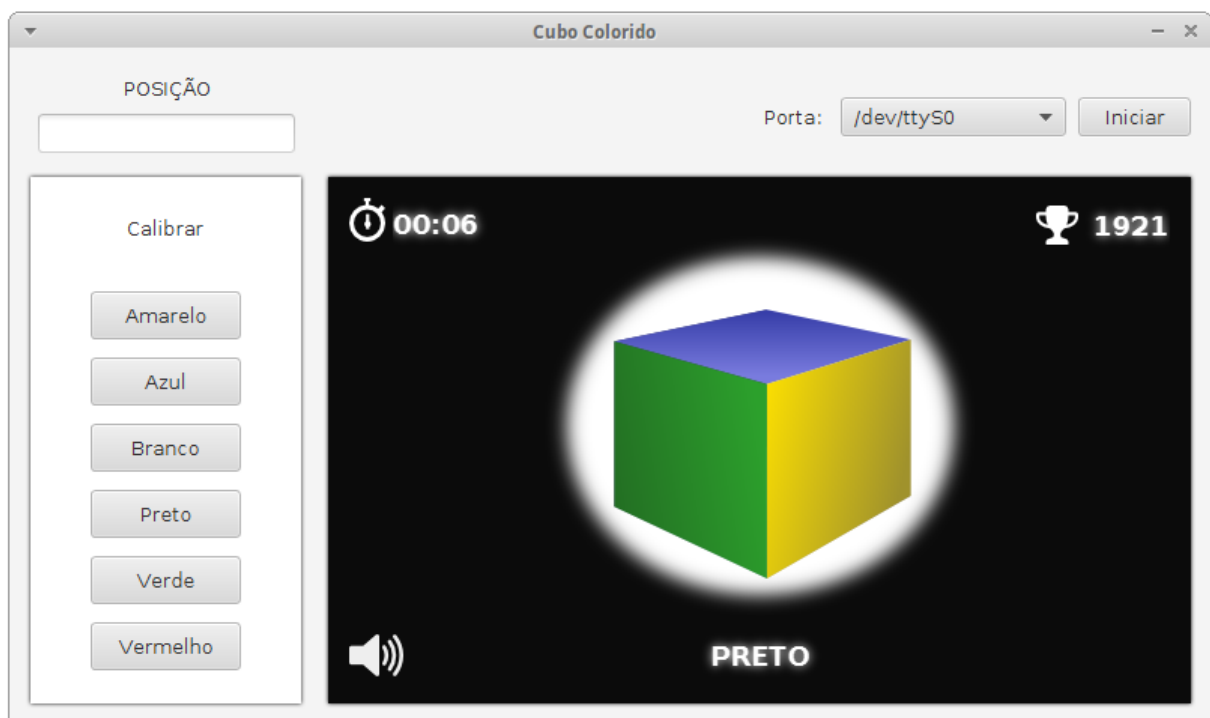


Figura 8 – Protótipo do Cubo Colorido. Fonte: autor.

De maneira a não retirar a concentração visual do jogador no cubo, a chamada “cor da vez” é anunciada de maneira audiovisual. Além da imagem e nome da cor correspondente serem exibidas em tela, um áudio com a pronúncia da cor é executado.

4.3 CUSTO DO PROTÓTIPO

Os componentes utilizados e os custos de aquisição dos componentes eletrônico para a construção do protótipo estão relacionados na tabela 1.

Componente	Quantidade	Custo de Aquisição
Arduino Fio	1	R\$ 60,00
Bateria LiPo 1000mah	1	R\$ 30,00
Xbee Module	2	R\$ 70,00
Xbee Explorer USB	1	R\$ 50,00
	Total	R\$ 280,00

Tabela 1 – Componentes e custo de aquisição do protótipo do Cubo Colorido

O custo do projeto se deve a escolha dos fabricantes dos componentes eletrônicos. Empresas como a Sparkfun Electronics e Digi International possuem uma lista de produtos voltados para entusiastas e prototipagem. Alguns dispositivos são completamente produzidos em países europeus como a Itália e Reino Unido ou nos EUA, com o propósito de evitar a exploração trabalhista encontrada na China. Essa decisão termina por elevar o custo de produção. Outro fator impactante é a preocupação no emprego de materiais que não poluem a natureza, seguindo a orientação da RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*).

Este custo poderia ainda ser reduzido através medidas como a produção própria do hardware em larga escala em indústrias nacionais. A produção própria é possível, graças a filosofia de hardware livre que compõe o equipamento utilizado.

5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS FUTUROS

Neste trabalho, foi desenvolvido uma arquitetura embarcada que permitiu estrutura lógica do jogo e a construção de um objeto capaz de interagir com o controlador. Os componentes eletrônicos utilizados foram facilitadores para o desenvolvimento, tendo em vista a grande quantidade de documentação sobre sua manipulação, e a não necessidade de conhecimentos aprofundados em eletrônica. Contudo, houve necessidade de vasta pesquisa na área para a escolha das melhores alternativas e tecnologias.

Na perspectiva da construção do software, embarcado em um hardware heterogêneo e multiplataforma, foram escolhidas linguagens de programação e bibliotecas disponibilizadas sob licença *General Public License* (GPL), software livre. Essa decisão foi importante para evitar maiores impactos negativos no custo do protótipo. Sendo o maior desafio integrar o sistema embarcado (transmissor) com o sistema lógico do jogo (receptor) via comunicação serial.

Por fim, pode-se identificar que foi desenvolvido um jogo que ensina de forma divertida e simples estimulando a capacidade cognitiva e motora, por meio da implantação de um software capaz de gerenciar o jogo, sendo assim afirma-se que os objetivos do trabalho foram plenamente satisfeitos, uma vez que a arquitetura hardware e software do protótipo foram desenvolvidas, integradas e já estão em funcionamento.

Como trabalhos futuros é possível citar estudos sobre o material utilizado no cubo e suas características, a saber: composição, resistência e design. Por meio dessa pesquisa novos elementos podem ser inseridos ao sistema, como LEDs indicativos e outros recursos que facilitem a imersão do sujeito no ambiente lúdico. Estudos prolongados sobre os reais benefícios do Cubo Colorido para o grupo de interesse são essenciais para adequar o sistema e otimizar o funcionamento. Acredita-se também no benefício que pode ser alcançado com a utilização do jogo em um grupo de idosos, já que estes devem ser estimulados para que as características cognitivas e motoras, que o processo de envelhecimento traz consigo, possam ser amenizadas.

6. REFERÊNCIAS

- ARDUINO. Arduino Fio, 2011. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio>> Acessado em 29 de julho de 2014.
- BUORO, A. S., Controle dos motores e acionamento sem fios de uma pequena embarcação. Projeto Final (Graduação) – UERJ, 2013.
- CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- FALKEMBACH, Gilse A. Morgental. O lúdico e os jogos educacionais. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação– UFRGS, 2012. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf. Acesso em 2014,
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GUESSI, Milena. Subsídios para a Representação de Arquiteturas de Referência de Sistemas Embarcados. Dissertação. USP, São Paulo, 2013;
- LIN, G., G, N., RAJARAMAN, R. (2004). Mobility models for ad hoc network simulation. INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, 1.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MCROBERTS, Michael. Arduino básico / Michael McRoberts; [tradução Rafael Zanolli]. São Paulo: Novatec Editora, 2011.
- MONSIGNORE, Ferdinando; Sensoriamento de ambiente utilizando o padrão Zigbee. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – USP, São Carlos - SP, 2007.
- MONTE, W. S., Oficinando com jovens: análise de processos de atenção na experiência com jogos digitais. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – UFERSA, Mossoró, 2014.
- OLIVEIRA, A. S., ANDRADE, F. S. SISTEMAS EMBARCADOS: Hardware e Firmware na Prática. São Paulo: Editora Érica, 2006. 316p.
- OSIER-MIXON, J. M. Hardware Aberto: Como e Quando Funcionam. Disponível em: <http://www.ibm.com/developerworks/br/library/os-openhardware/#resources>. Acesso em: 28 de Julho. 2014
- WITTIZORECKI, E. S.; DAMIGO, J. G. S.; SCHAFF, I. A. B.; Jogos, recreação e lazer. Curitiba: InterSaberes, 2012.