



“COLORS: A Mobile Game Designed for ADHD Children”

By

Vinicius Lins Gesteira

Coursework



Federal University of Bahia
ceapgmat@ufba.br
wiki.dcc.ufba.br/PMCC/

SALVADOR, september/2015



Federal University of Bahia
Computer Sciences House
Information Systems Collegiate

Vinicius Lins Gesteira

“COLORS: A Mobile Game Designed for ADHD Children”

*A coursework presented to Information Systems Collegiate
of Computer Sciences House of Federal University of Bahia
in partial fulfillment of the requirements for the degree of
Bsc. in Information Systems.*

Adviser: Phd. Frederico Durão

SALVADOR, september/2015

Acknowledgments

Abstract

This paper approaches the use of a diagnosis and therapeutic game for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) young patients in Salvador, state of Bahia, Brazil. In such interdisciplinary analysis, knowledges of computer sciences and psycho-pedagogy are combined to perform the main objective, which is to show correlation evidences of the use of the proposed game and improvements in attentions level measures of the disease, following Stroop test paradigms. The methods employed consist in statistical techniques in order to inquiry validation to the aimed hypothesis.

Keywords: Gamification, Mobile Application, Hypothesis Test, Educative and Therapeutic Software

Contents

List of Figures	vii
List of Acronyms	ix
1 Introduction	1
1.1 Motivation	2
1.2 Problem Statement	3
1.3 Objectives of the Proposed Solution	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Specifics	4
1.4 Out of Scope	4
1.5 Statement of the Contributions	4
1.6 Coursework Structure	5
2 ADHD	6
2.1 ADHD features in childhood and in teenage	6
2.2 Stroop Effect	8
2.3 Use of computing for play therapy involving ADHD children	10
3 Gamification	12
3.1 Fundamentals of Gamification	13
4 Discussion	15
4.1 O início do desenvolvimento	15
4.2 O jogo Cores Beta e o efeito Stroop	16
4.3 Fases do Jogo e Tempos por Fase	18
4.4 A Barra Azul Escura	19
4.5 Reforçamento para espera no TDAH e a gamificação do jogo	20
4.6 O Mecanismo de Help	22
4.7 O Ambiente de Desenvolvimento	22
4.8 Bibliotecas e APIs	24
4.8.1 AndEngine	24
4.8.2 Google Play Game Services	25
4.9 Estrutura do jogo	26
4.9.1 MainActivity	26

4.9.2	GameManager	27
4.9.3	ResourceManager	27
4.9.4	UserData	28
4.9.5	Tela	28
5	Results	30
5.1	Pesquisa com seres humanos	31
5.2	Perfil dos entrevistados	31
5.3	Questionário	32
5.4	Índice de Validade de Conteúdo	33
5.5	Resultados das pesquisas	34
5.5.1	Especialistas em Computação	34
5.5.2	Crianças	37
5.5.3	Especialista em Psicologia	39
5.5.4	Discussão e Pontos de Melhorias.	41
6	Conclusion	43
6.0.5	Trabalhos futuros	43
	Bibliography	45
	Appendix	49
A	Questionários	51
A.1	Questionário de Psicologia	51
A.2	Questionário para Crianças	52
A.3	Questionário de Computação	53

List of Figures

2.1	Example of the third stage of test of Stroop in its origin form (Brabant-Dagblad, 2015).	9
3.1	A topology of interaction of game-like applications according to its proposes (Deterding <i>et al.</i> , 2011).	14
4.1	Versões do jogo.	16
4.2	Primeira e segunda fase do jogo. Estímulos não conflitantes.	17
4.3	Terceira fase do jogo. Estímulos conflitantes.	18
4.4	A barra de tempo.	20
4.5	Telas de rankings e de Badges.	21
4.6	Telas de game over e de fases.	21
4.7	Telas de help.	23
4.8	Distribuição de versões do Android por dispositivos.	23
4.9	UML de classes do jogo.	27
5.1	Resumo das respostas referentes à sequência de telas do jogo.	34
5.2	Resumo de todas as respostas referentes à gamificação e disposição de objetos na tela.	35
5.3	Resumo de todas as respostas referentes à dificuldade, entendimento de regras e velocidade do jogo.	36
5.4	Resumo de todas as respostas referentes à forma como o jogo informa ao jogador a sua situação.	37
5.5	Resumo de todas as respostas referentes à diversão do jogo.	37
5.6	Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes ao entendimento do jogo.	38
5.7	Resumo de todas as respostas referentes à possível indicação do jogo aos seus amigos.	38
5.8	Resumo de todas as respostas referentes à dificuldade do jogo.	38
5.9	Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes ao que elas acreditam que o jogo pode melhorar no jogador.	39
5.10	Resumo das respostas referentes à possibilidade de melhoria da atenção do jogador.	40
5.11	Resumo das respostas referentes à possibilidade de melhoria do controle inibitório do jogador.	40

5.12	Resumo das respostas referentes à possibilidade de se usar o jogo Cores Beta no tratamento de crianças com TDAH.	41
5.13	Resumo das respostas referentes à dificuldade do jogo Cores Beta e do possível entendimento de suas regras.	42

List of Acronyms

ABDA	Associação Brasileira de Déficit de Atenção - (Brazilian Association of Attention Deficit)
ADHD	Attention Deficit Hyperactivity Disorder
DSM-5	Fifth edition of Diagnostic and Statistic Manual of American Psychiatric Association's
IDC	International Data Corporation
SVG	Scalable Vector Graphics
W3C	World Wide Web Consortium

1

Introduction

The ADHD is a neurodevelopmental disturbance, including genetic and social factors, among others. According to Russell A. Barkley ([Barkley, 2012](#)), Clinical Professor of Psychiatry and Pediatrics, it was first described in 1797, and manifests itself with agitation, impassiveness, impulsive bodily control and concentration faults. There are even many others psychological problems main symptoms.

That health disorder affects children and adults, but in different ways. Younger patients, generally, challenge difficulties in education and initial socialization process more than adult ones, besides these may suffer with serious relationship problems in work and family management. It afflicts between 5 and 7% of world children, and 4 to 5% adults ([Barkley, 2012](#)).

Some affected children may grow and preserve the same behaviour, cognitive and emotional complications all over their life. In this Coursework, the analysis will be focused only on young patients, particularly, before 12 years. Although many life scenarios may ridden by this mental ailment, effects of it may be detected mainly towards education, not only in academic grades, but also in everyday school life, including comportment in class and interpersonal relations with other classmates.

Today ADHD children become a serious problem for educational systems, because their number have increased rapidly to higher figures. Their academic grades and interpersonal relationships are extensively affected by its symptoms, namely, focus difficult. In present informational society, in which flux of fast information turns life by itself agitated, that disorder may aggravate ADHD young patients' problems.

Parents, teachers and pedagogues have a huge challenge to promote health conditions for the students in that situation. Common treatment of this disturbance involves strong controlled remedies. However, there are many controversies in using this medicaments. Like all medicaments, they have side effects. In order to seek alternatives, researchers

must use creativity.

One of these non-drug treatments is the use of brain games sessions. But, before discussing that, it is necessary to approach the use of games in ADHD diagnosis. According to Center of Disease Control and Prevention ([CDC, 2014](#)), there are some health signals and symptoms, grouped in DSM-5 check-list, that identifies presence of disturb among patients.

These solutions includes gamification for health proposes. The word "gamification" means funny activities prototyped in video games' interface to serious proposes, for example, for an human resources sector of an enterprise. Here, it will be presented a incremented fork of a gamified application proposed to improve ADHD children's health conditions.

1.1 Motivation

Many gamification softwares are projected to personal computers, but nowadays most used computational devices are mobile - namely smartphones and tablets. Developing mobile applications for hyperactive young students may collaborate in their academic performance, among others benefits.

In Brazil, for example, from 2012 to 2013, number of mobile devices sold have increase 157%, and they have been more sold than personal computers and conventional notebooks ([Villa, 2014](#)). Consumers' preferences for "smaller computers" could be inferred taking on account that they are, usually, cheaper and easier to carry and to use.

Most of them are based in android operating systems ([Brasil, 2014a, 2013](#)). Programmers involved in health informatics should be aware to produce more solutions for that platform. In doing so, they, working conjunctively with psycho-pedagogues, may access easier young students, and offer them healthier life.

On the other hand, near 1,9 million of children afflicted by ADHD in this country are waiting to use funny methods of treatment. As ABDA have stressed, it is commonest psychological illness among this strait of age ([Villa, 2014](#)). It is necessary to address new computational efforts so that these millions of children around the world could play for benefit to their own health.

1.2 Problem Statement

Many psychologists are searching others ways than remedies for controlling problems related to hyperactivity. This doesn't not mean that they are totally disagree with prescription. The point lies in the almost virtual exclusivity of drug resources used among various techniques against the problem. There are considerable number of studies approaching such question.

One of useful alternatives is applying computerized games for ill children. Some authors have stressed relationship of the use of gamified software for diagnosis and treatment. It is a total non-invasive method to identifies, and sometime, to treat symptoms related to psychological disorders.

There are games of famous corporation like Nintendo, with its NDSBA game among institutions developing brain games directed to hyperactive young people. Unfortunately, so little number of programmers are engaged in this type of medical computing initiative. For that reason, all initiative in this may must be seek anterior work which build new implementations.

However, based on the literature, it seemed feasible that playing brain games such as NDSBA could stimulate the prefrontal cortex of students with ADHD, simulating the effects of stimulant medication, thus helping these students improve their ability to engage in classroom activities and perform tasks of executive function (?).

Letting aside, by now, physiological details, the quotation above is useful to show the importance of gamification in treatment of ADHD. Sérgio Villa (2014), a Brazilian computer scientist, developed an educational game for android devices and presented it in an coursework - both remain paradigmatic to present research.

The game is called in Portuguese "Cores Beta" - Colors Beta -, which applies Stroop's test principles in order to exercise mental capacities of ADHD children, like low tolerance to frustration.

As he could not develop statistical research with children using his game by himself, its necessary to make an experiment involving them to check its validity. Different to ordinary games are not projected to this aspect and majority of them may not offer good results for promoting health to the referred children.

With open source licence conditions, his application, is expanded here in his application and related research in order to investigate validity of this type of treatment.

This coursework aims to discuss and to present results obtained in quantitative research involving children using a fork of "Cores" for evaluate its psychotherapy possibilities.

1.3 Objectives of the Proposed Solution

1.3.1 General

- Improving, with new software functionalities and search quantitative evidences, of efficiency, a gamified application in diagnosis and treatment towards ADHD children.

1.3.2 Specifics

- Inserting new levels and interface incremental modifications in Colors Beta software;
- Discussing the place of proposed application in context of gamified health alternatives to drug treatment;
- Tabulate human experiment of it, based in psycho-pedagogic fundamentals and metrics, involving ADHD children;
- Presenting reflections of possibilities of this application to ADHD diagnosis and treatment.

1.4 Out of Scope

This research, having so scarce resources beyond author's personal budget and initiative, could not map cerebral activity during experiments, neither follow up participants some moths after core sessions using medical application. Other experiments could involve parents and other agents in its tabulation. However, here it is foccused only in children that afflicted by the said disturbance.

1.5 Statement of the Contributions

The main contribution of this coursework lies offering computational and academic tools for new researches in non-drug approaches to ADHD-driven problems. There are other


contributions along this text, namely towards educational game modelling, gamification in health projects and interdisciplinary approaches in Information Systems projects.

1.6 Coursework Structure

Next chapter, "Theoretical Background", will treat upon psycho-pedagogical features of ADHD, gamification, medical video games and related questions. After that, in chapter named "Discussion", it will present the application and methodological principles adopted in experiment. Finally, chapter "Results" is addressed to draw inferences upon primary collected data.


2


ADHD


ADHD is one of the most serious of mental disturbs afflicting children and teenagers. There are also subtypes of ADHD  all forms of ADHD are here considered in its general form. Today there exist many types of treatment, though the main efforts of medicine and psychology are directed to drug-based therapy.

In this chapter, it will be discussed some general features of children afflicted by this disorder, like symptoms and diagnosis. After that, we will present fundamentals of Stroop Effect, a psychological mechanism related to ADAH, that is used by us to structure our application. In the end, we assemble articles of ADHD children-directed ‘games’ which contribute to our purpose.

2.1 ADHD features in childhood and in teenage

 characteristics are associated with strong disturbances in frontal segment of brain, region that is responsible for many neural activities linked to attention and coordination movements. Its symptoms may vary a little. However the American Psychiatric Association defines the DSM-5 the most usual like frequent failing to main focus to details or excessive talking ([Association, 2013](#)).

Some scholars thi  its causes are genetic only, but others disagree in this point suggesting there are also influence of environmental reasons ([Barkley, 2012](#)). There is no consensus toward this issue. As causality of ADHD is not the subject of present coursework it’s necessary to let this aside by now. In order to define more precisely what are the main features of ADHD, one needs to recognize some aspects:

 disorder is also reflected in impairment in will or the capacity to control the child’s own behavior relative to the passage of time, that is, to keep future goals and consequences in mind. It is not, as other books will tell you, just a matter of being

2.1. ADHD FEATURES IN CHILDHOOD AND IN TEENAGE

inattentive and overactive. It is not just a temporary state that will be outgrown in most cases, a trying but normal phase of childhood. It is not caused by parental failure to properly discipline or raise the child, and it is not a sign of some sort of inherent “badness” or moral failing in the child. ADHD is real: a real disorder, a real problem, and often a real obstacle. It can be heartbreaking and nerve-wracking when not treated properly’ (Barkley, 2013).

In 2010, 10 million individuals with maximum age of 18 years old have been suffering with ADHD around the world (Leuzinger-Bohleber, 2010). At the same time, the consumption of psychiatric medicines to treat this disease has also grown intensively (Leuzinger-Bohleber, 2010). Although this psychological disturbance was first described by a German doctor early in 1790’s there is no permanent and 100% -efficient mean of treatment. In most of cases it is limited to exclusive use of amphetamines which are associated to severe side effects or may show itself inefficient at long run (Leuzinger-Bohleber, 2010). But its real extension could be even larger, because people usually do not understand ADHD main characteristics:


‘ADHD is underdiagnosed in most populations, with 40–60% of such children in any given community in the United States not being diagnosed or treated. But most children do show occasional signs of inattention, overactivity, or impulsiveness. What distinguishes children with ADHD from other children is the far greater frequency and severity with which these behaviors are demonstrated and the far greater impairment children with ADHD are likely to experience in many domains of life’ (Barkley, 2013).

In order to reduce the present way of treatment based almost only in drugs, some physicians and psychologists are suggesting alternatives, including ludic or playing treatments (Leuzinger-Bohleber, 2010; Randolph, 2012). But, how can one offer this by granting the quality and, at the time, targeting most of affected people at low costs? An reasonable answer lies in mobile computing. Nowadays, speaking only about Brazilian market (Brasil, 2014b), smartphones and tablets are the majority of computing machines, about 150 hundred million, 90% of them running with android operating system, to a population of 200 hundred million people (Brasil, 2014b)), and this may be the mean to achieve ADHD children with the lowest costs.

Accordingly, the gamified application proposed in this work, Colors, is designed for android mobile devices in order to offer to ADHD children. However in order to understand how the game really ought aid ADHD children it is necessary understand, firstly, the psychological paradigm in that the game was based, the previous games used on the same purpose that have been presented in Literature and, finally, what is the


paradigm of gamification used to sustain the game, the Stroop Test, subject of the next chapter.

2.2 Stroop Effect

The Stroop effect is an  psychological phenomenon which happens when human mind and coordination enters in a state of delay in reaction time to perform some task upon conflicting stimuli condition, for example, reading aloud the name of colors written in different inks from the word representing color. Its name derives from John Ridley Stroop, the first psychologist to develop a solid theory about this phenomenon and to design tests for it, both presented in a scientific article in 1930's ([Stroop, 1935](#)). This test is still employed in many areas of psychology, sometimes with modifications like its Stroop-Gonden modality, particularly interesting for us. It is one of powerful tools to ADHD diagnosis and because of that the base of our gamified implementation.

Before John Ridley Stroop many researches have tried to explain why the same person tends to perform similar intellectual actions (but with different inputs) in average times so distant. For example, in 1886 James McKeen Cattell publish an academic study to show that someone lasts more seconds to say that an object was red than to read aloud the word 'red' on a card. But Stroop is appointed as the first to purpose an experiment mixing ink color identification stimulus with reading aloud a different name ([MacLeod, 1991](#)).

In fact his experiment has three stages well defined: neutral combination between ink colors and color names, congruent combination and incongruent (in figure 2.1 we see the last of three moments of Stroop original experiment). Each moment has its own characteristics and results as it follows. It is import to examine each one for after present general conclusions of stroop.

t step: Neutral mixing. In this part, there is only a list of colors printed all in black ink, a neutral color. The intention is to store data performing time to read aloud all words for comparing with two other stages.

- 2nd step: Congruent combination between ink and word. Neutral cards are substituted by cards with words printed with the same color. The average time to read aloud all words is shorter than in the first step. John R. Stroop explains this by the existence of semantic congruence between pure visual stimulus (color ink) and which facilitates mental activities. Years after, other psychologists substituted color names by sequences of colored 'X' characters in this stage. In this modified stage

the test taker must say the name of color ink of sequence of 'X' characters. The congruent effect was, in the latter case, put aside.

- 3rd step: Incongruent combination. This is the main stage. Now cards containing color word are printed in contrasting ink colors Semantic like the word 'red' printed in yellow color ink (any person should say only 'yellow' instead the written name 'red'). The test taker must say only ink color names. Comparing with the average time in first step, the time in this step was drastic lower. This is attributed to an mental context of semantic interference between symbols and concepts by the author.

The general conclusions of three parts of Stroop's experiment may be summarized in follow manner: congruent stimuli (ink name) could facilitate mental activities as conflicting ought to difficult their functioning. After Stroop analysis, a lot of authors have proved that people having attention disturbs and hyperactivity like ADHD children has a particular lower performance.

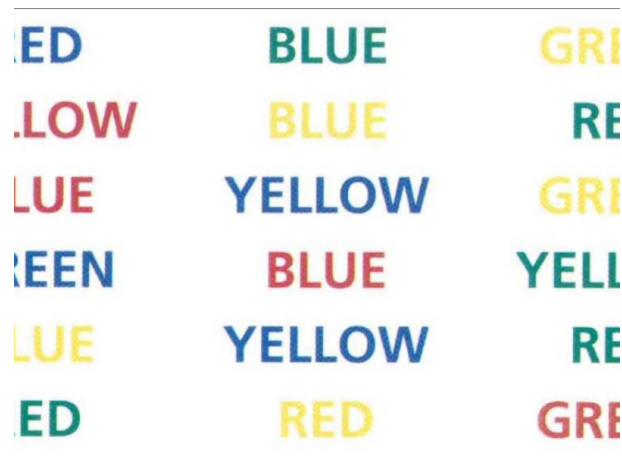


Figure 2.1 Example of the third stage of test of Stroop in its origin form ([Brabant-Dagblad, 2015](#)).

Although there are many other applications in psychology, by this test, a psychologist or psychiatric can identify problems in attention, coordination, concentration and inhibitory control – typical problems of ADHD patients, who massively fail in particularly in third phase of Stroop experiment ([Lansbergen and J. Leon Kenemans, 2007](#)). Although Colors has some specific implementations, which are presented in next chapter, the game was inspired by the Stroop-Golden modality in order to identify and improve ADHD patients' health.

We understand it is possible to use Stroop experiments not only to detect ADHD but also to treat that mental disorder. As MacLeod et al underscore, John R. Stroop was aware of it: ‘Experiment 3 also explored the impact of practicing color naming on the development of interference in word reading. Comparison of a pretest and a post-test where subjects read words in incongruent colors showed that the intervening 8 days of practice introduced interference into word reading (from 19.4 s before to 34.8 s after), but that this newly developed interference quickly disappeared in a second post-test (22.0 s).’ (MacLeod, 1991). In this way continuous practice could benefit capabilities of test takers.

To achieve this end we have chosen the Golden-Stroop modality of this psychological test. In this modality the test taker does not use reading name of colors aloud (a controversial feature for some authors (MacLeod, 1991)) and the tests are made in different approach of conflicting stimuli because there is a limited time of 45 seconds to perform tasks counting quantity of mistakes and successes (instead of mean time to perform the test, as it was purposed originally by John Stroop in his own version of test) (Golden, 1976). This approach is the basis of our application or, at least, of initial game levels of it.

2.3 Use of computing for play therapy involving ADHD children

There is a relatively considerable number of scientific works about play therapy directed ADHD patients, in particular, children. Some of them emphasize the importance of computing in diagnosis and therapy by coordinating computing and psychology. This coursework follows these articles, besides none of the selected articles presents a application based extensively on the Stroop Effect paradigm discussed in previous section.

The relevance and role of games (not specifically electronic games, but in a larger sense) for treating ADHD in earliest ages (Leuzinger-Bohleber, 2010). In this article, it is discussed about the role of playful therapy methods, which are presented as effective alternative to strict medicine-based one. Although no mention to gamified application is detected in that article, we found useful theoretical foundations to play therapy in it. These foundations allow us to make some mechanisms to treat the ADHD-afflicted children.

In Brazil, computer scientists of Federal University of the State of Rio de Janeiro (UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) implemented gamified applications for the ADHD and subtypes diagnosis. The study involved an practical experiment with patients. Time and number of right acts were tabulated and submitted

2.3. USE OF COMPUTING FOR PLAY THERAPY INVOLVING ADHD CHILDREN

to machine learning algorithms of fuzzy logics, whose output classifications may identify ADHD behavior and type ([Santos, 2011](#)). But, there no mention to the therapeutic potential of its application like we are trying to do here. That work offer some basis to our application in the use of game features to extract diagnostics of ADHD children.

Other article uses a normal game, Pokémon, in pratical experiment with ADHD-diagnosed children and a control group of non-ADHD-dignosed ([Shaw, 2005](#)). Along several weeks, the playing yield was quantified and produced two interisting conclusion. First, all the time there is a distance in the quantity of every movement and right move-ments from two distinct groups is quite perceptible. This evidences a simple game may be used in diagnosis of the intellectual disorder, distance of scores is characterized among two categories. Second, ADHD children's scores are largely improved at the end of the experiment, assuring potentialities of play therapy ([Shaw, 2005](#)).

There are academic articles produced by psychiatric and psychological staffs, who emphases less in the algorithmic features of application and explore the neurological beneficial effects of using serious games, called also 'brain games', by children ([Randolph, 2012](#)). This study monitored the cerebral activity ADHD children and teenagers, of various ethnicities, during their playings of a brain game made of a famous enterprise. Its methodology was quantitative and its results show notorious improvements in frontal lobe of brain activity, associated with symptoms attention and hyperactivity disorder. We do not seek to employ any physiological monitoring during our experiments but it is important to keep in mind that eventual quantitative improvements in ADHD children scores in our game are related with this major neural context.

Lastly, there is another article ([Olga Pykhtina, 2012](#)) uses the qualitative methodology employed by observing reactions of a fully gamified application, without levels or final aims. The child plays exploring a magic world – with many 3D landscapes and mechanisms – and can choice which way follow and which activities, among many possibilities, perform. Authors' intentions lie in the emphasis in developing creativity and coordination without frustration of too strict rules of playing. This application has some similarities with ours namely in their emphasis in design stimuli of interface, that in both cases was planed to let usability the most fanciful as possible ([Olga Pykhtina, 2012](#)). That work had influenced us in order to put more attention in graphic interface features.

3

Gamification



In this chapter we will discuss the theoretical basis of gamification concept. First of all, it is necessary to answer some short, but also difficult, questions: what is a game? Every high-interactive and imaginative application is a game? Authors of many knowledge areas have tried to find a good response in this way, from history to economics, through the game theory and other interdisciplinary fields. None answer of them is consensual. Here, it will be drawn a conceptual sketch of game mixing many points of view from related areas.

3.1 Fundamentals of Gamification



There is also other important question: what is ‘gamification’ and which are its implication upon health computing? Kate Kelland defines: ‘Gamification [is] turning boring, unpleasant but necessary tasks into an online game - is a new way of thinking that is gaining momentum among drugmakers and health campaigners’ ([Kelland, 2012](#)). Although not necessarily such a gamified application must to be ‘online’ in sense of an web application, Keller’s definition offer a good comprehension of what is gamification and which are its benefits.

In short, Gamification is the application of game elements, like interactive electronic mechanisms, for the non-gaming purposes in order to conduct users to make certain activity or set of activities more pleasant and funner ([Deterding, 2012](#); [Huotari and Hamari, 2012](#); [Zichermann and Cunningham, 2011](#)). Repetitive and boring actions or set of actions are the main targets of this process. By creating gameful scenarios, is possible to turn them more entertaining and permits that users to perform these actions for more time and with better performance ([Deterding, 2012](#); [Huotari and Hamari, 2012](#)).

New academic works like ([Burke, 2012](#)) show gamified applications as a powerful tool

used by larger companies' business strategy today, targeting consumers and employees. For example, gamification is used to attribute a fun to traditional management systems, attributing tasks for workers in gamified was (like missions of common games) and showing scores of gamers/workers in funniest way (symbolized by bright stars, medals and trophies in a raking). The results are astonishing.

Gaming atmosphere promotes more acceptance to usually described unpleasant tasks. When a corporation collaborator becomes a 'gamified' players, he may encounter various stimuli for developing his own pro leadership capabilities, creativity, protectiveness, cooperation and work together (Zichermann and Cunningham, 2011). It occurs because individuals tend to be more engaged in a context of active participation (proper of gamified systems) than in a passive and boring environment (MEDINA, 2013).

Gamification is employed in numerous fields, from construction to psychological therapy. In the case of civil engineering, gamification is part of a deep schema of innovation and investment in technology. By using 'gamified' features it's possible to manage activities of labor force, raw materials, plants and other variables of construction, workers can fun themselves with the job without being aside of it. Productivity and satisfaction could be measured from workers' performance in 'gamified' ranks (Formoso *et al.*, 2012).

With these basic concepts and instances, we can understand how Gamification systems, independent of its application area, could benefits humans in doing unpleasant or iterative tasks, offering them the possibility of perform these tasks as if they were not 'performing' them directly, instead they act as if they are playing a game with real consequences, for example, for its health care.

Some authors (Deterding *et al.*, 2011) have also characterized the said concept as the use of game design and resources in non-game contexts. It's part of a larger process of ludification of culture, not only by 'digital' means, but also by 'analogical' ones, as presented in Figure Figuretaxonomy in next page.

Kelland's definition contributes largely to aims of this research, but, before developing more consistent argues to associate 'gamification' and health services, its necessary to explain differences among normal games (toys), serious games, playful design and 'gamified' applications. Considering division only of the vertical axis, serious games and toys have both a entire narrative or trajectory of playing acts, compounding a whole. On the other hand, a gamified application and an application with playful design are both planed to perform short tasks, in a particular approach. And then considering horizontal axis, on the plan of gaming, gamified application are close to serious games because both

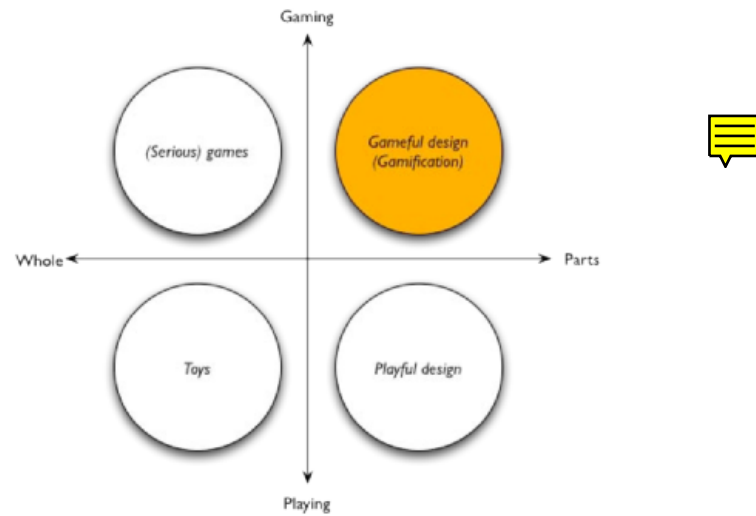


Figure 3.1 A topology of interaction of game-like applications according to its proposes ([Deterring et al., 2011](#)).

are focused on developing intellectual capabilities more the simple joy, as games and toys are. Colors is an authentic gamified application, but, to simply communication, we often refer to it as a ‘game’.

4

Discussion

Este capítulo apresenta o jogo Cores Beta, para smartphones e tablets Android, que tem como objetivo melhorar a atenção e o controle inibitório de quem o joga. Inicialmente, apresenta-se a metodologia usada no desenvolvimento e todo o conceito de criação do jogo, suas inspirações no paradigma Stroop e as técnicas de gamificação usadas na tentativa de torná-lo útil para crianças com TDAH. Em um segundo momento é apresentada a estrutura do projeto, suas classes, bibliotecas e APIs.

4.1 O início do desenvolvimento

No segundo semestre de 2013, após a apresentação de um seminário com tema "jogos educativos para crianças com TDAH", apresentado na matéria Informática na Educação (MATA41), lecionada pela professora Anna Friedericka Schwarzelmueller, iniciou-se um projeto autônomo de criação de um jogo que pudesse ajudar crianças com TDAH a melhorar sua atenção e seu controle inibitório.

O presente projeto foi desenvolvido usando o método de prototipação de softwares ([Chapman, 2013](#)). Após uma versão inicial do jogo (protótipo), feita com base em pesquisas na área de jogos psicológicos, trabalhos relacionados à jogos para crianças com TDAH, estratégias de gamificação e orientações de professores, pôde-se iniciar uma sequência de mudanças no projeto. As mudanças foram guiadas por diretrizes dadas pelo orientador, coorientador e pelas entrevistas feitas com os primeiros jogadores do jogo. Os jogadores iniciais não foram crianças com TDAH.

Na Figura [4.1](#) pode-se ver a primeira tela do jogo na sua versão inicial (protótipo) e na sua versão final, para o presente trabalho.



Figure 4.1 À esquerda, a primeira versão do jogo. À direita, a versão final para o presente trabalho.

4.2 O jogo Cores Beta e o efeito Stroop

Como já mencionado nesse trabalho, o jogo Cores Beta foi baseado no paradigma psicológico Stroop, que usa cores e nomes de cores para gerar um efeito de conflito de atenção, ao apresentar nomes de cores escritas em cores de tinta diferentes. Esse efeito é conhecido como efeito Stroop. O jogo se baseia na versão Golden do Stroop, que usa a quantidade de acertos em uma determinada faixa de tempo para contabilizar a pontuação da pessoa que está sendo testada.

Na primeira parte do teste Stroop Golden, é apresentada ao indivíduo testado uma ficha com nomes de cores escritas em cor de tinta preta. Na segunda, é apresentada uma ficha com sequências de 'X's escritos em cores de tintas diversos. Essas duas primeiras etapas são feitas para se ter uma pontuação base, a ser comparada com a pontuação da terceira fase, que é a fase conflitante. Isso ocorre porque, para uma aplicação adequada do teste, deve-se confirmar inicialmente a capacidade do indivíduo de nomear cores - o mesmo deve conhecer o nome de cada cor -, bem como a sua capacidade de ler os nomes de cores. Esse teste, portanto, não pode ser feito com indivíduos não alfabetizados.

Em correspondência com as duas primeiras fases do Stroop Golden, as duas primeiras fases do Jogo Cores Beta não apresentam uma situação de conflito ao jogador. Nessas fases, testa-se somente a capacidade de leitura e de nomeação de cores que o jogador possui. Para ser mais dinâmico, no jogo os dois testes (leitura e nomeação) são feitos ao mesmo tempo. Na tela do jogo é apresentado um nome de cor, escrito em cor de

tinta branca e com bordas pretas, sobre um círculo de cor neutra, no caso a cor rosa, como visto na Figura 4.2. O jogador deve tocar no círculo de cor correspondente à cor escrita. Como se faz necessário ler o nome da cor pra acertar que círculo vai ser tocado, testa-se a capacidade do jogador de ler o nome da cor. Ao escolher o círculo de cor correspondente à cor escrita, como os círculos não são nomeados, mas apenas coloridos, testa-se a capacidade de se nomear uma cor, pois o jogador está nomeando a cor do círculo a partir do nome de cor lida.

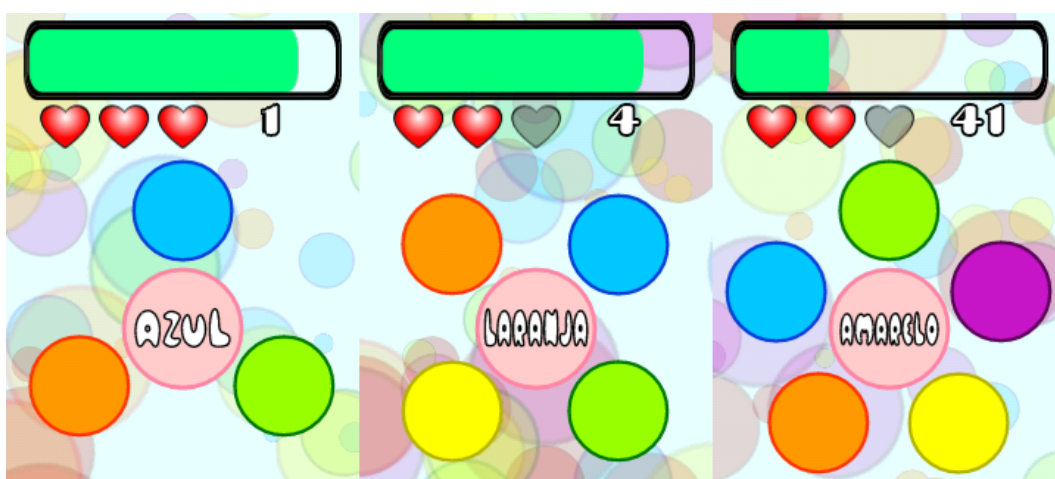


Figure 4.2 A primeira tela à esquerda apresenta a primeira fase do jogo. As demais telas apresentam a segunda fase do jogo. Estímulos não conflitantes.

Diferentemente do teste Stroop Golden original, em que deve-se dizer qual a cor da tinta com que a palavra está escrita, o jogo Cores Beta gera o efeito stroop ao requerer do jogador que acerte o círculo da cor que está sendo nomeada pela palavra escrita no centro da tela (e não a cor da tinta da palavra) quando a palavra está sobre um círculo de cor conflitante.

O jogo apresenta o nome de uma cor, sempre escrito em cor branca e com bordas pretas, sobre um círculo central de cor conflitante. O jogador deve tocar no círculo periférico de cor correspondente à cor escrita, o mais rápido possível, para somar o máximo de pontos no limite de tempo dado. Apesar de ser uma metodologia diferente do teste Stroop Golden original, nota-se facilmente que a forma como o jogo foi feito gera o efeito Stroop no jogador. Na Figura 4.3 pode-se ver a tela principal do jogo, a partir da terceira fase. No exemplo dessa figura, deve-se tocar no círculo verde na primeira tela, no círculo roxo na segunda, e novamente no círculo verde na terceira. O jogo nunca apresenta um nome de cor sobre um círculo de cor correspondente.

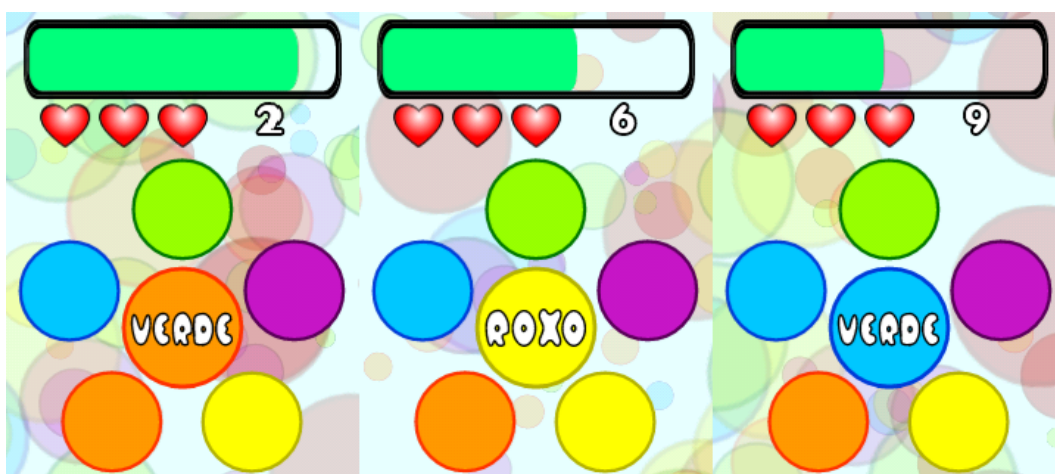


Figure 4.3 As três telas apresentam a terceira fase do jogo. Estímulos conflitantes.

4.3 Fases do Jogo e Tempos por Fase

O jogo foi dividido em oito fases. Para desbloquear uma fase, deve-se fazer, pelo menos, uma estrela na fase anterior. A quantidade de acertos determina quantas estrelas o jogador vai ganhar ao fim da fase. Inicialmente a quantidade de pontos por estrela foi definida de forma arbitrária. Contudo, com os primeiros resultados de pesquisas com os jogadores já se pôde observar que a quantidade não podia ser muito alta, para não gerar a frustração e abandono do jogo, e nem muito baixa, para não ficar muito fácil e monótono, também causando o abandono. Definiu-se por fim, com base nas entrevistas, que para ganhar uma estrela o jogador deveria fazer pelo menos 40 pontos, para ganhar duas, 60 e para ganhar três, 80. O tempo de uma fase é determinado pela barra verde que fica na parte superior da tela. Assim como no teste Stroop Golden, contabilizam-se os acertos por tempo. A cada décimo de segundo a barra diminui o seu tamanho progressivamente; quando a barra verde desaparece significa que o tempo se esgotou e é o fim do jogo.

A quantidade de cores e estímulos aumenta à medida que se passa de fase. Como a mecânica do jogo é basicamente fazer o máximo de pontos no espaço de tempo determinado, a quantidade de tempo disponível também interfere na dificuldade do jogo. Inicialmente o tempo para cada fase era de 45 segundos, pois é o tempo que é dado para cada etapa do teste Stroop Golden. Contudo, com os primeiros teste de usuário, identificou-se que as primeiras fases estavam muito fáceis e as últimas muito difíceis.

Com a identificação da diferença de dificuldades, optou-se por colocar tempos diferentes para fases diferentes. As duas primeiras fases são feitas em 40 segundos, as duas

seguintes em 45, e as demais em 45 segundos iniciais, que podem aumentar de acordo com a pontuação do jogador.

Como já mencionado, os estímulos também são diferentes por fase. Na primeira fase são apresentadas três cores diferentes, e o nome das cores aparece sobre um círculo de cor neutra. A segunda fase inicia-se com quatro cores diferentes e, quando o jogador faz mais de 30 pontos, passa-se a ter cinco cores (Figura 4.3); novamente, o nome das cores é escrito sobre um círculo de cor neutra. A partir da terceira fase, os nomes de cores estarão sempre sobre círculos de cor conflitantes. Na terceira fase há quatro cores do início ao fim. Na quarta fase, inicia-se com cinco cores e, após o trigésimo acerto do jogador, passa-se a ter seis cores.

A partir da quinta fase, surge uma nova forma de estímulo para dificultar o jogo: com o trigésimo acerto, na quinta fase, que tem seis cores, os círculos de cores começam a girar em torno círculo central. A cada acerto os círculos periféricos fazem um pequeno movimento circular no sentido horário ou anti horário. Na sexta fase, além do giro, as seis cores iniciais passam a sete depois do trigésimo acerto do jogador. A sétima fase começa com sete cores e, depois de 30 pontos, passa-se a ter oito cores.

A oitava e última fase, por ser a mais difícil, já começa com oito cores, e o giro feito pelos círculos de cores, diferentemente das fases anteriores, não acontece somente quando se acerta uma cor: nessa fase, os círculos ficam girando constantemente em um movimento uniforme, independentemente do ritmo de pontuação do jogador.

4.4 A Barra Azul Escura

Como o jogo foi projetado para melhorar a atenção, mudar o foco da atenção do jogador, para depois fazê-lo retornar ao ponto de atenção anterior é uma forma de treiná-la. A partir da quinta fase do jogo, para dar a possibilidade do jogador aumentar o seu tempo total e para estimular a atenção alternada, é inserida uma barra de tempo de cor azul escura. De pequenos em pequenos intervalos de tempo, a barra de tempo normal, de cor verde, muda sua coloração para a cor azul escuro e, quando isso acontece, o jogador deve tocá-la para ganhar mais tempo, aumentando assim o seu tempo de jogo. Além de dar mais chance ao jogador, essa barra é uma importante ferramenta para o treino da atenção alternada. Na Figura 4.4 pode-se ver as duas possibilidades de coloração da barra de tempo.



Figure 4.4 Acima a barra de tempo em sua coloração normal. Abaixo a barra de tempo em sua coloração azul escura.

4.5 Reforçamento para espera no TDAH e a gamificação do jogo

Como já apresentado nesse trabalho, entre as características dos indivíduos com TDAH, existe a característica de fácil frustração perante tarefas difíceis ou atividades que dão poucas recompensas, fazendo com que esses indivíduos apresentem aversão a tarefas de longa duração sem reforçamento. Para tentar diminuir ao máximo a tendência ao abandono da atividade no indivíduo com TDAH que jogar o Cores Beta, iniciou-se um processo de gamificação baseado em leaderboards, badges, estrelas e estímulos sonoros.

Na tela inicial do jogo, como visto na Figura 4.5, encontram-se quatro botões: o botão de play, que leva a próxima tela; o botão de som, que ativa ou desativa os sons de fundo do jogo; o botão de leaderboard, que leva a uma tela que apresenta 17 rankings diferentes, um para cada fase, um para a pontuação geral somando-se todos os pontos alcançados no jogo, e um para cada fase que o jogador terminou sem cometer nenhum erro; e o botão que leva aos badges ou medalhas. São 50 medalhas diferentes que o jogador pode ganhar durante o jogo. As medalhas são dadas por estrelas alcançadas, fases desbloqueadas, fases encerradas sem erros, e pontuações acima de 100.

Com intuito de gamificar e recompensar o jogador, na segunda tela (Figura 4.6) encontram-se todas as fases e as estrelas alcançadas em cada uma. Ao fim de cada fase, na tela de game over (Figura 4.6), são dadas estrelas por quantidade de pontos feitos.

4.5. REFORÇAMENTO PARA ESPERA NO TDAH E A GAMIFICAÇÃO DO JOGO



Figure 4.5 À esquerda, a tela inicial; no centro, a tela de rankings; à direita, a tela de medalhas.



Figure 4.6 À esquerda a segunda tela, tela de escolha de fases; à direita, a tela de game over.

Todas as recompensas do jogo são dadas acompanhadas de um som característico de jogos, que expressa algum tipo de ganho ao jogador. Esse som também tem o intuito de reforçar a continuidade no jogo - o não abandono.

Por fim, depois dos primeiros testes com jogadores e das entrevistas feitas, pôde-se notar que terminar o jogo assim que o jogador errasse uma cor era muito frustrante, mesmo para indivíduos que não tivessem TDAH. Diante desse fato, criou-se o mecanismo de vidas. Inicialmente, toda fase começa com três corações preenchidos na parte superior da tela. A cada erro um coração fica vazio; se os três corações estiverem vazios e o jogador errar mais uma vez, totalizando quatro erros, independente do tempo restante, o jogo termina. Essas três chances criadas diminuem a frustração do jogador e garantem mais tempo de atenção dedicado ao jogo.

Além do intuito de gamificar e de diminuir a frustração do jogador aumentado o reforço para ele continuar jogando, a utilização de badges e leaderboards dá ao jogo uma ferramenta de feedback que permite visualizar como os jogadores estão se comportando a cada fase e estímulo adicionado, transformando o jogo em uma boa ferramenta estatística.

4.6 O Mecanismo de Help

Toda vez que o jogo coloca um mecanismo novo para o jogador devido ao alcance de uma fase nova, é apresentada uma tela de help que explica como se deve jogar aquela nova fase. Caso o jogador faça pelo menos um ponto nesta nova fase, da próxima vez que aquela fase for escolhida, a tela de help não será mais mostrada. Caso o jogador não faça pontos na fase, a tela de help será mostrada sempre antes de se começar aquela fase. Na figura 4.7 pode-se ver as telas de Help.

4.7 O Ambiente de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do jogo Cores, foi utilizado o Android SDK Versão 2.2 (Froyo). Como já apresentado, a plataforma Android foi escolhida por ser a mais utilizada no mercado brasileiro e apresentar dispositivos de baixos custos em relação às outras plataformas. Além disso, também graças à escolha do governo brasileiro de utilizar tablets Android nas escolas públicas.

A escolha da versão do Android foi feita levando-se em conta a quantidade de dispositivos que seriam capazes de executar o jogo, ver Figura 4.8. Todos os dispositivos



Figure 4.7 À esquerda a primeira tela de help; à direita a segunda tela de help.

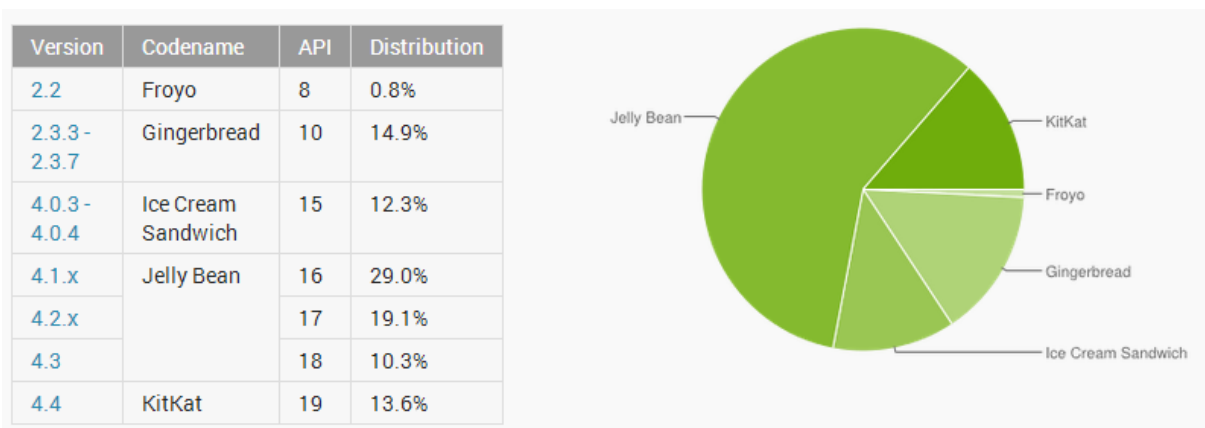


Figure 4.8 Distribuição de versões do Android por dispositivos. Qualquer versão que represente menos que 0.1% do total não é mostrada. [Developer/Dashboards \(2013\)](#)

que tiverem versões iguais ou superiores à 2.2 poderão rodá-lo. Segundo o site Android Developer, os dispositivos que utilizavam versão abaixo da 2.2, em agosto de 2013, compreendiam 1% do total de dispositivos que utilizam a plataforma Android em todo mundo. Sendo assim, pelo menos 99% dos dispositivos Android são capazes de rodar o jogo Cores.

O código-fonte do jogo foi desenvolvido usando a IDE (Integrated Development Environment) Eclipse. Essa IDE é recomendada pela Google para o desenvolvimento Android, e é compatível com o kit de desenvolvimento Android.

4.8 Bibliotecas e APIs

Nessa seção serão apresentadas todas as bibliotecas e APIs utilizadas na criação do jogo Cores Beta, suas funcionalidades no projeto e o porquê de suas escolhas. Utilizou-se as bibliotecas AndEngine, AndEngineSVGTextureRegionExtension, google-play-services_lib e a BaseGameUtils. A API consumida foi a Google Play Game Services.

4.8.1 AndEngine

A AndEngine ([Gramlich, 2010](#)) é uma game engine para jogos 2D criada exclusivamente para a plataforma Android. Essa engine utiliza a API OpenGL ES 2.0 do Android ([Android/Developers](#)) para a geração de gráficos 2D, e tem um conjunto de classes que facilitam a modelagem de um jogo. A AndEngine foi escolhida para o presente trabalho pela praticidade que oferece à criação de um jogo, pelos bons resultados apresentados com relação à performance e pela vasta documentação ([Schroeder, 2013](#)). A AndEngine é uma biblioteca de classes que resolve a criação de animações, emissão de partículas, geração de botões, músicas, sons e outros.

Apesar de ser mais difícil de ser utilizada que outras engines de jogos e de ser toda baseada em código, não sendo possível a programação em "Drag and Drop", como na Unity 2D [2013](#) por exemplo, a AndEngine, por ser feita especificamente para a plataforma Android, resolve problemas nativos, como os diferentes tamanhos de tela, por exemplo.

Por existir uma variedade muito grande de dispositivos diferentes que utilizam o sistema Android, conseguir criar gráficos para todos esse diferentes tamanhos e resoluções de tela torna-se um problema. Uma possível solução para contorná-lo é o uso de imagens em todas as possíveis resoluções; contudo, além de não prever novas resoluções de tela que possam surgir, guardar todas as imagens em um mesmo aplicativo torna-o muito grande, tendo sempre um gasto de memória acima do que é realmente necessário.

Outra possibilidade seria a reutilização de imagens em tamanhos diferentes, mas esse mecanismo gera um serrilhamento indesejável no gráfico do jogo.

A utilização de imagens vetorizadas, que são escaláveis, é uma possível solução para o presente problema. O Scalable Vector Graphics (SVG) ([Dahlström et al., 2011](#)) é um formato de imagem escalável escrito em um arquivo XML. O formato SVG foi criado pela World Wide Web Consortium ([2014](#)) e é um formato aberto, podendo ser livremente utilizado, além de um tipo de arquivo pequeno.

A AndEngine oferece uma biblioteca extra que usa imagens do tipo SVG para a geração dos gráficos do jogo. é a AndEngineSVGTextureRegionExtension ([Gramlich, 2011](#)), que carrega cada imagem SVG no tamanho que for desejado.

Com a possibilidade de se utilizar imagens escaláveis, pode-se gerar gráficos com os tamanhos corretos, com base apenas no tamanho da tela do dispositivo. Portanto, todas as dimensões dos recursos gráficos do jogo, como botões por exemplo, foram criados com base num percentual do tamanho da tela. Assim, independentemente do dispositivo que estiver rodando o jogo, sempre haverá gráficos compatíveis e livres do indesejável serrilhamento.

4.8.2 Google Play Game Services

A Google oferece uma grande ferramenta para o processo de gamificação: a Google Play Game Services [2014b](#). Esse serviço, oferecido pela Google, é uma API para a criação de leaderboards, achievements, jogos multiplayer, salvamento em nuvem e outros. A Google Play Game Services API pode ser consumida por aplicações em Android [2014b](#), IOS, C++ e/ou Web.

No jogo Cores Beta, aqui apresentado, foram utilizados os serviços de leaderboards e de achievements. Além de facilitar a criação desses mecanismos de gamificação, a Google Play Game Services oferece um console de estatísticas de usuários do jogo muito útil para o processo de levantamento de resultados. Para que o jogo pudesse consumir a API da maneira desejada, duas bibliotecas foram utilizadas: a google-play-services_lib ([2014c](#)) e a BaseGameUtils([2014a](#)), ambas oferecidas pela equipe de desenvolvimento do Android.

O serviço de leaderboards oferece todo o mecanismo de ranking necessário para um jogo, sendo solicitado, ao desenvolvedor, somente definir atributos simples do leaderboard como nome, tipo de ponto (inteiro ou float), tipo de ranquiamento (menor-melhor ou maior-melhor), ícone, valores máximos e outros. Quando se envia uma pontuação para um leaderboard, a própria API testa se aquela pontuação é melhor que a pontuação

anterior do usuário e, caso seja, faz a troca, redefinindo também a colocação do jogador em relação aos seus amigos e em relação a todos os jogadores do jogo. O grupo de amigos é definido a partir da rede social da Google, Google+. Pode-se ver os rankings gerais, por dia ou por semana.

O Serviço de achievements também oferece todo o mecanismo necessário para a criação de recompensas por badges, sendo solicitado, ao desenvolvedor, somente a definição dos detalhes de cada badge, seu nome, ícone, descrição e outros. Quando se envia à API o pedido de desbloqueio de um badge, a API testa se aquele badge já foi desbloqueado pelo usuário e, caso não tenha sido, desbloqueia o badge e devolve à aplicação um aviso visual, com o nome e ícone do badge, recompensando o jogador. A lógica do que, no jogo, desbloqueia um badge fica por conta do desenvolvedor.

Para visualizar todos os badges desbloqueados e todos os rankings, o Android oferece telas já criadas, sendo necessário somente fazer chamadas à classe Intent ([Android/Developers, 2014a](#)), nativa do Android, que intermedia a comunicação entre dois aplicativos, no caso, o jogo Cores Beta e a aplicação Google Play Games - que é a que mostra os badges e os leaderboards.

4.9 Estrutura do jogo

O jogo foi codificado em linguagem Java, que é a linguagem usada para a programação em Android. Foram feitas cinco grandes classes para compor o jogo. São elas: A MainActivity, A GameManager, a ResourceManager, a UserData e a classe abstrata Tela. Esta última é herdada por cada tela do jogo, compreendendo cinco pequenas classes, a Menu, a Quit, a GameOver, a GameTime e a Help. Na Figura 4.9 pode-se ver a UML de classes do projeto. A seguir encontram-se os detalhes de cada classe utilizada no jogo e suas funcionalidades:

4.9.1 MainActivity

A MainActivity é a classe responsável pela view do jogo. Essa é a classe que o sistema operacional Android chama quando o aplicativo é iniciado. Nesta classe instanciam-se as demais classes e fazem-se todos os chamados de métodos e atributos necessários ao funcionamento do jogo. Essa é a classe principal do jogo, ela faz a interface do usuário e também o mecanismo de comunicação com a API Google Play Game Services.

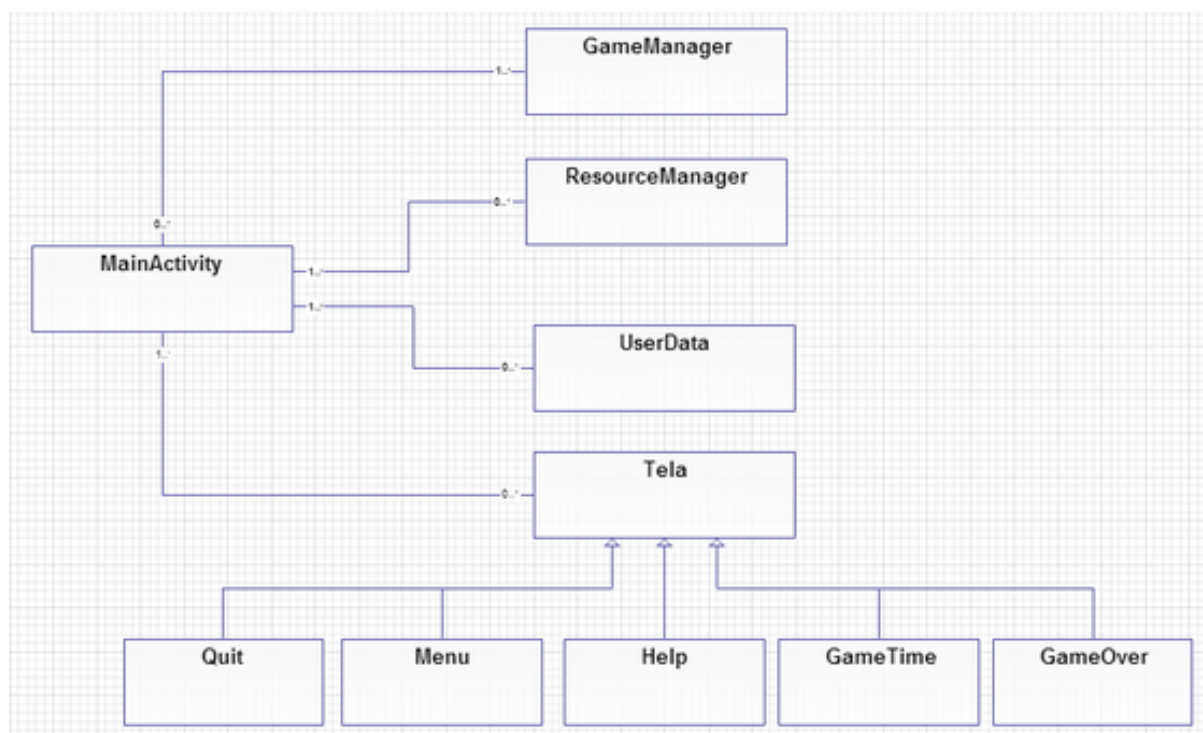


Figure 4.9 UML de classes do jogo.

4.9.2 GameManager

A **GameManager** é a classe responsável pela mecânica do jogo. Todas as funções necessárias à dinâmica do jogo são feitas por ela. Essa classe define a randomização das cores e nomes de cores, define o mecanismo de pontuação, define o mecanismo de contagem de tempo, define o mecanismo de contagem e perda de vidas, define o mecanismo de reinicialização do jogo, a inicialização do jogo, a definição de fases, quantidade de vidas, tempo e cores por fase e a mudança de fases.

4.9.3 ResourceManager

A **ResourceManager** é a classe responsável por carregar todos os recursos do jogo. é ela que carrega as imagens vetorizadas em SVG, as fontes dos textos e os arquivos de áudio. Nela também define-se o tamanho de cada imagem com base no tamanho da tela, as animações, os botões e modelos de audio - se é um efeito a ser tocado uma vez, ou música que será repetida.

Para carregar os recursos do jogo é utilizada a biblioteca **AndEngine** e sua extensão

que lê arquivos em SVG. O processo de criação de Sprites e animações é facilitado por essa biblioteca.

4.9.4 UserData

A UserData é a classe responsável pela persistência de dados. Nessa classe encontram-se as melhores pontuações por fase, a quantidade de estrelas por fase, quais fases já foram desbloqueadas, se o usuário quis deixar o jogo no modo mudo ou não e se o usuário já logou no Google Play Game Service. Apesar da API de games da Google guardar todas as melhores pontuações do usuário, foi preferido ter uma melhor pontuação local, pois assim pode-se reiniciar a contagem quando o usuário quiser, bastando limpar os dados da aplicação nas configurações do sistema Android. Com isso, o jogador pode passar pelo desafio de tentar zerar o jogo mais uma vez.

Para a persistência dos dados, foi escolhida a utilização das SharedPreferences, mecanismo nativo do Android que guarda dados simples no formato key-value. Como os dados guardados pelo jogo não vão crescer, ou seja, não importa quanto o jogo seja usado, sempre terá a mesma quantidade de pares key-value, e o tipo de dados é simples, sendo todo de inteiros e booleanos, a utilização das SharedPreferences foi preferida com relação a banco de dados, como o SQLite por exemplo. Também foi levada em conta a eficiência em tempo de recuperação dos dados: por ser um mecanismo simples e nativo, o SharedPreferences tem uma excelente performance nesse quesito.

4.9.5 Tela

A classe abstrata Tela define como cada tela do jogo deve se comportar. Nela estão definidas as funcionalidades de animação de entrada de tela, animação de saída de tela, visualização da mesma, registro de listeners de botões - que é o que indica quando um botão foi clicado -, limpeza do registro dos botões e a montagem dos recursos na tela, onde cada imagem, botão ou animação vai ficar.

Cada tela do jogo é uma subclasse que herda os atributos e métodos da classe Tela. Cada subclasse redefine seus métodos de animação de entrada e saída de tela e a construção da tela, pois cada tela tem um conjunto diferente de recursos e um tipo de animação também diferente. As subclasses criadas no Jogo são a Quit, responsável pela tela de saída do jogo, a Menu, responsável pelo menu e tela inicial do jogo, a Levels, responsável pela tela de fases, a GameTime, responsável pela tela onde o jogo acontece, a GameOver, responsável pela tela de fim de jogo e a Help, responsável pela tela de ajuda

e/ou instruções de jogo.

Apesar de não ser necessária a criação de classes para cada tela do jogo, sua criação facilita a manutenção, modificação e entendimento do código do jogo. Essa forma de modularização foi uma importante peça de apoio nas modificações feitas no processo de criação baseada em prototipação.

5

Results

Com o intuito de validar a aplicação criada, foram criados três questionários diferentes para que três públicos diferentes pudessem validar a experiência de usuário que o jogo oferece. O primeiro grupo a utilizar o jogo, para responder à perguntas referentes à sua área de conhecimento, foi um grupo composto por especialistas em psicologia. Foram cinco psicólogos, entre mestrandos e doutorandos, os componentes do primeiro grupo. Como tal, esse primeiro grupo respondeu à perguntas sobre as possíveis características que o jogo oferece para melhorar a atenção e o controle inibitório de quem o joga. Como principal resultado esperado, esse questionário deve definir se o jogo pode ou não atingir o seu objetivo.

O segundo grupo foi composto por especialistas em computação. Assim como no caso do primeiro grupo, esse grupo respondeu perguntas sobre o seu campo de conhecimento. Foram 10 estudantes de ciências da computação, cursando ou que cursaram a matéria de Interação Humano Computador, os componentes desse grupo. O questionário, a esse grupo destinado, tem o objetivo de identificar se o jogo apresenta uma boa interação com o jogador. Deverá ser possível dizer, ao final da pesquisa, se o jogo apresenta erros, se apresenta uma boa interação com o usuário, se é ou não muito lento, se trava e outros.

Não será possível testar se o jogo Cores Beta é capaz de melhorar a atenção e o controle inibitório de quem o joga, a razão será detalhada na sessão 4.1. Contudo pode-se testar as características lúdicas do jogo. Mesmo que o jogo não seja capaz de melhorar as capacidades cognitivas de quem o joga, deve ser, no mínimo, capaz de divertir o seu público alvo, pois não pode-se esquecer que se trata de um jogo e, como tal, deve ser divertido. O último questionário tem o objetivo de definir se o jogo Cores Beta é divertido, se é muito difícil, se é possível entender suas regras, e se é perceptível à criança que esse pode ser útil para uma melhora cognitiva.

Para a aplicação dos questionários foi utilizada a plataforma da Google, Google

Drive, que oferece a criação de formulários, que podem ser enviados por e-mail. Essa plataforma foi escolhida por ser pública e de livre acesso, de fácil utilização, apresentar dados estatísticos das respostas dadas e por permitir que os questionários sejam aplicados a distância. Contudo, para o terceiro grupo, as crianças, o questionário não pode ser aplicado a distância, sendo necessário a supervisão de um aplicador. Para os dois primeiros grupos os questionários foram enviados por email.

5.1 Pesquisa com seres humanos

Segundo a resolução 196/96 do conselho nacional de saúde, outorgada pelo Decreto nº93933 de 14 de janeiro de 1987, que é fundamentada nos principais documentos internacionais que emanaram declarações e diretrizes sobre pesquisas que envolvem seres humanos, como a Declaração de Helsinque (1964 e suas versões posteriores de 1975, 1983 e 1989), as Propostas de Diretrizes Éticas Internacionais para Pesquisas Biomédicas Envolvendo Seres Humanos (CIOMS/OMS 1982 e 1993), o Código de Nuremberg (1947), a Declaração dos Direitos do Homem (1948), o Acordo Internacional sobre Direitos Civis e Políticos (ONU, 1966, aprovado pelo Congresso Nacional Brasileiro em 1992) e as Diretrizes Internacionais para Revisão Ética de Estudos Epidemiológicos (CIOMS, 1991), toda pesquisa que envolve seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), para que esse possa validar e liberar, ou não, à pesquisa.

Diante das normas regulamentadoras da resolução acima citada, que envolvem os quatro referenciais básicos da bioética - autonomia, não maleficência, beneficência e justiça - e diante do tempo disponível ao presente trabalho, torna-se impossível a aplicação de uma pesquisa com crianças portadoras de TDAH, que tenha como objetivo a validação do jogo Cores Beta, no que tange seu objetivo de melhora das capacidades cognitivas de seus jogadores. Contudo, pode-se testar o software em si, suas características lúdicas, dificuldade, usabilidade, ergonomia e outros.

5.2 Perfil dos entrevistados

O primeiro grupo de pessoas que responderam aos questionários foi composto por cinco psicólogos formados. Todos os cinco são ou mestrandos, ou doutorandos da Universidade Federal da Bahia, e atuam em pesquisas relacionadas à capacidades cognitivas.

O Segundo grupo é composto por estudantes de Ciências da Computação da Universi-

dade Federal da Bahia, que ou já fizeram, ou estão fazendo a matéria de Interação Humano Computador. Como tal, defende-se, por este trabalho, que são pessoas competentes para julgar a interação que o jogo Cores Beta apresenta ao seu jogador.

O terceiro grupo de pessoas que responderam aos questionários foi composto por onze crianças entre onze e treze anos de idade. Para se ter uma amostra mais heterogenia possível, as crianças foram escolhidas aleatoriamente. Todas as crianças responderam os questionários, e jogaram o jogo, na cidade de Salvador - Bahia.

5.3 Questionário

Para se alcançar o objetivo desejado, foram feitos três tipos de questionários diferentes, para os três grupos diferentes a serem entrevistados. Nos três tipos de questionário foram usadas escalas do tipo Likert [1932](#), para análise das respostas. A maioria das questões usou cinco opções graduais de respostas que vão desde a discordância total até a forte concordância. Foram feitas também questões de escolhas múltiplas e questões do tipo discursiva.

O primeiro questionário, destinado aos especialistas de psicologia, foi elaborado com o objetivo de identificar se o jogo pode ser usado no tratamento de crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, se é capaz de melhorar a atenção e o controle inibitório de quem o joga, se é possível entender suas regras e se a dificuldade cresce de forma gradual. Ainda com o intuito de melhorar o jogo Cores Beta, uma última pergunta, essa do tipo discursiva, foi elaborada para que os especialistas pudessem dar sugestões de mudanças no jogo, que o deixasse mais propício à alcançar o objetivo proposto.

Esse primeiro questionário foi composto por seis questões. As questões podem ser vistas no apêndice [A.1](#).

O segundo questionário, destinado às crianças, foi elaborado com o objetivo de identificar se o jogo é bem aceito por crianças. As perguntas foram feitas para se saber se o jogo é divertido, se é muito difícil, se é possível se entender as regras, por parte das crianças, e se a criança consegue identificar que o jogo pode melhorar suas capacidades cognitivas. O segundo questionário é composto por cinco questões, três com respostas na escala Likert, uma de escolha múltipla e uma com respostas do tipo sim ou não. As questões do segundo questionário podem ser vistas no apêndice [A.2](#).

O terceiro e último questionário, destinado aos especialistas de computação, foi elaborado com o objetivo de identificar se o Jogo Cores beta apresenta uma boa interação com o seu jogador. Foram onze questões no total.

As sete primeiras questões apresentam a escala Likert como padrão de resposta e questiona se é possível entender o jogo, se a dificuldade do jogo cresce de forma gradual, se o jogo é ou não muito lento, se a gamificação foi feita de forma adequada, se a disposição de objetos em tela e a sequência de telas é confusa ao jogador e se o jogo informa bem qual a situação do jogador com relação ao seu desenvolvimento no próprio jogo.

Com as quatro últimas questões do questionário pretende-se descobrir se o jogo apresenta erros, quais são esses erros, se foi necessário auxílio pra entender o jogo e quais as modificações necessárias para se alcançar o objetivo proposto pelo jogo. Essas últimas questões foram, ou discursivas, ou de múltipla escolha simples. As questões do terceiro questionário podem ser vistas no apêndice [A.3](#).

5.4 Índice de Validade de Conteúdo

O Índice de Validade de Conteúdo (IVC) é um método de validação baseada em opiniões de especialistas. Esse método é muito utilizado na área de saúde. Ele mede a proporção de especialistas que estão em concordância sobre um determinado aspecto do objeto que estão avaliando. Esse método utiliza uma escala do tipo Likert com respostas de 1 a 4, onde os valores 1 e 2 compreendem a discordância dos especialistas e os valores 3 e 4, a concordância. Mede-se a quantidade de respostas 3 ou 4, sobre o número total de respostas.

Segundo [Alexandre and Coluci \(2011\)](#), para verificar se o objeto testado é válido, segundo a opinião dos especialistas, deve-se ter um valor de IVC maior que 0,8 para caso de seis ou mais especialistas e concordância total, ou seja $IVC = 1$, para cinco ou menos.

Para o presente trabalho adotou-se uma escala do tipo Likert com cinco itens, contudo, como somente dois dos itens representam a concordância do especialista, pode-se utilizar o IVC para levantar os resultados do jogo Cores Beta. Cada item à ser validado vai ser contabilizado segundo a seguinte formula:

$$\frac{(\text{Número de respostas do tipo "concordo" ou do tipo "concordo fortemente"})}{(\text{Número total de respostas})}$$

5.5 Resultados das pesquisas

5.5.1 Especialistas em Computação

Os resultados obtidos, a partir do questionário aplicado ao grupo de especialistas em computação, foram promissores. Todos os especialistas acreditam que a dificuldade do jogo Cores Beta cresce de forma gradual, que é possível entender as regras do jogo, e que o jogo não fica lento nos dispositivos testados. 90% dos especialistas acredita que a gamificação do jogo foi feita de maneira apropriada. 89% indicou que a disposição de objetos na tela não é confusa. 80% acredita que o jogo informa bem as fases e a situação do jogador. 70% acredita que a sequência de telas do jogo não é confusa. E 80% acredita que o jogo não apresenta erros.

Utilizando-se o IVC, deve-se obter um índice maior que 0.8 para que o jogo Cores Beta seja aceito, pois foram dez especialistas de computação que avaliaram o jogo. Todos os índices encontrados foram maiores ou iguais a 0.8, com exceção apenas do índice referente à sequência de telas do jogo. Contudo, nenhum dos especialistas demonstrou que acreditava que a sequência de telas do jogo era confusa, os 30% que não se posicionaram como crentes de que o jogo não apresentava uma sequência de telas confusa indicaram indiferença a essa avaliação. Na figura 5.1 pode-se encontrar um gráfico referente à esse item do questionário.

A sequência de telas é confusa.



Figure 5.1 Resumo das respostas referentes à sequência de telas do jogo

Dos erros apresentados, pelos 20% dos especialistas em computação que acreditaram ter erros no jogo, somente o erro referente ao som e o erro referente à mistura de linguagens são pertinentes. Os demais possíveis erros não são próprios do jogo Cores Beta, mas sim, referentes à API Google Play Games Services. O primeiro erro, o erro do som, acontece quando o jogador entra na tela de rankings, que é oferecida pela API

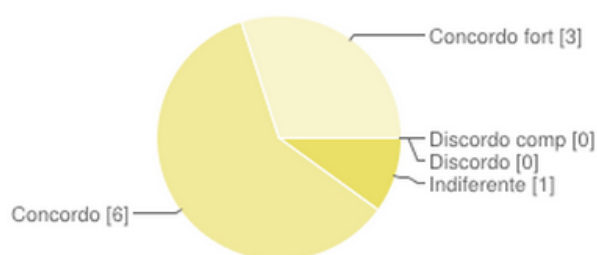
5.5. RESULTADOS DAS PESQUISAS

de jogos da Google. Quando o jogador retorna dessa tela para a tela principal do jogo, a música de fundo para de tocar e a mesma não volta. O segundo erro é a mistura de idiomas, na tela de Game Over, encontram-se as palavras 'Score', 'Best' e 'New', quando deveria aparecer 'pontuação', 'Melhor' e 'Nova'. Os dois erros já foram resolvidos.

A última questão do questionário foi uma questão discursiva intencionada a levantar opiniões de possíveis modificações que o jogo poderia sofrer para alcançar melhor o seu objetivo. Dentre as opiniões e elogios levantados nessa questão, destacam-se aqui as seguintes: Os círculos coloridos que aparecem no fundo da tela do jogo atrapalham a atenção do jogador; O jogo poderia ter uma tela de ajuda que pudesse ser vista a qualquer momento; e a fonte poderia ser mais nítida ao jogador.

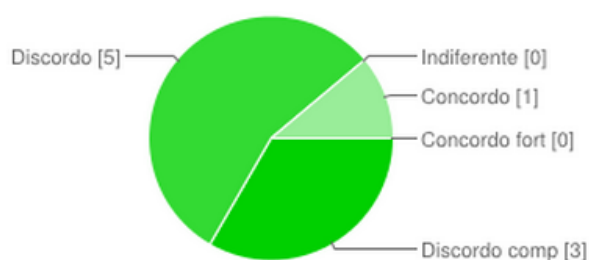
A seguir, encontram-se resumos gráficos de todas as respostas obtidas no questionário destinado aos especialistas em computação.

A gamificação do jogo foi feita de forma apropriada.



Discordo completamente	0	0%
Discordo	0	0%
Indiferente	1	10%
Concorde	6	60%
Concorde fortemente	3	30%

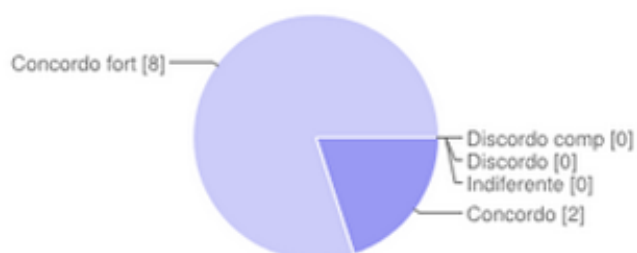
A disposição dos objetos na tela é confusa.



Discordo completamente	3	33%
Discordo	5	56%
Indiferente	0	0%
Concorde	1	11%
Concorde fortemente	0	0%

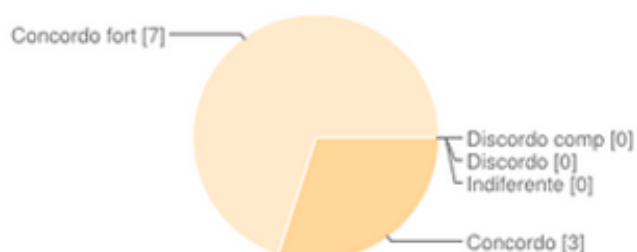
Figure 5.2 Resumo de todas as respostas obtidas no questionário de computação, referentes à gamificação e disposição de objetos na tela.

A dificuldade do jogo cresce de forma gradual.



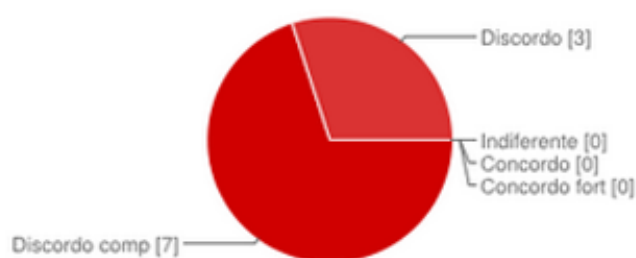
Discordo completamente	0	0%
Discordo	0	0%
Indiferente	0	0%
Concordo	2	20%
Concordo fortemente	8	80%

É possível entender as regras do jogo.



Discordo completamente	0	0%
Discordo	0	0%
Indiferente	0	0%
Concordo	3	30%
Concordo fortemente	7	70%

O jogo não responde bem. É muito lento.



Discordo completamente	7	70%
Discordo	3	30%
Indiferente	0	0%
Concordo	0	0%
Concordo fortemente	0	0%

Figure 5.3 Resumo de todas as respostas obtidas no questionário de computação, referentes à dificuldade, entendimento de regras e velocidade do jogo.

O jogo informa bem as fases e a situação do jogador.

Figure 5.4 Resumo de todas as respostas obtidas no questionário de computação, referentes à forma como o jogo informa ao jogador a sua situação.

5.5.2 Crianças

Foram bastante animadores os resultados obtidos a partir do questionário aplicado às crianças. Todas as crianças acharam o jogo Cores Beta ou divertido ou muito divertido, Figura 5.5, todas conseguiram entender como se joga o jogo, Figura 5.6, e todas indicariam o jogo para seus amigos, Figura 5.7. 60% das crianças acharam que a dificuldade do jogo não era nem fácil nem difícil, 20% achou o jogo difícil, 10% achou o jogo fácil, e 10% achou o Cores Beta muito fácil, Figura 5.8. Por fim, na questão que tenta identificar se a criança consegue imaginar quais capacidades cognitivas o jogo pode melhorar no seu jogador, a maioria indicou que o jogo Cores Beta pode melhorar a atenção do jogador. Pode-se ver um gráfico com todas as respostas desse item na Figura 5.9.

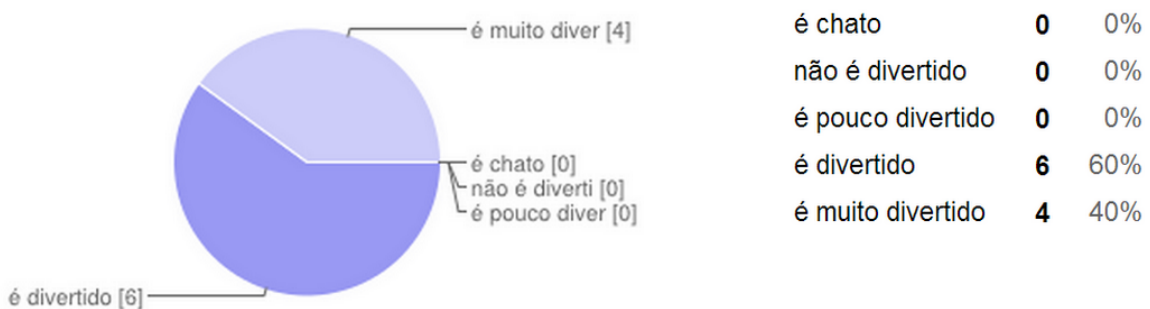
Você considera que o jogo:

Figure 5.5 Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes à diversão do jogo.

Ainda com o intuito de melhorar o jogo para o seu público alvo, uma última questão foi adicionada ao questionário. Essa última questão pedia que as crianças deixassem,

Você conseguiu entender como se joga?



Figure 5.6 Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes ao entendimento do jogo.

Você indicaria esse jogo para seus amigos?

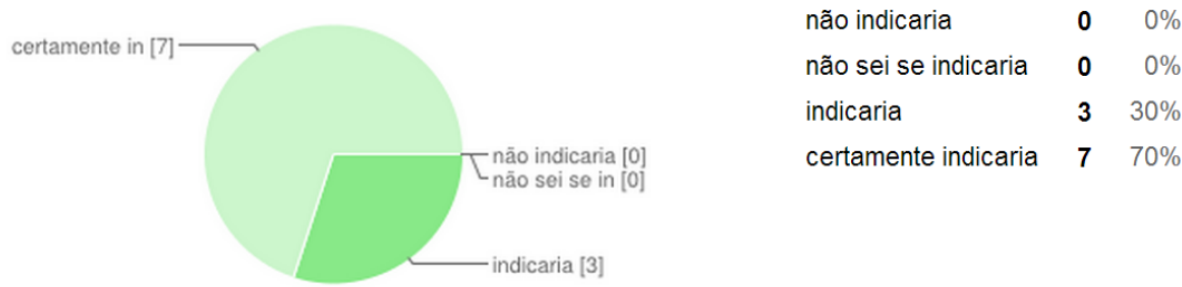


Figure 5.7 Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes à possível indicação do jogo aos seus amigos.

Para você esse jogo é:

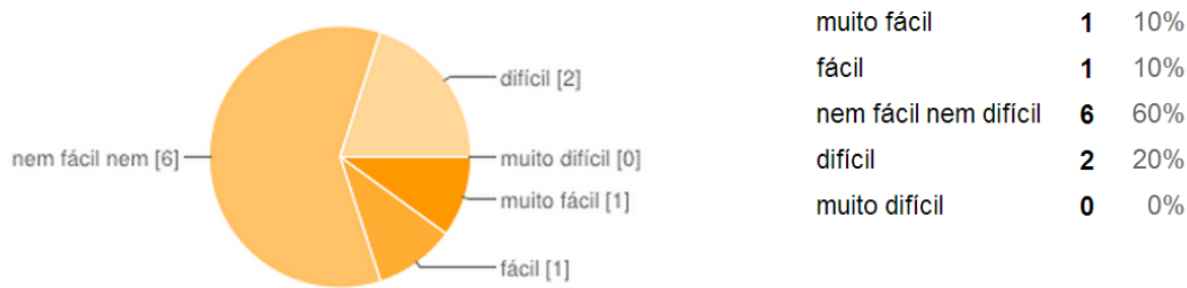


Figure 5.8 Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes à dificuldade do jogo.

Para você o que esse jogo ajuda a melhorar no jogador?

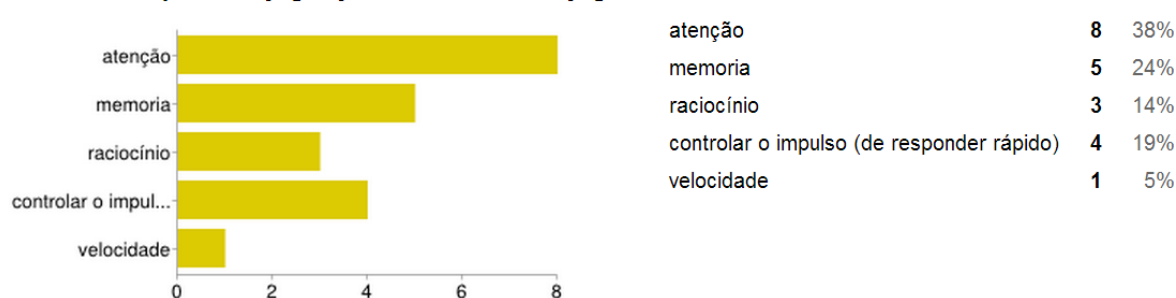


Figure 5.9 Resumo de todas as respostas dadas pelas crianças, referentes ao que elas acreditam que o jogo pode melhorar no jogador

caso achassem que deveriam, um comentário ou proposta de mudanças no jogo. Dentre alguns elogios à diversão do jogo como "muito divertido" e "Super legal", encontraram-se duas propostas de mudanças, a primeira proposta se refere a necessidade de ter uma tela com as regras do jogo que pudesse ser vista a qualquer momento, a segunda seria a possibilidade de iniciar o jogo com cinco cores diferentes e não somente com três.

5.5.3 Especialista em Psicologia

Os resultados obtidos, a partir do questionário aplicado ao grupo de especialistas em psicologia, foram bastante promissores. Todos os especialistas acreditam que o jogo Cores Beta pode ser usado no tratamento de crianças com TDAH, e todos acreditam que o jogo pode melhorar o controle inibitório de quem o joga. 80% dos especialistas acredita que o jogo também pode melhorar a atenção de seu jogador. Concomitantemente, todos mostraram acreditar que é possível entender as regras do jogo, e 80% acredita que a dificuldade do jogo cresce de forma gradual.

Utilizando-se o IVC deve-se obter a concordância total dos especialistas de psicologia, IVC=1, pois foram cinco especialistas que avaliaram o jogo. Foram três os aspectos mais importantes avaliados para a validação do Cores Beta: se ele pode melhorar a atenção de quem o joga; se pode melhorar o controle inibitório; e finalmente, se pode ser usado no tratamento de crianças com TDAH.

No primeiro aspecto, o jogo Cores Beta apresentou um IVC de 0.8. Isso demonstra que para melhorar a atenção de seu jogador algumas alterações são necessárias. Contudo, o único especialista que não concordou com a possibilidade do jogo ser um ajudante na melhoria da atenção indicou "indiferença" a este item, como pode-se ver no gráfico da

Figura 5.10, o que não é necessariamente uma discordância e, portanto, nota-se que o jogo pode facilmente alcançar este objetivo.

Você acha que o jogo pode melhorar a atenção do jogador?

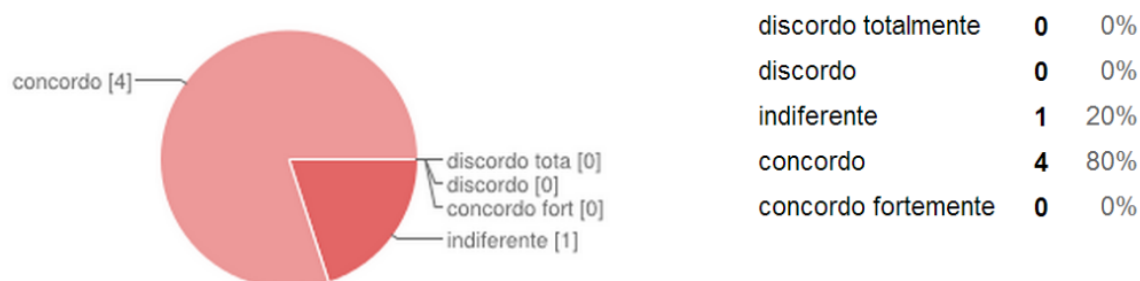


Figure 5.10 Resumo das respostas referentes à possibilidade de melhoria da atenção do jogador.

No segundo aspecto avaliado, se o jogo pode, ou não, melhorar o controle inibitório de quem o joga, o jogo Cores Beta alcançou um IVC igual a 1, o que demonstra que todos os especialistas concordaram que o jogo pode ser usado como ajudante na melhoria do controle inibitório. Sendo assim, segundo os especialistas de psicologia, o Cores Beta é um possível ajudante do controle inibitório. A Figura 5.11 demonstra um gráfico das respostas obtidas nesse item.

Você acha que o jogo pode melhorar o controle inibitório do jogador?

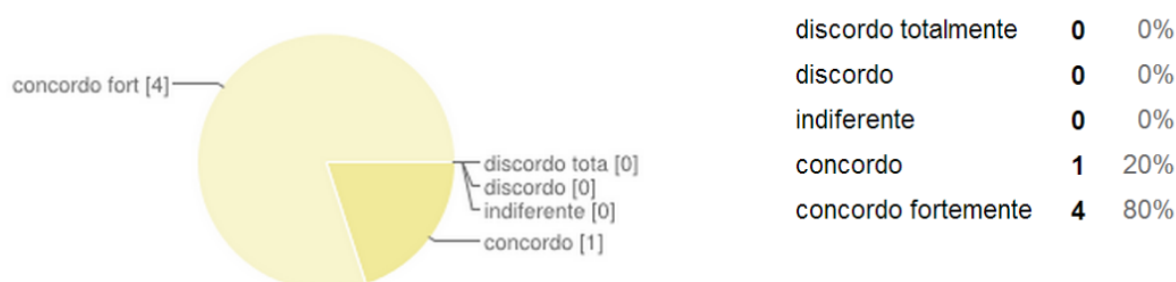


Figure 5.11 Resumo das respostas referentes à possibilidade de melhoria do controle inibitório do jogador.

No terceiro item, o mais importante dos três, que indica se o jogo Cores Beta pode ser usado no tratamento de crianças com TDAH, que é o objetivo do presente trabalho, houve também a concordância total dos especialistas, obtendo-se um CVI igual a 1. A partir desse resultado conclui-se que o jogo Cores Beta pode ser usado, segundo os especialistas, no tratamento de crianças com TDAH e o presente trabalho alcançou o seu objetivo. A

Figura 5.12 demonstra um gráfico das respostas obtidas nesse item.

Você acha que o jogo pode ser usado no tratamento de crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade?

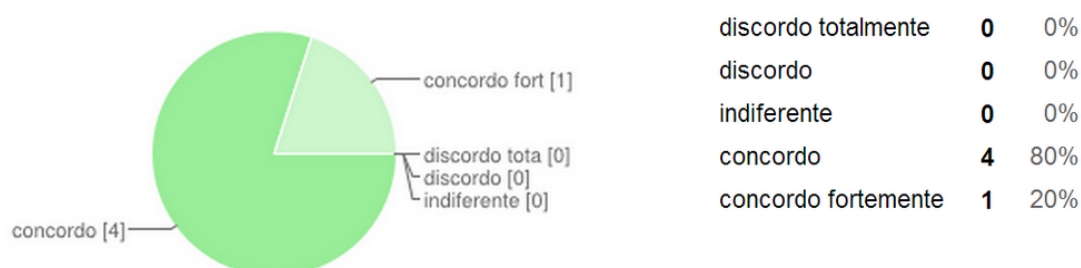


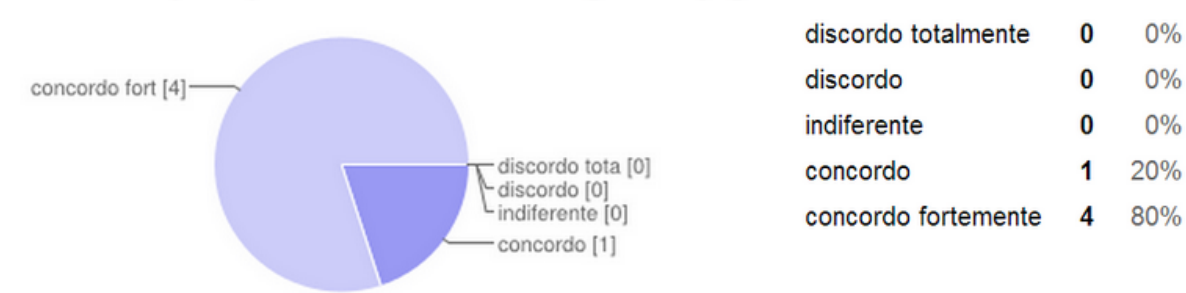
Figure 5.12 Resumo das respostas referentes à possibilidade de se usar o jogo Cores Beta no tratamento de crianças com TDAH

Contudo, pode-se melhorar o Cores Beta e isso pode ser identificado pelas demais respostas. Na Figura 5.13 encontram-se os gráficos referentes aos demais item avaliados no questionário destinado aos especialistas de psicologia. O último item do questionário foi uma questão discursiva que pedia indicações de mudanças para que o jogo pudesse ser mais adequando ao seu objetivo.

Dois dos especialistas indicaram que o fundo da tela principal jogo, Figura 4.2, não deveria ter círculos coloridos em movimento, pois estes atrapalham a atenção do jogador. Um especialista indicou a necessidade do jogo mostrar as suas regra a qualquer momento, e não somente na primeira tentativa de uma fase. Outro idicou que a dificuldade do jogo está muito alta e que, nas primeiras fases do jogo, deveria ser necessário menos acertos para se alcançar uma estrela. Esse especialista acredita que essa dificuldade pode frustrar a criança com TDAH. Por fim, um especialista levantou a possibilidade do jogo indicar um relatório geral do desempenho do jogador, indicando quais foram os erros, os tipos de erros, exemplo trocar azul com roxo, e os tempos de latência de resposta. Com essa última modificação proposta, acredita-se que o jogo poderia ser uma ferramenta para diagnóstico e acompanhamento do desenvolvimento da criança.

5.5.4 Discussão e Pontos de Melhorias.

Você acha que é possível entender as regras do jogo?



Você acha que a dificuldade do jogo cresce de forma gradual?

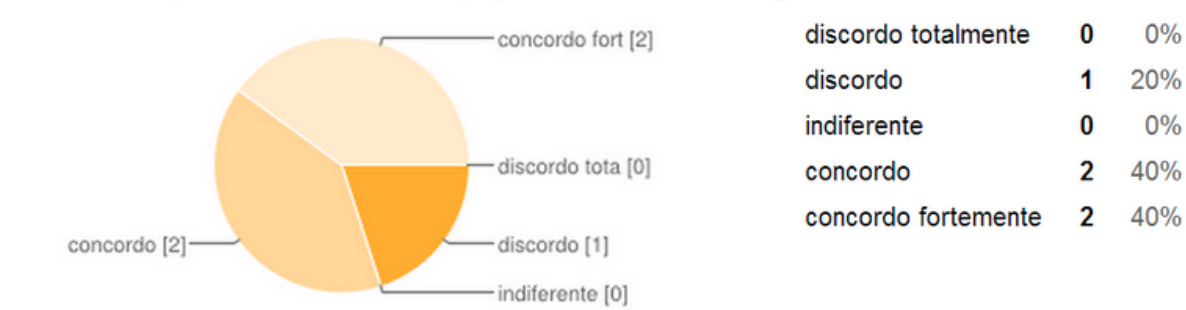


Figure 5.13 Resumo das respostas referentes à dificuldade do jogo Cores Beta e do possível entendimento de suas regras



Conclusion

A partir dos resultados levantados com os questionários aplicados, conclui-se que o jogo Cores Beta alcançou o seu objetivo de ser um jogo, para tablets e smartphones Android, que possa ser usado no tratamento de crianças com TDAH, pois os especialistas de psicologia foram unânimes em indicar que acreditam nesse potencial do Cores Beta. Também pode-se identificar que o jogo apresenta uma boa interação com o seu jogador, tomando-se como base as respostas obtidas pelos especialistas em Computação.

Por fim, pode-se identificar que o jogo é divertido para crianças, característica muito importante, já que pretende-se melhorar as capacidades cognitivas de crianças com TDAH. Também, que as regras do jogo podem ser entendidas pelas crianças e que sua dificuldade parece ser adequada. Contudo, muitas são as possíveis mudanças que o jogo pode sofrer para ser mais adequado ao seu objetivo, existindo uma grande área de atuação à ser explorada.

6.0.5 Trabalhos futuros

Com o objetivo alcançado, todo o conhecimento adquirido com o desenvolvimento do jogo Cores Beta e todas as possibilidades de melhorias do projeto, é impossível não se levantar uma lista de possíveis trabalhos futuros que visem deixar o jogo mais adequado ao tratamento de crianças com TDAH, tanto no seu aspecto de melhoria das capacidades cognitivas, quanto na possibilidade de ajudar no diagnóstico desse transtorno.

A seguir encontra-se uma lista dos possíveis trabalhos futuros:

- Aplicar as possíveis mudanças, que foram indicadas nas pesquisas como sendo melhorias para deixar o Cores Beta mais adequado ao seu objetivo, que é melhorar as capacidades cognitivas de crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade;

- Submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa uma possível pesquisa, com crianças que tenham Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade e crianças que não tenham, para verificar se o jogo é realmente um ajudante no tratamento de crianças com TDAH, melhorando a atenção e o controle inibitório dos seus jogadores;
- Desenvolver uma pesquisa, após liberação de um CEP, para verificar se o Cores Beta realmente ajuda as crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade;
- Criar uma segunda versão do jogo que gere um relatório completo dos resultados alcançados pela criança, para que essa versão possa ser usada também como um ajudante no diagnóstico do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade e possa, também, ser usado como indicador do progresso do paciente à algum tipo de tratamento;
- Criar um grupo de pesquisa interdisciplinar que tenha como objetivo a criação de jogos voltados para o público com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade.

Bibliography

- Alexandre, N. M. C. and Coluci, M. Z. O. (2011). Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciênc. saúde coletiva [online]*, **16**(7).
- Android/Developers (2014a). Android intent public class. <http://developer.android.com/reference/android/content/Intent.html>.
- Android/Developers (2014b). Google play game services. <https://developer.android.com/google/play-services/games.html>.
- Android/Developers (2014c). Google play game services lib. <http://developer.android.com/google/play-services/setup.html>.
- Android/Developers (2014d). Opengl es 2.0 - android api. <http://developer.android.com/guide/topics/graphics/opengl.html/>.
- Association, A. P. (2013). *DSM 5*:. American Psychiatric Association.
- Barkley, R. A. (2012). Re: Establishment of international adhd awareness day. <http://www.feaadah.org/es/difusion/winarcdoc.php?id=194>.
- Barkley, R. A. (2013). *Taking Charge of ADHD, Third Edition: The Complete, Authoritative Guide for Parents*. The Guilford Press, 3rd edition.
- Brabant-Dagblad (2015). Stroop test.
- Brasil, I. (2013). Estudo da idc mostra desempenho estável na venda de tablets no terceiro trimestre. <http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1545>.
- Brasil, I. (2014a). Estudo da idc aponta que mercado brasileiro de celulares encerrou 2013 com a marca recorde de 67,8 milhões de unidades comercializadas. <http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1613>.
- Brasil, I. (2014b). Tablets superam notebooks em vendas pela primeira vez, segundo estudo da idc. <http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1627>.
- Burke, B. (2012). Gamification 2020: What is the future of gamification? *Gartner, Inc.*, Nov, **5**.

BIBLIOGRAPHY

- CDC (2014). Symptoms and diagnosis. <http://www.cdc.gov/ncbddd/adhd/diagnosis.html>.
- Chapman, S. (2013). *Design de Interação - 3ed.*
- Dahlström, E., Dengler, P., Grasso, A., Lilley, C., McCormack, C., Schepers, D., Watt, J., Ferraiolo, J., Jun, and Jackson, D. (2011). Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition).
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *interactions*, **19**(4), 14–17.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, pages 9–15, New York, NY, USA. ACM.
- Developer/Dashboards, A. (2013). Android developer platform versions. <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>.
- Formoso, C. T., Powell, J. A., and dos Santos, A. (2012). An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. *Journal of Construction Research*.
- Golden, C. J. (1976). Identification of brain disorders by the stroop color and word test. *J Clin Psychol*, **32**, 654–658.
- Google/Developers (2014a). Basegameutils lib. <https://developers.google.com/games/services/android/init?hl=pt-br>.
- Google/Developers (2014b). Google play game services. <https://developers.google.com/games/services/>.
- Gramlich, N. (2010). Andengine - free android 2d opengl game engine. <http://www.andengine.org/>.
- Gramlich, N. (2011). Andenginesvgtextureregionextension. <https://github.com/nicolasgramlich/AndEngineSVGTextureRegionExtension>.
- Huotari, K. and Hamari, J. (2012). Defining gamification: A service marketing perspective. In *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference*, MindTrek '12, pages 17–22, New York, NY, USA. ACM.

- Kelland, K. (2012). Gamification: Drugmakers and health campaigners turn to games to promote health. http://www.huffingtonpost.com/2012/06/26/gamification-health-game-promote_n_1626812.html.
- Lansbergen, M. M. and J. Leon Kenemans, H. v. E. (2007). Stroop interference and attention-deficit/hyperactivity disorder: A review and meta-analysis. *Neuropsychology*, **21**, 251–262.
- Leuzinger-Bohleber, M. (2010). Psychoanalytic preventions/interventions and playing “rough-and-tumble” games: alternatives to medical treatments of children suffering from adhd. *International Journal of Applied Psychoanalytic Studies*, **7**.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, **22**(140), 1–55.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin Inc.*, **109**, 163–203.
- MEDINA, B. (2013). Gamificação aplicada ao contexto de negócios.
- Olga Pykhtina, Madeline Balaam, G. W. S. P. P. O. (2012). Designing for attention deficit hyperactivity disorder in play therapy: the case of magic land. *DIS*.
- Randolph, S. C. W. D. H. T. M. A. B. (2012). Brain games as a potential nonpharmaceutical alternative for the treatment of adhd.
- Santos, Fabio E. G.; Bastos, A. P. Z. A. L. C. V. R. K. M. P. (2011). [ieee 2011 3rd international conference on games and virtual worlds for serious applications (vs-games 2011) - athens, greece (2011.05.4-2011.05.6)] 2011 third international conference on games and virtual worlds for serious applications - assessment of adhd through a computer game: An experiment with a sample of students.
- SAÚDE, M. D. (1987). Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. <http://www.bioetica.ufrgs.br/res19696.htm>.
- Schroeder, J. (2013). *AndEngine for Android Game Development Cookbook*. Packt Publishing, Limited.
- Shaw, R. (2005). Inhibition, adhd, and computer games: The inhibitory performance of children with adhd on computerized tasks and games. *Journal of Attention Disorders*, **8**.
-

BIBLIOGRAPHY

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, **18**(6).

Technologies, U. (2013). Unity 2d. <http://unity3d.com/pages/2d-power>.

Villa, S. A. C. (2014). Cores: Um jogo para tablets e smartphones android com foco na melhoria da atenção e controle inibitório de crianças.

W3C, W. W. W. C. (2014). World wide web consortium. <http://www.w3.org/Consortium/>.

Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). Gamification by design.

Appendix



Questionários

A.1 Questionário de Psicologia

- Você acha que é possível entender as regras do jogo?
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente
- Você acha que a dificuldade do jogo cresce de forma gradual?
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente
- Você acha que o jogo pode melhorar a atenção do jogador?
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

- Você acha que o jogo pode melhorar o controle inibitório do jogador?
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente
- Você acha que o jogo pode ser usado no tratamento de crianças com TDAH?
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente
- Quais modificações você acha que o jogo deve sofrer para alcançar o objetivo?
(Discursiva)

Link para o formulário no Google Drive: https://docs.google.com/forms/d/11NbJndIaKdevWoaayBwknRyA8cmT47R7xOMzeSMv80U/viewform?usp=send_form

A.2 Questionário para Crianças

- Você considera que o jogo:
 - ☐ é chato
 - ☐ não é divertido
 - ☐ é pouco divertido
 - ☐ é divertido
 - ☐ é muito divertido
- Para você o nível desse jogo é:
 - ☐ muito fácil

- ☐ fácil
- ☐ nem fácil nem difícil
- ☐ difícil
- ☐ muito difícil
- Você conseguiu entender como se joga?
 - ☐ sim
 - ☐ não
- Para você o que esse jogo ajuda a melhorar no jogador? (Escolhas múltiplas)
 - ☐ atenção
 - ☐ memória
 - ☐ raciocínio
 - ☐ controlar o impulso (de responder rápido)
 - ☐ velocidade
- Você indicaria esse jogo para seus amigos:
 - ☐ não indicaria
 - ☐ não sei se indicaria
 - ☐ indicaria
 - ☐ certamente indicaria

Link para o formulário no Google Drive: https://docs.google.com/forms/d/1wmcSHFYwdgqmf1EjmJ3VL7hXD4NgSjGyB3ijJdJ_k40/viewform

A.3 Questionário de Computação

- A dificuldade do jogo cresce de forma gradual.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

APPENDIX A. QUESTIONÁRIOS

- É possível entender as regras do jogo.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

- O jogo não responde bem. É muito lento.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

- A gamificação do jogo foi feita de forma apropriada.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

- A disposição dos objetos na tela é confusa.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente

- O jogo informa bem as fases e a situação do jogador.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo

- ☐ indiferente
- ☐ concordo
- ☐ concordo fortemente
- A sequência de telas é confusa.
 - ☐ discordo totalmente
 - ☐ discordo
 - ☐ indiferente
 - ☐ concordo
 - ☐ concordo fortemente
- Você precisou de auxílio para entender o jogo?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
- O jogo apresenta erros?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
- Quais erros o jogo apresentou? (Discursiva)
- Levando-se em conta que o objetivo do jogo Cores Beta é melhorar a atenção e o controle inibitório de crianças com TDAH, quais modificações você acha que o jogo deve sofrer para alcançar o seu objetivo? (Discursiva)

Link para o formulário no Google Drive: <https://docs.google.com/forms/d/19icGuKAPLRZ10cI8Ldc3Y9qDgC9l5uUP00Pz7Ei3TCk/viewform>