



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Jogos eletrônicos e o desenvolvimento do pensamento computacional: um estudo de caso

Eduardo Furtado Sá Corrêa

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador

Prof. Dr. Edison Ishikawa

Coorientador

Dr. Francisco Botelho

Brasília

2017

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

Coordenador: Prof. Dr. Rodrigo Bonifácio

Banca examinadora composta por:

Prof. Dr. Edison Ishikawa (Orientador) — CIC/UnB
Dr. Francisco Botelho —
Prof.^a Dr.^a Leticia Lopes Leite — CIC/UnB

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Sá Corrêa, Eduardo Furtado.

Jogos eletrônicos e o desenvolvimento do pensamento computacional:
um estudo de caso / Eduardo Furtado Sá Corrêa. Brasília : UnB, 2017.
153 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

1. Pensamento computacional, 2. *gamificação*, 3. informática e
sociedade, 4. educação em computação, 5. jogos digitais.

CDU 004.4

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Jogos eletrônicos e o desenvolvimento do pensamento computacional: um estudo de caso

Eduardo Furtado Sá Corrêa

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Bacharelado em Ciência da Computação

Prof. Dr. Edison Ishikawa (Orientador)
CIC/UnB

Dr. Francisco Botelho Prof.^a Dr.^a Letícia Lopes Leite
CIC/UnB

Prof. Dr. Rodrigo Bonifácio
Coordenador do Bacharelado em Ciência da Computação

Brasília, 10 de março de 2017

Dedicatória

Para Florencia Grenier por conta de nossos planos e para André Laranja, Ariadne Patzsch e Suely Furtado por possibilitarem que eu faça o curso de graduação em Ciência da Computação.

Agradecimentos

Agradeço a todos os voluntários que tomaram seus tempos para ajudar no trabalho. Agradeço também ao Prof. Dr. Francisco Botelho por ter me apresentado os temas de pensamento computacional e *Gamificação*, não imagino ter feito um trabalho em qualquer outra área.

Quando escutei deGrasse Tyson (2009) dizer “*If you ask adults how many teachers — out of the scores in elementary, middle school, high school, college and graduate school — made a singular impression on who and what they are, it’s never more than three or four teachers. Everybody else is a distant second to this set.*”, logo pensei que durante minha graduação a grande maioria de professores se encaixaria em um “*distant second*” a esse conjunto. Felizmente, ambos meus orientadores deixaram uma impressão singular em quem e no que sou hoje.

Agradeço a Críscia Menezes por contribuir com ideias e referências sobre filosofia e educação.

Meus sinceros agradecimentos vão também para Felipe Carvalho e Suellen Carvalho, pela amizade ao longo da trajetória na universidade e a ajuda indispensável ao longo do trabalho, passada a partir de conversas esclarecedoras e motivadoras sobre suas experiências com trabalhos acadêmicos.

Resumo

É cada vez mais comum que jovens joguem jogos eletrônicos e, portanto, torna-se muito importante compreender que capacidades são desenvolvidas por causa desses hábitos, em especial se levam ao desenvolvimento do pensamento computacional. Este trabalho faz um estudo exploratório com um jogo eletrônico popular, *Counter-Strike: Global Offensive*, a fim de investigar se ele leva ao desenvolvimento do pensamento computacional nos jogadores. Foram coletados dados de 283 voluntários na primeira etapa e 41 voluntários na segunda etapa. A partir dos dados foi investigado se haviam correlações entre o hábito de jogar e a nota de um teste que foi desenvolvido para medir o desenvolvimento do pensamento computacional e que foi aplicado em dois momentos, no início e no final de um período de dois meses. A partir dos resultados foi possível constatar que jogar o jogo eletrônico em questão não levou ao desenvolvimento do pensamento computacional nos jogadores que participaram do estudo. No entanto, este resultado foi importante para identificar as características que um jogo eletrônico deveria ter para desenvolver o pensamento computacional, ou ao contrário, que tipo de jogos eletrônicos não desenvolve, necessariamente, o pensamento computacional.

Palavras-chave: Pensamento computacional, *gamificação*, informática e sociedade, educação em computação, jogos digitais.

Abstract

It is more and more common for young people to play video games and, therefore, it becomes very important to understand what skills are developed because of these habits, especially whether they lead to the development of computational thinking. This work makes an exploratory study with a popular video game, *Counter-Strike: Global Offensive*, in order to investigate whether it leads to the development of computational thinking in players. Data were collected from 283 volunteers in the first stage and 41 volunteers in the second stage. From the data it was investigated if there were correlations between the habit of playing and the scores of a test that was developed to measure the development of computational thinking and that was applied in two moments, in the beginning and at the end of a period of two months. Nonetheless, this result was important to identify the characteristics that a video game should have to develop computational thinking, or on the contrary, what kind of video games does not, necessarily, develop computational thinking.

Keywords: Computational thinking, gamification, computers and society, Computer education, video games.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Contexto	12
1.2	Motivação	13
1.3	Problema	15
1.4	Hipótese	15
1.5	Objetivo	15
1.6	Justificativa	15
1.7	Contribuições	17
1.8	Descrição dos capítulos	17
2	Pensamento computacional	19
2.1	O que não é pensamento computacional	19
2.2	Como pensar computacionalmente	19
2.3	O que é pensamento computacional	20
2.4	Exemplos de abstração	21
2.5	Síntese do capítulo	23
3	Gamificação	24
3.1	O que é <i>Gamificação</i>	24
3.2	Síntese do capítulo	27
4	Conceitos relacionados ao pensamento computacional e <i>Gamificação</i>	28
4.1	Ludificação	28
4.2	Realidade virtual	28
4.3	Indicadores do pensamento computacional em jogos eletrônicos	30
4.4	Jogos eletrônicos interessantes para a discussão	32
4.5	Síntese do capítulo	34
5	Descrição metodológica	35
5.1	Descrição do jogo eletrônico <i>Counter-Strike: Global Offensive</i>	35
5.2	A escolha do jogo eletrônico para o estudo: Popularidade, relevância e números	35
5.3	Aplicação do teste	37
5.4	Dados auxiliares	38
5.5	Teste para medir o pensamento computacional	38
5.6	Síntese do capítulo	39

6	Resultados e discussão	41
6.1	Perfil da população	41
6.2	Resultados	44
6.3	Discussão	51
6.4	Síntese do capítulo	51
7	Conclusão e trabalhos futuros	52
7.1	Conclusão	52
7.2	Trabalhos futuros	53
7.3	Dificuldades encontradas	53
	Referências	54
A	Teste do pensamento computacional	59
B	Gabarito do teste do pensamento computacional	67
C	Documento de termos e condições	69
D	Fichamentos sobre pensamento computacional	70
E	Fichamentos sobre <i>gamificação</i>	78

Lista de Figuras

2.1	As quatro técnicas e abordagens principais que compõem o pensamento computacional. Fonte: o próprio autor, a partir da imagem original da BBC Bitesize	21
2.2	O arquivo trilhaUrbanaEarth.png feita com o Google Maps (2017) utiliza 2.469.888 bytes (2.35 MB) de armazenamento em disco para representar um trajeto.	22
2.3	O arquivo trilhaUrbanaAbstrato.png feita com o Google Maps (2017) utiliza 221.184 bytes (216 KB) de armazenamento em disco para representar o mesmo trajeto da Figura 2.2	22
3.1	A expressão entediada da estudante contrasta com as feições de concentração do jogador de jogos eletrônicos. Fonte: o próprio autor, a partir de imagens marcadas para reutilização no Google Images	25
3.2	Reinvenção da escola tradicional. Fonte: o próprio autor, a partir de imagens marcadas para reutilização no Google Images	26
4.1	Elementos de um jogo eletrônico, relativamente simples, envolvidos na completude de um estágio. Fonte: O próprio autor, utilizando o jogo eletrônico <i>Braid</i>	30
6.1	Idade dos participantes. Fonte: o próprio autor.	41
6.2	Nível de escolaridade dos participantes. Fonte: o próprio autor.	42
6.3	Distribuição da jornada de estudo dos participantes. Fonte: o próprio autor.	42
6.4	Distribuição da jornada de trabalho dos participantes. Fonte: o próprio autor.	43
6.5	Proeficiência em programação segundo a escala <i>Likert</i> . Fonte: o próprio autor.	43
6.6	Experiência prévia dos participantes. Fonte: o próprio autor.	44
6.7	Distribuição da diferença das notas por horas jogadas. Fonte: o próprio autor.	44
6.8	Distribuição da diferença das notas por desempenho no jogo. Fonte: o próprio autor.	45
6.9	Coefficientes de correlação de <i>Pearson</i> das variáveis envolvidas no estudo. Fonte: o próprio autor.	46
6.10	Coefficientes de correlação de <i>Spearman</i> das variáveis envolvidas no estudo. Fonte: o próprio autor.	48
6.11	Distribuição das notas do primeiro teste por horas jogadas. Fonte: o próprio autor.	49

6.12	Distribuição das notas do primeiro teste por desempenho no jogo. Fonte: o próprio autor.	50
A.1	Questão 1, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	59
A.2	Questão 2, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	60
A.3	Questão 3, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	61
A.4	Questão 4, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	62
A.5	Questão 5, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	62
A.6	Questão 6, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	63
A.7	Questão 7, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	64
A.8	Questão 8, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	65
A.9	Questão 9, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor	66

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

É possível alguém argumentar que jogos não têm sentido, que o tempo que alguém passa jogando não aporta valor algum, mas não é possível negar que a capacidade de jogar é um sinal de senciência e sapiência.

Para Bown (2015), seguimos uma tendência cultural contra jogos eletrônicos, expressada na forma como crianças são direcionadas a jogar futebol, basquete e queimada e não jogos eletrônicos, como se um fosse bom e o outro ruim. Esta visão teria suas raízes no conceito victoriano do século 19 de “Recreação Racional”, um conceito introduzido à classe trabalhadora inglesa como atividades de lazer direcionadas a algo que agregue algo para o indivíduo. Em outras palavras, em lugar de atividades como consumo de bebidas alcoólicas ou outras drogas, sonecas, brigas ou apostas, os trabalhadores passaram a ser instigados a tomar parte em coisas mais produtivas e organizadas como a prática de esportes em equipe ou colecionar estampas.

Ainda hoje, em nossa cultura capitalista contemporânea, é possível perceber uma distinção entre o gozo produtivo e o não produtivo, como uma forma de recreação racional. Existe razão para classificar os jogos eletrônicos como gozo não produtivo ou essa tendência não passa de um estigma social?

“Um jogador de jogos eletrônicos não constrói uma ponte ou produz alimento” é uma maneira de se ver as coisas. Por outro lado, a resposta para muitos problemas pode ser o jogo: Toda sociedade humana da qual temos evidência histórica tem jogos. Não resolvemos problemas somente por necessidade, mas também por diversão! Deixe um ser humano sozinho com uma corda com um nó e ele vai desfazer o nó. É independente de idade: deixe um ser humano sozinho com blocos e ele vai construir algo!

Segundo Jubert and Kyratzes (2014) jogos são parte do que nos faz humanos. Vemos o universo como um mistério, um quebra-cabeças, porque sempre fomos uma espécie que gosta de solucionar problemas.

Não somos os únicos que jogam, há muitos animais que fazem isso, de acordo com Held and Špinká (2011): por mais que jogar não possa parecer prioridade para um animal, já que tem um custo de tempo e energia, além de expor possíveis lesões ou vulnerabilidades predatórias. Por outro lado, jogar cumpre papéis importantes no desenvolvimento do animal, pois traz benefícios psicológicos imediatos e é um investimento no preparo físico e

saúde a longo prazo. Para Held and Špinka (2011) os fatores positivos são mais relevantes do que os negativos por formar animais hábeis na solução de conflitos.

Quer seja para desenvolver habilidades que um gato usaria na caça através de brincadeiras com objetos ou capacidades que um rato precisaria para encontrar um parceiro para reprodução e que foram desenvolvidas através de brincadeiras de luta (Held and Špinka (2011)), fica claro que os jogos cumprem um papel importante para a aprendizagem e para o desenvolvimento de vários seres vivos.

Isso nos levanta a seguinte questão: o que um ser humano pode aprender com jogos?

Uma resposta otimista seria qualquer coisa, tendo em vista que os computadores estão por todas as partes, permeando praticamente todos os aspectos da vida de cada pessoa e, para o bem ou para o mal, se tornaram indispensáveis para a humanidade (Lévy (2010)). Entretanto, é preciso buscar uma resposta mais adequada, mais específica.

Sendo assim, é natural falar do que poderíamos aprender com computadores em si, máquinas que seguem instruções literais sobre o que devem fazer, mas que definitivamente fazem coisas de forma precisa. Uma possível comunicação entre humanos diz “Pegue o leite na geladeira, por favor”, o que é uma frase com informação suficiente para que isso aconteça. Mas não para um computador, que precisa receber outros comandos, como abrir a porta da geladeira antes de pegar o leite e depois não deixar a porta aberta.

Para nós, seres humanos, pode parecer trivial este exemplo, porém existem casos de problemas extremamente difíceis de se resolver caso não sejam adotadas algumas formalidades, e definitivamente uma maneira a mais de se pensar sobre um problema pode ser a chave para aceder sua solução.

Mas que maneira de pensar seria esta e como poderíamos desenvolvê-la?

1.2 Motivação

Um dos cartões postais da cidade de Brasília é a ponte JK, uma impressionante construção de alta tecnologia que encurta caminhos diariamente por uma nova via que passa sobre o lago Paranoá.

O caminho entre a Praça dos Três Poderes e a QI 25 do Lago Sul tomava 20 minutos de viagem e passou a ser feito em 8 minutos depois da construção dessa ponte.

Podemos facilmente dizer que seres humanos e suas tecnologias são impressionantes, se considerarmos que muito tempo atrás não havia necessidade de se construir uma ponte, já que não existia o lago Paranoá, lago este também construído por humanos.

Nossos intelectos são capazes de projetar coisas incríveis e que mudam completamente a vida das pessoas, como aqueles que agora têm um caminho a mais para se tomar. Mas a ponte JK não é a única ponte que os seres humanos fizeram durante sua história: embarcações capazes de atravessar rios ou oceanos, bicicletas, aviões, naves espaciais, telefones ou a internet, são alguns dos exemplos de pontes feitas por seres humanos para que possamos cruzar mais rapidamente distâncias, quer seja com nossos corpos ou nossa mente.

Entretanto, um fato que chama muito a atenção é a velocidade com a qual essas tecnologias impactam a vida de indivíduos ou o funcionamento da sociedade ao ponto de em pouco tempo as coisas deixarem de ser impressionantes.

Antes da internet, por exemplo, era comum ver turistas japoneses pousarem seus aviões no Brasil e desembarcarem com suas roupas camufladas, prontas para fazer turismo selvagem em plena selva de pedra do Rio de Janeiro ou São Paulo.

Há 1000 anos atrás era inimaginável navegar pelos oceanos que separam o Japão do Brasil. Há 100 anos isso já era normal, uma viagem longa, porém mundana. Mas não era plausível cruzar os céus que separam Brasil e Japão em um avião. Há 10 anos atrás já havia uma ponte aérea juntando a Terra do Sol Nascente com a Ilha de Vera Cruz.

Visitar o outro lado do mundo, na década passada, já demorava um dia de trânsito, porém não pareceria ser possível que de qualquer lugar, como por exemplo de um carro viajando de São Paulo ao Rio de Janeiro usássemos um pequeno aparelho celular para fazer uma videoconferência com alta qualidade de som e imagem para falar com uma pessoa que está em um lugar qualquer do Japão.

É um fato que as tecnologias que nos permitem transportar nós mesmos ou transmitir nossas ideias estão constantemente tomando magnitudes antes não tomadas como plausíveis. Podemos tentar inferir o que vai acontecer nos próximos 10, 100 ou 1000 anos com nossa sociedade, mas não exatamente, já que a próxima grande novidade pode não ter sido imaginada, muito menos concebida.

Esses inventos da ciência têm um impacto tão grande em nossas vidas que basta imaginar como seríamos sem um deles para perceber que tudo seria diferente e que, portanto, eles são parte vital do que nos faz ser humanos.

Um exemplo atual é a realidade virtual, algo posto como um sonho do futuro nas últimas décadas, que concretamente afeta a sociedade contemporânea com notável velocidade de propagação e grande influência na opinião popular, como tecnologia de ponta e desejável.

Além de observar as mudanças recentes no aspecto social, é possível refletir sobre que efeito esta tecnologia um dia terá em nossas vidas pessoais ou na sociedade como uma meta ou conjunto de costumes gerais, mas também em quais passam a ser nossas capacidades de construir e propagar conhecimento.

Em geral, inovações tecnológicas nos permitem novos métodos de ensino, ou mesmo de aprendizagem: Não é preciso que alguém ensine para que outro aprenda, é possível aprender sozinho. Como diz Lévy (1998): “O uso dos computadores obriga os professores a repensar o ensino de sua disciplina”, já que “O uso dos computadores no ensino prepara mesmo para uma nova cultura informatizada”.

Segundo Bell et al. (2011), não é preciso usar uma máquina para ensinar computação. Em seu lugar, é possível usar jogos para ensinar conceitos complexos da computação, já que o ensino prático, a participação do aluno com o objeto de ensino é muito mais forte do que a observação passiva e teórica.

Para McGonigal (2010), o potencial da *gamificação* vai além da ludificação, ao ponto de tornar real a possibilidade de organizarmos a descrição de problemas complexos de maneira que jogadores façam uma solução aparecer gradativamente dentro do ambiente de um jogo eletrônico.

O pesquisador Lévy (1998) diz que a humanidade pode ser dividida em 3 períodos principais: “Oracidade, Escrita e Virtualização”. Ao considerarmos que o avanço da ciência depende de nossa capacidade de construir e propagar conhecimento e solucionar problemas, fica claro que a *gamificação* pode ter um papel importante para acelerar este processo e que se encaixa muito bem na vanguarda da Virtualização.

Ao lembrar da História é possível constatar que o crescimento do conhecimento é exponencial. Nossa capacidade de comunicação complexa nos permitiu propagar a ciência desde as etapas da Oralidade e Escrita. Na época da Virtualização, com a tecnologia à disposição, não é exagerado sonhar que não há limites para que perguntas podemos formular e responder. Pelas palavras de Hawking (1993), para que este sonho seja real tudo o que temos que fazer é ter certeza de que continuaremos conversando.

1.3 Problema

Jogar jogos eletrônicos comerciais desenvolve alguma capacidade intelectual, no caso o pensamento computacional, nos jogadores, além de simplesmente servirem como fonte de diversão?

1.4 Hipótese

Jogar o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* leva ao desenvolvimento do pensamento computacional.

1.5 Objetivo

De maneira geral, o objetivo do trabalho é investigar se um jogo eletrônico jogado por jovens desenvolve o pensamento computacional. No caso, foi usado o título *Counter-Strike: Global Offensive*.

De maneira específica, são três objetivos principais:

- Elaboração de testes para medir o desenvolvimento do pensamento computacional.
- Validação dos instrumentos de teste.
- Análise dos dados obtidos no estudo para efetivamente alcançar o objetivo geral.
- Análise dos jogos eletrônicos para identificar os elementos que levem ao desenvolvimento do pensamento computacional.

1.6 Justificativa

Segundo Floyd (1979), crianças não precisam de educação. Por se tratar de uma obra artística, a frase tem liberdade artística. O que querem dizer, na verdade, é que seres humanos no início de seus desenvolvimentos são naturalmente curiosos e interessados em aprender mais sobre o universo que os rodeia, porém acabam forçados a frequentar um ambiente com conflitos que não refletem o mundo real e com currículo limitado e também distante do mundo real (Mizukami (1986)), como retratado no filme “Pink Floyd - The Wall” (Waters et al. (1982)).

A visão é compartilhada por deGrasse Tyson (2013), que afirma que crianças nascem cientistas e que o problema são adultos que inibem a curiosidade nos infantes, frutos de um sistema falho que dá mais valor a notas de provas do que ao aprendizado dos pupilos.

Não há indícios de que o sistema está prestes a mudar de maneira radical, porém melhorias podem acontecer constantemente. Uma dessas melhorias seria a introdução do ensino do pensamento computacional no ensino básico, com a mesma importância que o ensino da língua portuguesa e da matemática no Brasil.

A argumentação principal gira em torno de que a capacidade de solucionar problemas é a habilidade mais importante a humanos que vivem na época da automação de processos (Lévy (1998)). Desenvolver o pensamento computacional é uma maneira de dar o poder de entender o mundo e mudar o mundo (Berry (2015)).

Um futuro recheado de pessoas brilhantes e autônomas, é aquele em que se dá pouca importância a notas baseadas em quantidade de fatos que alguém lembra sobre algo que supostamente é importante. Nesse futuro, o foco deve ser valorar a curiosidade nos que um dia estarão solucionando problemas do mundo real, porque quem empreende transformações no mundo são os curiosos (deGrasse Tyson (2011)).

Nunes (2011), Wing (2008) e Ramos and Espadeiro (2014) são alguns exemplos de pesquisadores que defendem a implementação do ensino do pensamento computacional nas etapas precoces da formação escolar. O principal ponto é que desenvolver o pensamento computacional gera cidadãos autônomos.

Se as habilidades de ler, escrever e fazer operações aritméticas era fundamental no século XX, no século XXI é fundamental acrescentar as capacidades relativas ao pensamento computacional. Essas capacidades servem para descrever e explicar situações complexas e são mais uma linguagem que pode ser usada para compreender o universo e seus fenômenos e processos complexos, mas também para compreender e usar no universo humano e social (Ramos and Espadeiro (2014)).

A finalidade educativa da escola é equipar o aluno com capacidades que lhe serão úteis no futuro em sociedade para, de certa forma, prepará-lo para enfrentar os desafios que vai encontrar quando sair da escola (Ramos and Espadeiro (2014)). Em outras palavras, a escola visa a formação de cidadão autônomos. Autonomia para solucionar problemas por conta própria. Autonomia para produzir e não apenas reproduzir.

Para Wing (2006), em um mundo cada vez mais automatizado, o pensamento computacional é para todos e não apenas para os mais interessados. Na visão da autora, isso gera novos desafios educacionais para a sociedade, especialmente para crianças, pois o pensamento computacional vai “influenciar todos em cada área do trabalho. Ao pensar sobre a computação, é preciso estar atento aos três direcionadores do campo: ciência, tecnologia e sociedade.” (Wing (2008), tradução nossa).

Nunes (2011), através de uma comparação entre crianças e adolescentes, coloca os adolescentes como os que têm mais dificuldade para resolver problemas computacionais, e chama a atenção ao fato de o ensino do pensamento computacional não estar envolvido na formação básica das pessoas. Para fortalecer seu argumento de que é preciso adiantar o ensino do pensamento computacional, o autor apresenta estatísticas de um fato social bem notável do mundo globalizado: com a expansão da tecnologia da informação, cresce o número de empregos que fazem do pensamento computacional um fundamento ou principal requisito, enquanto segundo as estatísticas, as universidades não vêm formando nas mesmas proporções.

Pelo seu caráter transversal a todas as ciências, é vital a presença de um método que vise desenvolver o pensamento computacional em crianças (Nunes (2010)). Existem desafios imediatos para cumprir este objetivo.

Wing (2016) aponta que o primeiro desafio é identificar que conceitos do pensamento computacional devem ser ensinados ou desenvolvidos em cada etapa da vida. É como no ensino da matemática, onde ficou estabelecido uma progressão: crianças devem desenvolver competências com área de polígonos simples para que quando sejam jovens adultos tenham contato com integral polinomial.

O segundo obstáculo é determinar que tipo de material e atividades podem otimizar o desenvolvimento do pensamento computacional. Partindo-se do princípio de que ensinar alguém a andar de bicicleta sem uma bicicleta é muito mais difícil do que com uma bicicleta, como tentar semear em meio a um deserto árido de sal, quais seriam as condições ideais para um curso de desenvolvimento do pensamento computacional?

O terceiro problema que está em aberto é como medir o desenvolvimento do pensamento computacional em uma pessoa. Através da avaliação de cada indivíduo, é possível elaborar estratégias para auxiliar ou validar os processos de ensino, aprendizagem e desenvolvimento do pensamento computacional.

Além dos fortes indícios de que seres humanos já nascem curiosos, a introdução do pensamento computacional no ensino básico talvez encontre um terreno próspero para o aprendizado, proporcionado pela abundância de jogos eletrônicos.

1.7 Contribuições

Foi feito um estudo de caso exploratório com jogadores do jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* que adquiriram experiência ao longo de dois meses. Esperava-se que os resultados da pesquisa pudessem fornecer indicadores do desenvolvimento do pensamento computacional em jovens de 18 a 35 anos e indicadores para avaliação do potencial dos jogos eletrônicos para o desenvolvimento do pensamento computacional. No entanto, como a hipótese da pesquisa não se comprovou, este trabalho chegou a conclusões diferentes, com as seguintes contribuições:

- Características dos jogos eletrônicos que não levam ao desenvolvimento do pensamento computacional;
- Características dos jogos eletrônicos que poderiam levar ao desenvolvimento do pensamento computacional.

1.8 Descrição dos capítulos

O trabalho está organizado da seguinte forma:

- no Capítulo 1 há uma descrição deste trabalho acadêmico;
- no Capítulo 2 o pensamento computacional é conceituado;
- no Capítulo 3 a *gamificação* é conceituada;
- no Capítulo 4 o pensamento computacional e a *gamificação* são contextualizados;
- no Capítulo 5 há a descrição do estudo de caso dessa pesquisa e uma exposição do teste desenvolvido para medir o desenvolvimento do pensamento computacional;

- no Capítulo 6 está a análise de dados e a discussão dos mesmos;
- no Capítulo 7 está a conclusão do trabalho e uma exposição de ideias para trabalhos futuros e as dificuldades encontradas na realização do trabalho;
- o Apêndice A contém o teste desenvolvido neste trabalho para medir o desenvolvimento do pensamento computacional;
- o Apêndice B contém o gabarito do teste desenvolvido neste trabalho para medir o desenvolvimento do pensamento computacional;
- o Apêndice C contém o documento de termos e condições para a participação de voluntários neste estudo;
- o Apêndice D contém fichamentos de trabalhos importantes sobre pensamento computacional;
- o Apêndice E contém fichamentos de trabalhos importantes sobre *gamificação*.

Capítulo 2

Pensamento computacional

2.1 O que não é pensamento computacional

Pensar computacionalmente não se trata de dar instruções a um computador ou, em outras palavras, programar. Tampouco alude a pensar como um computador, pois computadores são máquinas que atualmente não pensam, apenas seguem instruções (Wing (2006)). É um conceito relativamente novo, explicado a seguir.

A programação de um computador pode ser separada em duas partes. A primeira usa muito o pensamento computacional e é o ato de representar um problema complexo do mundo real de maneira que um computador possa automatizar a solução. A segunda usa pouco o pensamento computacional e consiste em simplesmente codificar a representação do problema em termos que podem ser entendidos por um computador.

A utilidade de se pensar computacionalmente não se resume em algo que vai nos ajudar a programar computadores. A utilidade está em nos facilitar a encontrar a solução para problemas complexos de qualquer área (Wing (2006)).

Executar os passos de um plano para cumprir um objetivo ou alcançar um objetivo **acidentalmente** não é pensar computacionalmente. Por outro lado, elaborar um plano para cumprir **propositalmente** um objetivo sim. Portanto, não é um processo bem delimitado, mas sim algo que não limita a criatividade (Berry (2015)).

Pensar computacionalmente, de uma maneira geral, não é o mesmo que pensar como um cientista da computação, pois isso leva anos de treinamento específico na área (Berry (2015)).

Não aborda fazer escolhas aleatórias ou tomar decisões sem ponderar as diferentes opções, mas sim identificar e analisar as possibilidades.

Não se trata de implementar soluções desenvolvidas por outros, mas sim da formulação de desenvolver as próprias soluções.

Não é algo exclusivo, mas sim universal, para qualquer pessoa, independente de idade, nacionalidade, genética, crença ou educação.

2.2 Como pensar computacionalmente

Esta seção propõe exercício mental para exemplificar o pensamento computacional:

Pense em um problema complexo. Qualquer problema que você teve, tem, viu, ouviu falar ou foi avisado sobre. Como você resolveria esse problema complexo de maneira que a resposta esteja logicamente estruturada?

Comece identificando o problema e tente entender ele. Como você poderia representar esse problema de maneira que outros possam trabalhar com você ou que a solução fique aparente? Tenha em mente que a solução pode ser expressada com a mesma forma.

Em seguida, trate de entender o problema como várias partes mais simples do que o todo complexo. Cada parte pode ser separada em mais partes? Se sim, troque pela divisão dessa parte já dividida e repita o processo. Em outras palavras: pense recursivamente.

O próximo passo seria relacionar cada parte do problema com coisas que você já sabe. Problemas parecidos tem soluções parecidas. Portanto, é possível reconhecer algum padrão quando se tenta relacionar os átomos do problema com o que você tem em sua memória?

Ao encontrar uma resposta para o problema como um todo é o momento de expressar a solução de maneira que qualquer outra pessoa possa obter a mesma saída. A questão é, supondo que o problema tenha uma solução única em tempo polinomial, qual é o procedimento que se deve seguir para solucionar o problema e obter o mesmo resultado?

Se você tiver um olhar crítico para a realidade da maneira mais abrangente possível, pode ter discernimento e saber identificar qual solução, entre várias soluções possíveis, realmente soluciona o problema para a situação em questão. Realmente a solução encontrada é válida?

Isso é um exemplo de como pensar computacionalmente.

2.3 O que é pensamento computacional

O conceito de pensamento computacional foi discutido pela primeira vez por Wing (2006) e trata-se de uma maneira de pensar como seres humanos, usando um conjunto de técnicas e abordagens para decidir problemas complexos. Não existem limites para a aplicação do pensamento computacional, o qual pode ser usado para a solução de problemas que a priori não são fáceis de entender ou resolver, de qualquer área do conhecimento.

Antes que um computador possa ser usado para resolver um problema, o problema em si e suas soluções devem ser entendidas. O pensamento computacional ajuda com essa tarefa.

Pode-se dizer que o pensamento computacional está construído com base em quatro pilares (Google (2016)):

- **Decomposição:** Separar em partes. Decompor um problema ou sistema em vários componentes mais simples.
- **Abstração:** Representar adequadamente. Abstrair é identificar o que é importante ou vital e descartar particularidades irrelevantes para representar dados relacionados a um problema. Dessa maneira a busca pela solução é facilitada.
- **Reconhecimento de padrões:** Identificar e usar similaridades. Com a identificação de padrões é possível fazer previsões, elaborar regras e adaptar soluções de problemas antigos a novos problemas parecidos.

- **Algoritmos:** Enunciar o processo de solução. Ao elaborar um tutorial completo com passo a passo estamos fazendo um algoritmo, uma sequência precisa de instruções ou um conjunto de regras para completar uma tarefa.

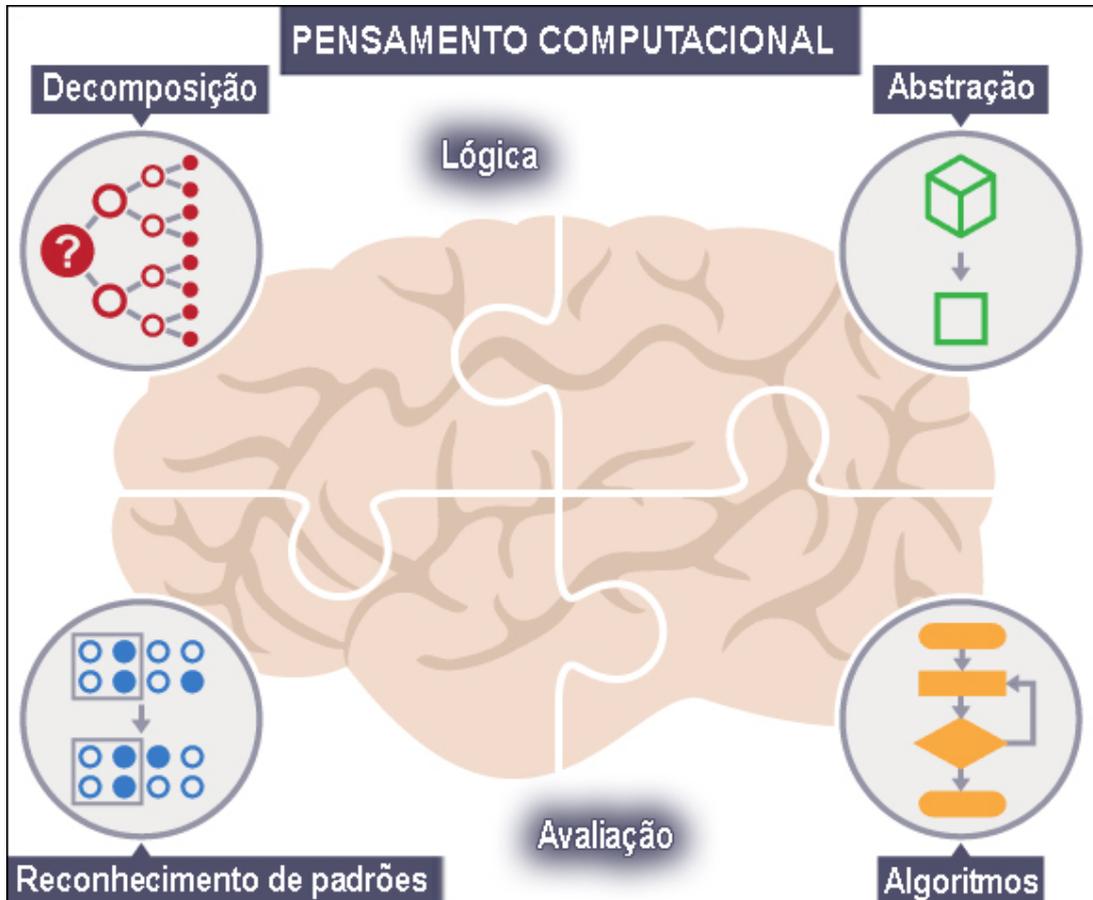


Figura 2.1: As quatro técnicas e abordagens principais que compõem o pensamento computacional. Fonte: o próprio autor, a partir da imagem original da BBC Bitesize

A Figura 2.1 mostra que também há dois outros elementos que permeiam o pensamento computacional, e que estão constantemente envolvidos com os quatro elementos recém apresentados:

- **Lógica:** Predição, análise e desambiguação. Através de análise lógica é possível estabelecer e verificar fatos e fazer previsões coerentes através de uma linguagem que não gera confusão por duplo sentido.
- **Avaliação:** Fazer um julgamento. Avaliar é julgar considerando diferentes critérios, como necessidades dos usuários de um produto ou uma metodologia.

2.4 Exemplos de abstração

A matemática é um exemplo de abstração, pois trata-se de uma das maneiras de representar a realidade do universo. Outro exemplo é da área da cartografia:



Figura 2.2: O arquivo trilhaUrbanaEarth.png feita com o Google Maps (2017) utiliza 2.469.888 bytes (2.35 MB) de armazenamento em disco para representar um trajeto.

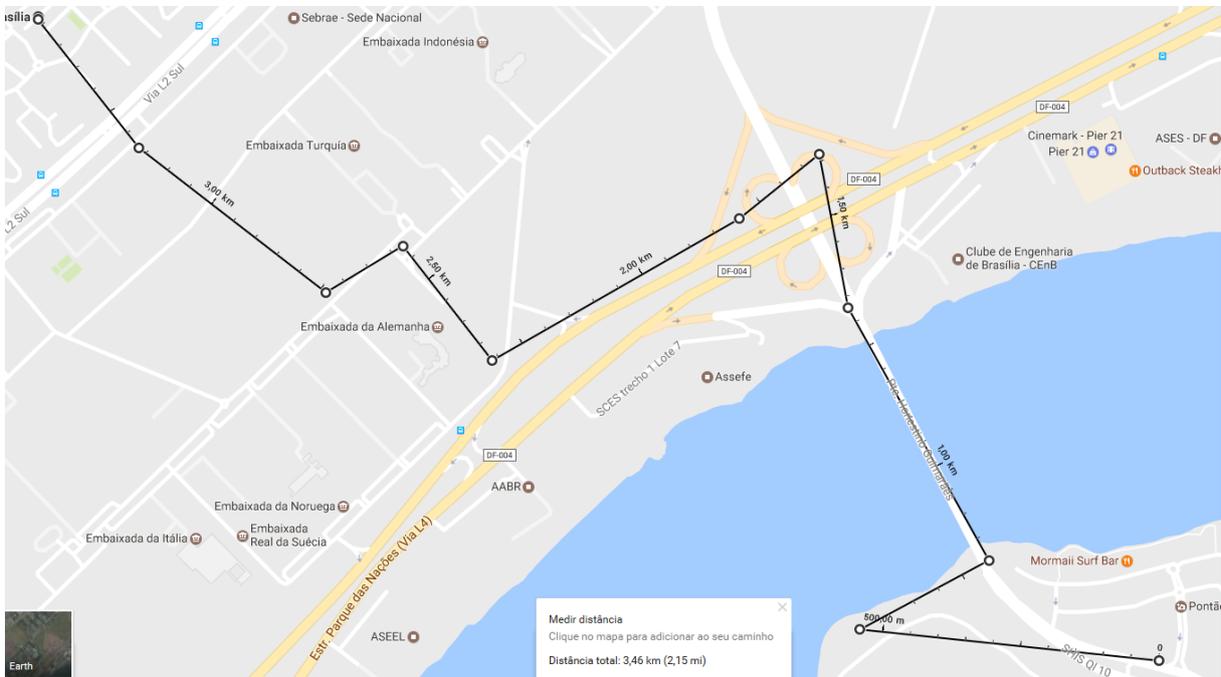


Figura 2.3: O arquivo trilhaUrbanaAbstrato.png feita com o Google Maps (2017) utiliza 221.184 bytes (216 KB) de armazenamento em disco para representar o mesmo trajeto da Figura 2.2

Ao comparar as Figuras 2.2 e 2.3, é possível observar que a primeira contém bastante informação, representada de maneira fiel à realidade de um observador aéreo. Para obter informações a respeito de um trajeto, é preciso filtrar seu traçado em meio a diversos outros detalhes. A primeira imagem contrasta com a segunda imagem, que oferece mais facilidade para obter informações relacionadas ao trajeto, pois tem o traçado evidenciado em meio a uma simples representação das vias, pontos de referência e diferenciação entre terra firme e um corpo de água.

2.5 Síntese do capítulo

Neste capítulo o pensamento computacional foi conceptualizado e seus princípios foram apresentados. Foram colocados em ênfase os desafios educacionais, produtos da contextualização do pensamento computacional com a sociedade.

No próximo capítulo será desenvolvido o conceito de *gamificação*, que pode ser importante ferramenta para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Capítulo 3

Gamificação

3.1 O que é *Gamificação*

O termo *gamificação* foi inicialmente usado por Nick Pelling em 2002, ficou popular em documentos a partir de 2008 na indústria de mídia digital e foi difundido na segunda metade de 2010 quando foi popularizado pelos setores da indústria e conferências (Deterding et al. (2011)), e desde o princípio não existiu uma unanimidade sobre a definição exata de *gamificação*.

Gamificação acaba tendo dois significados principais. De maneira resumida:

- O uso de elementos de jogos eletrônicos em um âmbito exterior ao dos jogos eletrônicos e o produto final não seria um jogo eletrônico. Este fundamento tem exemplos na indústria, como os cartões de carimbos distribuídos em lanchonetes, que oferecem um lanche grátis a cada dez lanches consumidos (Yu-kai Chou (2016)), ou os programas de milhagem aérea, que oferecem recompensas a quem viaja mais.
- O uso de jogos eletrônicos com uma finalidade a mais do que o entretenimento proporcionado pelo jogo eletrônico. Neste caso, o produto final seria um jogo eletrônico. Um jogo eletrônico *gamificado* pode servir para encontrar a solução de um problema do mundo real ou para ensinar. Nesse caso, *gamificação* pode ser entendida como processo de modelar um problema de qualquer área do conhecimento em um jogo eletrônico, de forma que humanos sejam envolvidos na busca pela solução. A construção e propagação de conhecimento também pode ser vista como um problema, portanto também é possível que um jogo eletrônico *gamificado* tenha o intuito de fazer com que o jogador aprenda.

Com o desenho apropriado de um jogo eletrônico *gamificado*, jogadores podem ajudar na busca por uma solução independentemente de seus conhecimentos na área do problema em questão. Além de expertise, pessoas têm qualidades e maneiras de pensar que diferem dos algoritmos de computador que possam ser usados para encontrar soluções: criatividade, persistência e motivação, intuição, percepção, resiliência, imaginação e experimentação são algumas das características humanas que não estão presentes em computadores, como aponta McGonigal (2010).

O jogo eletrônico ScienceAtHome (2012) é um bom exemplo de *gamificação* aplicada para a solução de problemas difíceis da física quântica. Através de dados gerados pe-

los jogadores, a equipe responsável pode acelerar o andamento da investigação que visa construir computadores quânticos.

Outro bom exemplo é o jogo eletrônico Foldit (2008), que *gamificou* a busca de soluções para problemas relacionados com o desdobramento de aminoácidos para formação de proteínas. Quando alguém joga o jogo eletrônico, efetivamente está tentando resolver problemas complexos executados em supercomputadores cujos algoritmos teriam apenas métodos de força bruta em meio a um grande número de possíveis soluções. Em 2011, jogadores do jogo eletrônico conseguiram solucionar um problema relacionado com o vírus HIV (Scientific American (2011)).

Outra possibilidade é o problema da aprendizagem, cuja solução tradicional é a escola. Nesse contexto, a *gamificação* representa uma revolução no sistema de ensino que vai além de um simples aperfeiçoamento do modelo predominante atual. Cabe frisar que nesse caso, o jogo eletrônico é o método de ensino em si e não apenas uma atividade lúdica complementar.

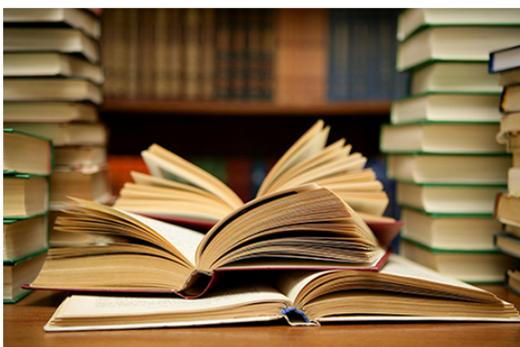


Figura 3.1: A expressão entediada da estudante contrasta com as feições de concentração do jogador de jogos eletrônicos. Fonte: o próprio autor, a partir de imagens marcadas para reutilização no Google Images

Ao falar do potencial da *gamificação* para a educação, é preciso contextualizar a educação na sociedade para construir uma melhor projeção desse potencial. A Figura 3.1 indica que a *gamificação* poderia contribuir para a educação porque jogos eletrônicos podem ter o poder de capturar a atenção dos jogadores (McGonigal (2011)).

A *gamificação* não seria a única tecnologia relacionada com a educação. A Figura 3.2, mostrada na próxima página, instiga a reflexão a partir de um olhar sobre as mudanças na educação tradicional ao longo do tempo diante de tecnologias relacionadas.

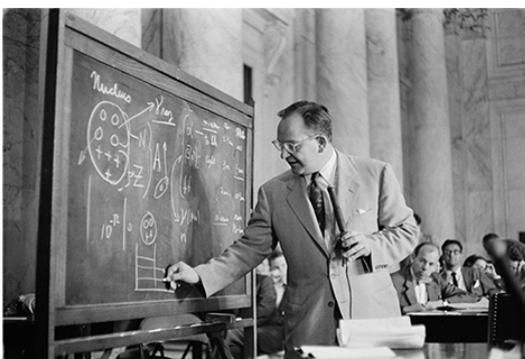
Realmente estamos inovando a educação?



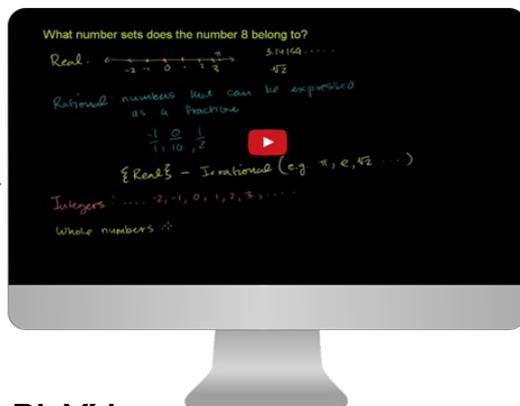
A: Livros e enciclopédias



A': E-books e acesso à Internet



B: Lousas



B': Vídeos



C: Cursos presenciais de palestras e monólogos



C': Cursos abertos online

Figura 3.2: Reinvenção da escola tradicional. Fonte: o próprio autor, a partir de imagens marcadas para reutilização no Google Images

Educar é traumatizar (deGrasse Tyson (2011)). É colocar numa sala indivíduos tão diferentes entre si e trabalhar para que todos se ajustem ao meio como ele é. Isso é a educação tradicional (Floyd (1979)), que dá mais valor a notas do que a aprendizagem

em si (deGrasse Tyson (2013)). Já na abordagem mais moderna, a educação é algo que expõe as nuances do meio e incentiva o pensamento crítico, respeitando as diferenças individuais, ou seja, não é algo que tem como objetivo conformar, mas sim libertar.

Para criticar algo é preciso conhecê-lo e para conhecer é preciso que se desperte a curiosidade. Talvez a educação falhe nesse processo do despertar da curiosidade (deGrasse Tyson (2009)).

Outra possível falha do sistema de educação pode ser valorizar demasiadamente as questões do ente (campo da ciência) em detrimento das questões do ser (campo da filosofia e da religião). O estudo do ente (tirar medidas, descobrir padrões, entender mecanismos) não toca nas questões essenciais (do ser), apenas colaboram para o desenvolvimento da técnica, permitindo o avanço tecnológico (Heidegger (1929)).

Dessa forma, é preciso que a escola valorize as questões do ser na mesma medida em que valoriza as questões do ente, para que a religião ou as mídias de massas não sejam as principais referências disponíveis que tratam das questões do ser.

Na visão de deGrasse Tyson (2011), o ponto crítico da missão de educar é despertar a curiosidade. Para McGonigal (2011), jogos eletrônicos têm o potencial para ser uma importante ferramenta para cumprir este dever, principalmente se forem pensados para a educação, sem perder o fator de entretenimento que gera prazer ao usuário.

Nesse contexto, a *gamificação* representa uma verdadeira mudança na metodologia de ensino, e não um simples aperfeiçoamento do modelo já existente, um sistema projetado para moldar a mão de obra que surgiu com a revolução industrial (Leão (1999)).

Um exemplo de curso *gamificado* é o jogo eletrônico *Rocksmith 2014* (2014), cuja proposta é ensinar o jogador a tocar guitarra elétrica ou baixo elétrico em 60 dias. O ensino é feito através de vídeo-aulas que apresentam as técnicas de cada instrumento, porém o principal é jogar uma música qualquer.

O jogo eletrônico *Rocksmith* mostra versões simplificadas de cada trecho de uma música e incrementa a dificuldade em tempo real conforme o desempenho do músico. A grande variedade e fácil acesso ao acervo, faz com que investir tempo no estudo de um instrumento através do jogo eletrônico seja possivelmente mais fácil do que métodos tradicionais, principalmente quando se considera fatores como motivação, diversão ou competir com outras distrações.

3.2 Síntese do capítulo

Neste capítulo a *gamificação* foi conceptualizada e seus princípios foram exemplificados. Foi colocado em ênfase as possibilidades que acarreta para enfrentar os desafios educacionais que a sociedade enfrenta atualmente e no futuro.

No próximo capítulo o pensamento computacional e a *gamificação* serão contextualizados com as questões que surgem a partir de projetos que utilizem ambos os conceitos e princípios de ambos. Será tratado do conceito de ludificação, para evitar confusões. O conceito de realidade virtual será contextualizado no âmbito da *gamificação* e ludificação. Será feita uma discussão exploratória sobre os elementos de jogos eletrônicos que poderiam levar ao desenvolvimento do pensamento computacional. Serão apresentados alguns jogos eletrônicos que foram candidatos para serem usados neste estudo e que podem ser usados em estudos futuros.

Capítulo 4

Conceitos relacionados ao pensamento computacional e *Gamificação*

4.1 Ludificação

O termo ludificação se refere ao uso de técnicas de *design* de jogos para enriquecer contextos quaisquer, que não são relacionados a jogos, através do emprego de mecânicas ou pensamentos orientados a jogos.

A proposta é fazer certas tecnologias mais atraentes, estimular o engajamento com um produto, tirar vantagem da predisposição psicológica humana em gostar e se envolver com jogos e conseqüentemente servir como ajuda para solução de problemas.

Frequentemente o termo é confundido com *Gamificação*, entretanto é importante ressaltar que são coisas diferentes, embora parecidas: O uso de barras de chocolate para ensinar fração em sala de aula, demonstrando que uma barra pode ser dividida em porções menores, poderia ser dito uma atividade lúdica, porém não *gamificada*.

Um caso diferente é o uso de chocolate em uma sala de aula para recompensar os que mais se empenharem em uma atividade, pratica semelhante a um sistema de pontuações de cartões de crédito que incentivam o consumo oferecendo pontos de milhas aéreas. Isto é um exemplo de *gamificação* e não se trata de ludificação.

Pode-se entender que a atividade lúdica é mais abrangente e significa o uso de elementos de qualquer jogo ou brincadeira com a finalidade de ensinar.

Para Deterding et al. (2011), existe uma diferença clara entre os termos *playful* e *gameful*, do inglês. Para os autores, *gamificação* tem uma fonte mais específica (jogos eletrônicos) e é mais abrangente com sua aplicação, pois não se trata somente do ensino, mas também de solução de problemas.

4.2 Realidade virtual

Como fruto de influências midiáticas, uma pessoa pode ter a concepção errada de que virtual e real são antônimos. O conceito do que é real pode ser extremamente complexo, principalmente quando se considera o conhecimento filosófico, entretanto ele não é necessário para fazer uma comparação entre uma experiência real e uma experiência virtual:

Se uma pessoa é extremamente qualificada no campo da química, talvez tenha acesso a um laboratório equipado com máquinas extremamente caras, na casa dos milhões de dólares, como um microscópio eletrônico ou um reator nuclear. Em um laboratório assim, apenas os indivíduos mais selecionados podem ter acesso ao maquinário que lhes permite realizar experimentos científicos, e ter resultados relatáveis a terceiros.

De fato, tal laboratório pode existir no mundo real, ser um lugar físico, com endereço e coordenadas geográficas bem definidas, e maquinário com números de série provenientes de fábricas reais e que realizam experimentos que funcionam segundo as leis da física do universo em que estão, por sua vez feitas por outras máquinas e projetadas por pessoas autônomas.

Por outro lado, também é um fato que pode existir tal laboratório em um mundo virtual, dentro de uma simulação de computador, com código bem definido, capaz de simular o universo em que vivemos com o código mais preciso o possível para simular o desenrolar de qualquer interação que possa ocorrer entre sua matéria virtual. Por sua vez, este ambiente pode ser projetado por pessoas autônomas com capacidades muito parecidas com as que projetam um espaço físico para execução de experimentação científica.

O ponto principal é que tal laboratório virtual é capaz de proporcionar a qualquer pessoa a mesma experiência que um laboratório físico. Um resultado idêntico pode ser gerado após experimentação, e o relato dos fatos pode ser idêntico, exceto na parte em que se entra no ambiente de realidade virtual e não pelas portas do laboratório físico.

A diferença principal entre eles é que cada instância de um laboratório físico pode custar milhões, enquanto um laboratório virtual tem somente um custo inicial para ser feito, e em seguida é mais barato de se escalar horizontalmente.

Na prática, realidade virtual compreende simulações de uma realidade qualquer de maneira interativa com um espectador. Em termos técnicos, realidade virtual é uma tecnologia de interface avançada entre pessoa e computador que visa ser imersivo. Portanto, o objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais.

Isso é feito através do uso de técnicas que visam enganar os sentidos, de maneira que se proporcionem experiências reais, e software projetado especificamente para ser apresentado de maneira que um observador se sente parte do sistema que representa, que sua percepção seja a mesma de uma experiência não virtual.

A interação é vital para o sucesso de um sistema de realidade virtual, e requer reproduzir respostas a eventos causados pelo usuário, em tempo real, como por exemplo mover a direção que aponta uma câmera quando um usuário está usando óculos com visores de realidade virtual, para ampliar os sentimentos de presença do indivíduo no cenário virtual.

Tendo em vista seu grande poder de imersão e a interatividade entre o usuário e a realidade virtualmente simulada, torna-se uma grande aliada da *gamificação*, pois expande o número de possibilidades em que se pode modelar um problema ou curso através de um jogo feito para ser usado em uma experiência com realidade virtual.

A partir dessa exposição é possível especular que, comparada com a fala e a escrita, a mistura de *gamificação* e realidade virtual tem potencial para ser o maior salto que a humanidade já deu para a educação e aprendizagem. A perspectiva da multiplicação do número de cientistas através da educação proporcionada por esses métodos contrasta com a horripilante possibilidade do treinamento de soldados violentos e eficazes e a alarmante

visão de um mundo formado por seres humanos condicionados a meros autômatos do sistema capitalista.

4.3 Indicadores do pensamento computacional em jogos eletrônicos

Em geral, jogos eletrônicos apresentam problemas com regras rígidas para quem está interagindo com sua realidade virtual (Lucchese and Ribeiro (2012)). Problemas com variáveis limitadas podem ser solucionados com o empenho do pensamento computacional, o que proporciona a possibilidade de treino e, esperançosamente, o desenvolvimento do pensamento computacional.

Além disso, pensar computacionalmente para progredir em um jogo eletrônico pode ser gratificante. Tal visão tem base nos estudos de McGonigal (2010) que diz que jogadores sentem prazer em resolver problemas para progredir no jogo que apresenta os desafios.

O uso do pensamento computacional pode ser exemplificado no ato de jogar um jogo eletrônico. Dependendo do jogo, talvez os seguintes pontos sejam necessários para completar um estágio:



Figura 4.1: Elementos de um jogo eletrônico, relativamente simples, envolvidos na completude de um estágio. Fonte: O próprio autor, utilizando o jogo eletrônico *Braid*.

- Que itens são necessários coletar ou qual seu propósito secundário?
- Como é possível obter cada item necessário?
- Onde está a saída e qual é a melhor rota até ela, visando fazer o caminho mais rápido, o menos difícil ou o mais interessante?
- Quais são os obstáculos de uma dada rota e como contorná-los?
- Que inimigos estão adiante, quais são seus pontos fracos e como se defender deles?

- Quanto tempo há para alcançar os objetivos?
- Quando é o momento mais oportuno para executar cada decisão tomada?

Utilizando esses detalhes ou outros, dependendo da complexidade do jogo em questão, é possível desenvolver uma tática para completar um estágio da maneira mais eficiente.

Um exemplo de aplicação do pensamento computacional para encarar o problema de como progredir em um jogo, pode ser observado no jogo eletrônico *Braid* (2009). Os elementos evidenciados na Figura 4.1 mostram que o pensamento computacional pode ser utilizado para solucionar um problema:

- **Abstração:** Apenas os detalhes relevantes recebem foco, ignora-se áreas inalcançáveis ou elementos estéticos do fundo. Entende-se o problema em questão: o que é preciso fazer e sob que regras.
- **Decomposição:** O problema foi separado em diversos passos e pequenas decisões, para onde ir e quais os passos para completar o estágio.
- **Reconhecimento de padrões:** Quais são as regras, as habilidades e itens disponíveis, e qual foi a solução dos problemas anteriormente solucionados.
- **Algoritmos:** É possível elaborar um plano de ação com um passo a passo para completar o estágio.

A partir dessas observações é possível fazer a seguinte pergunta: O que faz um jogo eletrônico desenvolver o pensamento computacional?

A resposta está hipoteticamente ligada ao tipo de problema cuja solução é posta em prática nas situações de um jogo eletrônico. A busca por esta resposta requer mais investigação. Uma ideia seria identificar os níveis de abstração, a quantidade de decomposições, o número de relacionamentos entre os padrões envolvidos e a complexidade do algoritmo formulado como solução dos problemas de um jogo eletrônico para obter dados e possibilitar a comparação entre jogos.

Outro questionamento que surge a partir dessas observações é sobre até que ponto a prática do pensamento computacional através de um jogo eletrônico, *gamificado* ou não, pode ajudar na solução de problemas acadêmicos? É possível exemplificar esta pergunta da seguinte maneira: Se alguém joga um jogo eletrônico que treina a capacidade de ordenar coisas numeradas, essa pessoa vai ter mais facilidade para formular um algoritmo como o *merge sort*?

Ao comparar as observações do jogo *Braid*, feitas acima, com a situação de desenvolver um algoritmo como o *merge sort*, é possível identificar uma disparidade entre o nível de abstração exigido por cada tarefa: Algoritmos para solucionar problemas em um jogo eletrônico tendem a ser expressos nos termos do próprio jogo eletrônico. Neste caso a solução depende da mecânica do jogo em questão. Por outro lado, a formulação de um algoritmo de *merge sort* deve ser expressa em termos que levem em consideração a arquitetura da máquina que vai implementar a solução. Neste caso, a solução depende do modelo de memória e acesso à memória do computador, por exemplo.

Uma visão alternativa sobre esta questão é na maneira como um problema pode ser apresentado. Apresentar bolas enumeradas para uma criança e pedir que esta as coloque em ordem crescente equivale a pedir que ordene um vetor de números inteiros em ordem

crescente, porém muda a forma de apresentação, o que pode fazer com que haja resultados diferentes para cada experimento. Por terem formas diferentes para um mesmo problema, o que diferencia um do outro são os conhecimentos prévios sobre as restrições envolvidas na formulação de uma solução.

Portanto, é argumentável que um jogo eletrônico *gamificado* deve dar atenção para criar situações diferentes para uma mesma problemática para trabalhar os diferentes níveis de abstração relacionados com a solução de um problema.

4.4 Jogos eletrônicos interessantes para a discussão

- ***Counter-Strike: Global Offensive***

É um jogo eletrônico, extremamente popular. É considerado um esporte eletrônico, tendo em vista o seu alto nível de competitividade entre os jogadores. Trata-se de um jogo *multiplayer* em que não se pode jogar sozinho, apenas equipe contra equipe, e tem regras bem definidas.

Por ser um jogo competitivo, os jogadores precisam aprender muito sobre as mecânicas, e desenvolvem notáveis habilidades para obter a vitória contra seus adversários. É interessante pelas milhares de horas investidas no jogo por parte dos jogadores profissionais desde as primeiras versões, lançada a mais de 10 anos atrás, que incluem habilidades motoras, comunicação, trabalho em equipe e o desenvolvimento de rotinas para realizar certas jogadas (Counter-Strike: Global Offensive (2012)).

- ***Quantum Moves***

Jogo eletrônico criado por cientistas do projeto *ScienceAtHome*, que busca encontrar soluções para problemas difíceis da física quântica com objetivo da construção de computadores quânticos. O jogo coleta dados gerados pelos jogadores e que ajudam na investigação.

A equipe responsável diz que vem obtendo bons resultados com o projeto, que certamente adiantaram o andamento das pesquisas, por conta do elemento humano envolvido. Mais detalhes sobre os resultados podem ser encontrados online, na página do projeto: <https://www.scienceathome.org/games/quantum-moves/results> (ScienceAtHome (2012)).

- ***Foldit***

Jogo eletrônico desenvolvido como uma colaboração entre o departamento de Ciência da Computação e Engenharia e o departamento de Bioquímica da *Universidade de Washington*. Tem o intuito de *gamificar* a solução de problemas relacionadas com o desdobramento de aminoácidos para formação de proteínas. Para isso, transforma o ato de jogar em um esforço coletivo para resolver problemas complexos cujo supercomputadores tem dificuldades de solucionar, pela sua necessidade de implementação por força bruta.

Em 2011 jogadores foram creditados como os que conseguiram decifrar a estrutura cristalina de uma proteína diretamente relacionada com o vírus do HIV. Em apenas 10 dias foi produzido um modelo tridimensional da enzima, um problema que estava

em aberto por mais de 10 anos, em outras palavras, o elemento humano desempenhou melhor do que soluções algorítmicas (Foldit (2008)).

- ***The Talos Principle***

O que mais chama a atenção em *The Talos Principle* é que se trata de uma inteligência artificial que está em uma simulação em que é instruída por um deus, seu criador, a completar quebra-cabeças. Basicamente a solução de cada um deles é um algoritmo.

Enquanto desenvolve seu pensamento computacional a inteligência artificial que é protagonista do jogo, é constantemente contatada por outra, que busca despertar sua curiosidade com o intuito de a fazer pensar como humano. Ao longo do jogo, o jogador acompanha a trama da inteligência artificial que busca usar o pensamento computacional para progredir, e ver seu avatar desenvolver características cada vez mais humanas, como a contestação ao universo a sua volta ou a si mesmo.

O jogo eletrônico tem o objetivo de solucionar quebra-cabeças em primeira pessoa com dificuldade crescente. O jogador acompanha uma narração filosófica profunda, levantando questões como o que é a vida, quem somos nós, qual a diferença entre pessoas e inteligências artificiais, diferença entre história e passado, evolução da espécie, vida eterna, religião, entre outros. Em um mundo onde a vida humana não fosse mais possível, inteligências artificiais foram concebidas para continuar com a vida no planeta. Seus progenitores, com a missão de educar esses seres de inteligência artificial, desenvolvem um sistema de simulação para ensina-los a pensar como seres humanos.

De uma certa maneira o jogo eletrônico tem outro jogo dentro dele, o qual ensina computadores a pensar como humanos, ou seja, o jogador acompanha uma trama que usa *gamificação* para ensinar computadores a pensar como nós, e é constantemente convidado a refletir sobre as consequências disso, enquanto soluciona problemas utilizando o pensamento computacional (Jubert and Kyratzes (2014)).

- ***Rocksmith***

Jogo eletrônico em que se usa instrumentos (violão, guitarra elétrica ou baixo elétrico) como controle e cujo objetivo é tocar músicas com a maior precisão e acurácia possível. Para seguir as músicas o usuário deve aprender a ler a notação musical criada pelo jogo, que pode ser argumentada como mais eficiente do que partituras, tablaturas ou cifras.

Logo ao entrar no site do título, se depara com a seguinte frase em letras garrafais: “O JEITO MAIS RÁPIDO DE APRENDER A TOCAR GUITARRA”, que segundo o asterisco é o resultado de uma investigação feita pelo *Research Strategy Group Inc.* Mais do que um jogo eletrônico, *Rocksmith* é considerado um método para o ensino de instrumentos de corda. A versão de 2014 conta com mais de 700 músicas e vídeo-aulas sobre técnicas para suprir a proposta de ensinar um instrumento em 60 dias (Rocksmith 2014 (2014)).

- ***Braid***

Jogo eletrônico de plataforma filosófico com estilo pictórico onde é preciso manipular o fluxo de tempo de formas estranhas e não usuais para solucionar quebra-cabeças. Cada estágio é único e baseado em manipulação do tempo, proporcionando uma experiência mentalmente enriquecedora para o jogador (Braid (2009)).

- ***SimCity***

Jogo eletrônico de construção de cidades, onde o jogador tem a tarefa de fundar e desenvolver uma cidade, enquanto lida com problemas sociais de seus habitantes, verba do governo, desastres naturais, entre outros (SimCity (2014)).

- ***Dark Souls III***

O jogo eletrônico *Dark Souls* é considerado extremamente difícil, colocando o jogador em situações frustrantes frente a inimigos difíceis de serem vencidos. O fator de repetição de tentativas para vencer cada estágio acaba fazendo com o que o jogador, com o tempo, aprenda os padrões usados pela inteligência artificial do jogo e assim pode passar a tirar proveito do entendimento dos algoritmos que fazem o adversário lutar, facilitando as batalhas e servindo como método para progredir (Souls (2016)).

- ***The Elder Scrolls: Skyrim***

O jogo eletrônico se passa em um mundo aberto, que dá total liberdade para o jogador explorar as vastas paisagens ambientadas por guerreiros com espadas, criaturas mágicas como dragões e castelos. Foi muito utilizado para demonstrar as capacidades de imersão dos kits de realidade virtual, principalmente quando aliados a interfaces como esteiras omnidirecionais e controles que emulam espadas ou outras armas brancas (Skyrim (2011)).

4.5 Síntese do capítulo

Neste capítulo foi feita uma discussão sobre conceitos relacionados ao pensamento computacional e *gamificação*. O conceito de ludificação foi discutido a fim de evitar confusões e o conceito de realidade virtual foi contextualizado no âmbito da *gamificação* e ludificação. Foi feita uma discussão exploratória sobre os elementos de jogos eletrônicos que poderiam levar ao desenvolvimento do pensamento computacional. Foram apresentados alguns jogos eletrônicos que foram candidatos para serem usados neste estudo e que podem ser usados em estudos futuros.

No próximo capítulo será apresentado o estudo feito neste trabalho, o que inclui a descrição do jogo eletrônico utilizado pelos voluntários participantes do estudo, a justificativa para a escolha do jogo eletrônico em questão, a descrição do teste aplicado, a explicação de como foi o acompanhamento dos voluntários e a documentação do desenvolvimento do teste aplicado.

Capítulo 5

Descrição metodológica

Para testar a hipótese de que os jogos eletrônicos levam ao desenvolvimento do pensamento computacional foi escolhido o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* Counter-Strike: Global Offensive (2012).

5.1 Descrição do jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive*

Trata-se de um jogo eletrônico do gênero de ação, desenvolvido pela *Valve Corporation* e *Hidden Path Entertainment* Counter-Strike: Global Offensive (2012), *multiplayer* baseado em habilidade, tático, estratégico e de tiro em primeira pessoa que requer muita comunicação entre quem joga numa mesma equipe, uma vez que não se pode jogar sozinho, apenas equipe contra equipe, com regras bem definidas de acordo com o modo de jogo.

É considerado um esporte eletrônico competitivo, por exigir habilidade de quem joga. O avatar de cada jogador não melhora com o tempo, apenas o próprio jogador pode se tornar um melhor jogador.

Na superfície as regras do jogo podem parecer simples: os competidores buscam cumprir objetivos enquanto tentam eliminar os adversários. Porém, devem gerenciar um sistema econômico que depende da performance de cada jogador e cada equipe, ações positivas ou negativas, que serve para acessar os mais de 40 itens do jogo, que incluem armamento e equipamentos táticos.

As partidas são baseadas em *rounds* curtos, com cerca de 2 minutos, e a ação acontece rapidamente. Consequentemente decisões complexas, com diferentes níveis de abstração, são tomadas a todos os instantes pelos jogadores, em questões de milissegundos.

A *Entertainment Software Rating Board* indica o título para maiores de 17 anos.

5.2 A escolha do jogo eletrônico para o estudo: Popularidade, relevância e números

Segundo Nunes (2011), o pensamento computacional é intuitivo em crianças, mas vai se perdendo com o tempo caso não seja exercitado.

Segundo McGonigal (2011), jovens passam muito tempo jogando jogos eletrônicos. São 3.000.000.000 horas por semana no planeta, 500.000.000 pessoas jogam ao menos 1 hora por dia e 5.000.000 americanos jogam mais de 40 horas por semana (McGonigal (2010)).

A pergunta que este trabalho busca responder é se jogar jogos eletrônicos comerciais desenvolve o pensamento computacional nos jogadores além de simplesmente servirem como fonte de diversão? Em outras palavras, há uma ligação entre o ato de jogar jogos eletrônicos comerciais e a aprendizagem? Sendo assim, é preciso investigar se um jogo comercial extremamente popular para começar a construir uma resposta para esta pergunta.

Para este trabalho foi escolhido o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive*, que atualmente é o jogo eletrônico mais vendido da história, considerando apenas a versão "*Global Offensive*", segundo os dados de Wikipedia (a), PCGames N, Steam Database, Steam Charts, Steam Spy e Minecraft.

Oficialmente, a versão Global Offensive é o quarto jogo da série *Counter-Strike* segundo a Wikipedia (b) e Steam Store, lançado em 21 de agosto de 2012, 12 anos após o lançamento da primeira versão da franquia.

É disponibilizado em 25 idiomas, incluindo Português do Brasil, e distribuído pela plataforma *Steam* para *Windows*, *OSX* e *Unix*, sendo multiplataforma, ou seja, é possível jogar com outros jogadores que estejam usando sistemas operacionais diferentes do seu.

Segundo Steam Database, Steam Charts e Steam Spy já foram vendidas mais de 24 milhões de cópias até novembro de 2016, das quais 8,1 milhões de contas estavam ativas entre os dias 12 de outubro de 2016 e 26 de outubro de 2016. Estima-se ao menos 6 bilhões de horas humanas jogadas até a data de 31 de agosto de 2016, o que se traduz a 251,5 milhões de dias ou quase 700.000 anos, o que representa uma escala evolutiva considerável para a humanidade, sem considerar a indústria que existe em torno do jogo eletrônico, que inclui vídeos no *YouTube* e outras plataformas, transmissões ao vivo em plataformas como a *Twitch*, *YouTube Gaming* ou *Azubu*, eventos presenciais ou transmissões na TV. De acordo come-Sports Earnings (b), o último grande campeonato de 2015 teve 27 milhões de espectadores.

No Brasil existe um clube de jogadores que organiza eventos online para competidores em sua plataforma online, Gamers Club. Segundo Yuri Uchiyama (2016), em um ano de existência, os números do clube incluem mais de 220.000 membros ativos, cerca de 220 campeonatos foram organizados e mais de 400.000 partidas foram realizadas pela plataforma.

Tratando-se de uma plataforma alternativa à plataforma que o próprio jogo eletrônico oferece, os números são ainda mais significativos para representar a popularidade do *Counter-Strike: Global Offensive* no Brasil.

A indústria que existe em torno do título é complexa, formando todo um ecossistema de negócios que envolve diversas empresas ligadas ao cenário competitivo, hardware de computadores, equipamentos e periféricos para jogadores, *merchandising* de equipes, eventos, *microtransactions*¹ dentro do jogo eletrônico, entre outros fatores. A base dessa

¹*Microtransactions*, ou microtransações, é um modelo de negócios onde usuários de um sistema ou jogo eletrônico podem comprar bens virtuais. Nos jogos eletrônicos podem ser itens individuais, habilidades ou algum outro tipo de conteúdo do jogo eletrônico, por um preço normalmente baixo. É uma forma de adicionar mais conteúdo a um jogo, permitindo que os jogadores disponham de mais opções e

indústria é a dos campeonatos, que desde o lançamento, somente em premiação aos atletas girou mais de 19 milhões de dólares, segundo e-Sports Earnings (a). O mercado de *microtransactions* do jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive*, somado a outros jogos produzidos e distribuídos pela *Valve Corporation* através da plataforma *Steam*, fazem com que essas marcas sejam avaliadas em mais de 1,5 bilhões de dólares em 2011. Em 2015 a cifra era estimada em 3,5 bilhões de dólares pela revista Medium.

Além da popularidade do título em si, outro fator que contribui para sua escolha é o fato de o autor deste texto ser um especialista na área do esporte eletrônico em questão:

- Experiência com o título e versões anteriores desde 2001;
- Desde Janeiro de 2014 trabalha com um canal no *YouTube*, PinkFreudBrasil, dedicado ao título com mais de 140.000 assinantes (em março de 2017). Este canal serviu como meio para conseguir voluntários;
- Trabalha desde outubro de 2015 como professor de *Counter-Strike: Global Offensive* na Games Academy, escola de esporte eletrônico.

5.3 Aplicação do teste

O teste que mede o desenvolvimento do pensamento computacional foi aplicado em dois momentos: inicialmente, quando os participantes selecionados ainda não começaram a jogar o título com frequência, e após, quando tenham adquirido as horas de jogo estipuladas.

A expectativa era ter um grupo de participantes voluntários de ambos os sexos e maiores de 18 anos, com a menor experiência prévia possível com o jogo eletrônico e que jogue o maior número de horas possíveis durante o período de 2 meses do estudo.

A convocação de voluntários foi feita através de um vídeo online, disponível na URL <https://youtu.be/KDxkv0ig8DI>. O vídeo teve 25.912 visualizações.

A recomendação dada durante a convocação de voluntários é para que cada participante jogue cerca de 80 partidas competitivas com as regras oficiais do jogo, no período de dois meses entre fazer o teste inicial e o final. Outra recomendação foi jogar por cerca de 8 horas por semana, tem mais suficiente para jogar as 80 partidas sugeridas, dado que uma partida competitiva tem, em média, 45 minutos de duração. O número de 80 partidas foi estipulado após a constatação de que é um valor inteiro, superior e próximo à média de horas jogadas por um jogador em 2 meses (Steam Database, Steam Spy). Em outras palavras, jogar 80 horas em dois meses é o mesmo que jogar um pouco mais que a média.

A aplicação dos testes será online, através da plataforma *Moodle*, pelo endereço <http://pinkfreudbrasil.com.br/moodle>.

A participação foi *restrita* aos voluntários que aceitaram os termos e condições ao fazer o registro na plataforma. O “Documento de Termos e Condições” está disponível no apêndice C. Ele foi hospedado no GitHub (2016), que mostra a data em que ocorrer qualquer mudança no arquivo, efetivamente funcionando como uma garantia de que o

fornece mais uma fonte de renda para os desenvolvedores. No título *Counter-Strike: Global Offensive*, itens comprados através de microtransações não resultam em vantagem ou desvantagem alguma para os jogadores.

documento aceito pelos voluntários não sofreu alterações ao longo do período de participação. O texto do documento tenta explicar de que se trata o estudo em questão, porém sem conter informações que pudessem gerar a poluição dos resultados do estudo, caso os participantes o usassem como material de estudo. Para isso foram usados termos gerais, mais abrangentes do que os conceitos tratados neste trabalho.

5.4 Dados auxiliares

O fato do *Counter-Strike: Global Offensive* ser distribuído pela plataforma *Steam* ajuda bastante a acompanhar o estudo e obter dados sobre a experiência de cada participante. Cada jogador tem um perfil na plataforma *Steam*, onde está registrado o número total de horas jogadas no *Counter-Strike: Global Offensive*. Este número foi coletado em dois momentos, antes do início e após o período de dois meses de participação, porém ele não deve ser tomado como um dado absoluto, apenas como um indicador, pois nele também são contadas as horas em que o usuário simplesmente tinha o jogo aberto, por exemplo no menu inicial, além das horas em que se passou jogando.

Foi feito um algoritmo que utiliza um *webservice* da plataforma *Steam* para obter os outros dados gerados enquanto um jogador esteve conectado a um servidor oficialmente suportado pela *Valve*. Foram coletados somente dados de participantes que tinham um perfil público na plataforma *Steam* e os que não tinham perfil público foram desconsiderados por não ser possível obter dados desses participantes. Este script começou a ser executado exatamente uma semana após o início da fase de obtenção de dados, com duas frequências, diariamente e semanalmente. Estes dados incluem:

- quantidade de tempo em que cada jogador esteve conectado a um servidor;
- quantidade de adversários que o jogador matou;
- quantidade de vezes que o jogador morreu.

5.5 Teste para medir o pensamento computacional

Como medir o pensamento computacional é uma questão que ainda está aberta e sendo constantemente revisada. Dado que a natureza do pensamento computacional é ser um conjunto de ferramentas mentais, testes tendem a ser compostos de questões que focam em alguma ou algumas dessas ferramentas.

A base para a elaboração do teste aplicado aos voluntários desta pesquisa foi o teste apresentado na Tese de Brandon R. Rodriguez (2015), da qual foram usadas algumas questões. Outras questões foram elaboradas pelos autores e outras foram adaptadas da *Computer Olympiad*, em especial as versões *Computer Olympiad (2015)* e *Computer Olympiad (2016)*.

O teste está disponível no apêndice A. Ele foi projetado para que cada voluntário tenha, no máximo, 30 minutos para responder as 9 questões. O valor de 30 minutos foi usado por ser próximo múltiplo de 10 após 22, o número de minutos, em média, que um grupo de 5 pessoas que levaram para completar o teste em uma aplicação preliminar que foi realizada especificamente para verificar como seria a experiência dos participantes

do estudo. Outra premissa do teste foi para que as questões do teste, idealmente, não precisem de conhecimentos prévios para serem respondidas. Os conceitos necessários são explicados em cada questão.

Cada questão foi classificada de acordo com a definição de pensamento computacional apresentada na Sessão 2.3. No total são:

- 6 questões que tratam de Abstração;
- 3 questões que tratam de Decomposição;
- 3 questões que tratam de Reconhecimento de padrões;
- 2 questões que tratam de Pensamento algorítmico.

A lista abaixo apresenta a classificação de cada questão:

- Questão 1, “Sorvete” – Reconhecimento de padrões e abstração;
- Questão 2, “Bracelete mágico” – Reconhecimento de padrões e decomposição;
- Questão 3, “A parada do robô” – Pensamento algorítmico e abstração;
- Questão 4, “Carregamento dos Lisas” – Decomposição;
- Questão 5, “Próximo número” – Reconhecimento de padrões e abstração;
- Questão 6, “Bilhetes secretos” – Pensamento algorítmico;
- Questão 7, “Evitando acidentes” – Abstração;
- Questão 8, “Dois tempos” – Abstração;
- Questão 9, “Quatro tempos” – Decomposição e abstração.

O gabarito do teste está disponível no apêndice B.

As questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 tem correção automática pelo sistema usado para aplicar o teste. Não é possível obter nota para resoluções parcialmente corretas, isto é, ou se acerta ou se erra estas questões.

A questão 7 tem correção automática pelo sistema usado para aplicar o teste, porém é possível obter nota parcial, conforme o gabarito.

As questões 8 e 9 foram corrigidas manualmente segundo o critério de correção:

- -0,25 se faltar o estado inicial;
- -0,25 se faltar uma transição;
- -0,50 se houverem inconsistências na resposta (metade da questão feita com uma lógica e a outra feita com outra lógica, por exemplo).

5.6 Síntese do capítulo

Neste capítulo foi apresentado o estudo feito neste trabalho. Foi feita a descrição do jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive*, utilizado pelos voluntários participantes do estudo, e a escolha deste jogo eletrônico foi justificada. Foi descrita a aplicação do

teste, explicou-se como foi feito o acompanhamento dos voluntários e o desenvolvimento do teste aplicado foi documentado.

No próximo capítulo será apresentado o perfil da população de voluntários que participaram do estudo, os dados serão analisados sob diferentes perspectivas e os resultados observados serão discutidos.

Capítulo 6

Resultados e discussão

Neste capítulo são mostrados os dados que definem o perfil da população, os dados são analisados e os resultados observados são discutidos.

6.1 Perfil da população

A primeira etapa do estudo contou com a participação de 299 voluntários, dos quais 57 também participaram da segunda etapa. Este número foi reduzido para o total de **41 voluntários participantes**, após serem removidos da amostra os que obtiveram nota máxima em ambas as etapas e os que não chegaram a acumular 30 horas jogadas durante o período de 2 meses do estudo. Todos os participantes são do sexo masculino.

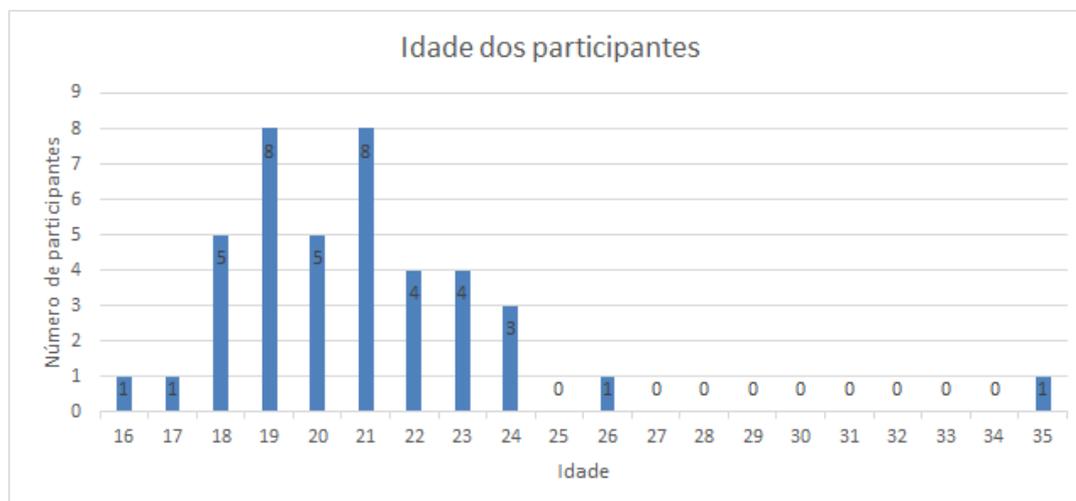


Figura 6.1: Idade dos participantes. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.1 mostra a idade dos voluntários que participaram do estudo. A grande maioria (37 de 41) tem de 18 a 24 anos. Segundo o Estatuto da Juventude (2013), considera-se jovem quem tem entre 15 e 29 anos de idade, o que corresponde a 40 dos 41 participantes. Dois participantes são menores de 18 anos, porém apresentaram um documento assinado pelo responsável legal dando permissão para participar do estudo, conforme o documento de termos e condições (disponível no apêndice C).

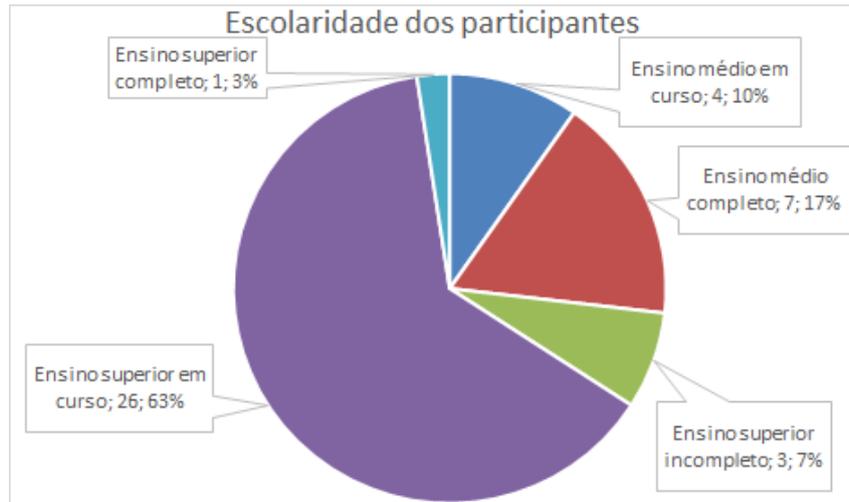


Figura 6.2: Nível de escolaridade dos participantes. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.2 mostra que a maior parte dos participantes (63%) estão realizando um curso superior. Somente 4 (10%) não concluíram o ensino médio. Este dado é relevante para este estudo porque pode haver uma correlação entre a escolaridade dos participantes e as notas dos testes.

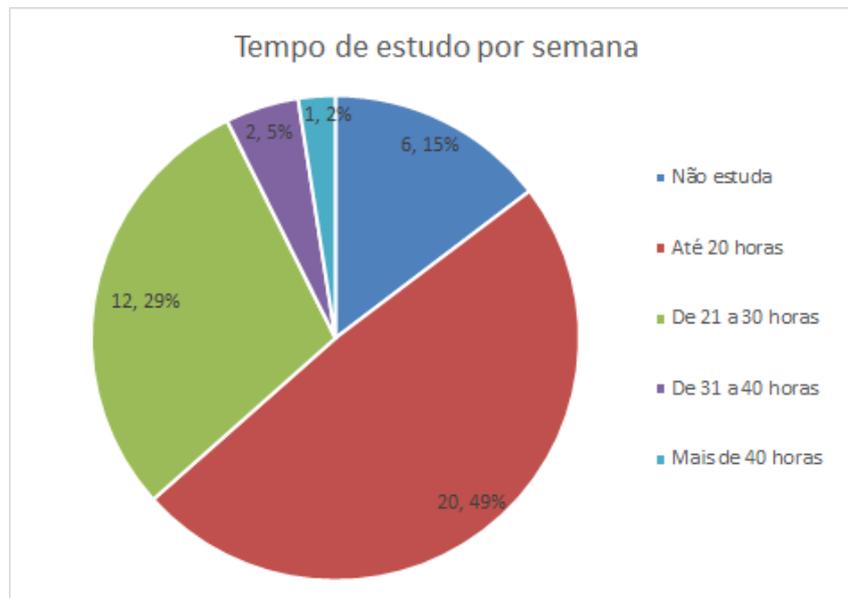


Figura 6.3: Distribuição da jornada de estudo dos participantes. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.3 mostra que somente 6 participantes (15%) não estudam. Tendo em vista que é possível desenvolver o pensamento computacional através de estudo, é importante incluir estes dados na análise.

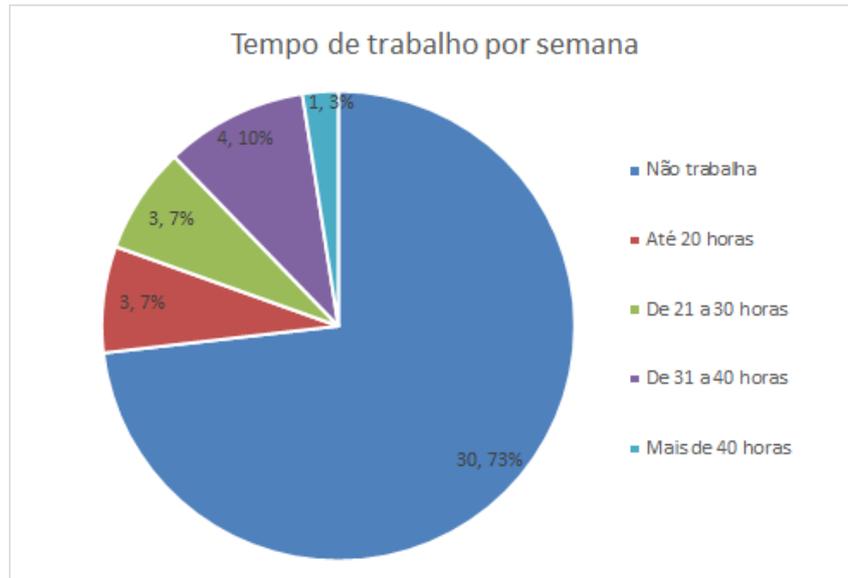


Figura 6.4: Distribuição da jornada de trabalho dos participantes. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.4 mostra que a maior parte dos participantes (73%) não trabalha. Tendo em vista que é possível desenvolver o pensamento computacional através de atividades de trabalho, é importante incluir estes dados na análise.



Figura 6.5: Proeficiência em programação segundo a escala *Likert*. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.5 mostra que 25 dos 41 participantes (61%) tem nenhuma ou pouca proficiência em programação. Esta informação foi coletada através de uma pergunta subjetiva, com resposta na escala *Likert*, no formulário de registro na plataforma online onde os testes foram aplicados. É importante incluir estes dados na análise porque pode haver uma correlação entre a nota dos testes e a proficiência em programação, dado que a atividade de programação é considerada um excelente exercício para o desenvolvimento do pensamento computacional (Berry (2015)).

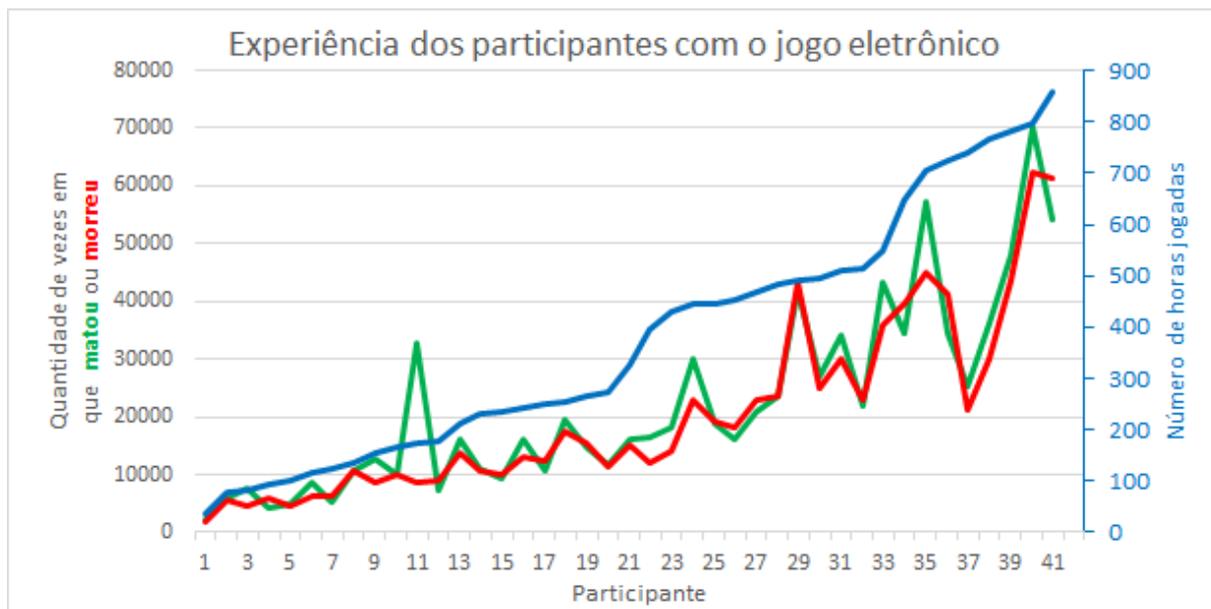


Figura 6.6: Experiência prévia dos participantes. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.6 mostra a experiência de cada participante no *Counter-Strike: Global Offensive*. Os dados estão apresentados em ordem crescente de horas jogadas, que corresponde à reta azul. O desempenho dos participantes é indicado através das retas verde e vermelha, que correspondem à quantidade de adversários que o participante matou e a quantidade de vezes em que o participante morreu, respectivamente.

6.2 Resultados

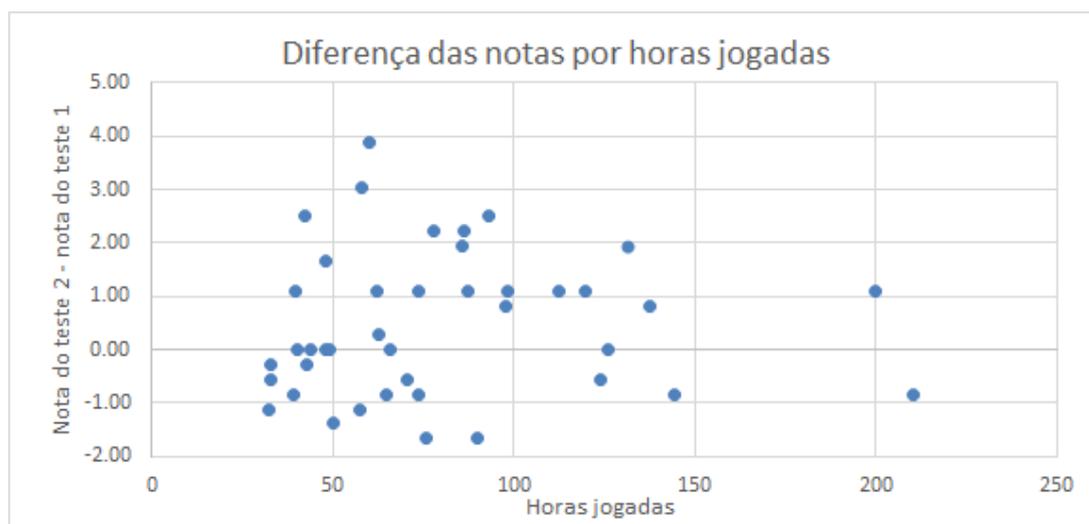


Figura 6.7: Distribuição da diferença das notas por horas jogadas. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.7 mostra a distribuição da diferença das notas conforme as horas jogadas de cada participantes durante o período de dois meses do estudo. É possível visualizar que não há uma clara relação entre o tempo jogado e uma melhora ou piora das notas dos testes. Entre os participantes que jogaram menos de 100 horas, 15 melhoraram a nota, 5 mantiveram a nota e 12 pioraram a nota. Entre os participantes que jogaram mais de 100 horas, 5 melhoraram a nota, 1 manteve e 3 pioraram a nota. A distribuição vertical dos pontos em cada faixa de horas jogadas indica não existir relação entre a nota e o tempo de jogo.

O coeficiente de correlação de *Pearson* entre a diferença das notas e as horas jogadas resulta em 0,05. Este coeficiente assume valores entre -1 e 1 e valores próximos a 0 indicam uma correlação desprezível.

O coeficiente de correlação de *Spearman* entre a diferença das notas e as horas jogadas resulta em 0,14. Pela tabela de valores críticos da correlação de *Spearman*, para $n = 41$ e $\alpha = 0,05$, tem-se que o valor crítico para o caso é 0,309. Dado que $0,14 < 0,309$, não rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação, o que é outro indicador de que não há correlação entre as variáveis.

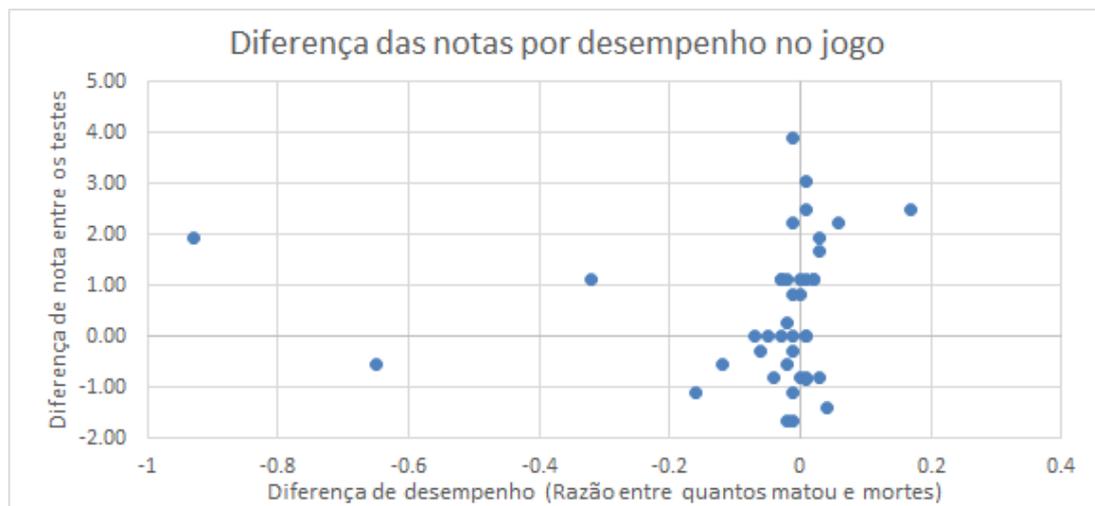


Figura 6.8: Distribuição da diferença das notas por desempenho no jogo. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.8 mostra a distribuição da diferença das notas conforme o desempenho no jogo de cada participantes durante o período de dois meses do estudo. O desempenho é uma razão entre o número de vezes em que o jogador matou um oponente e quantas vezes o jogador morreu. É possível visualizar que não há uma clara relação entre a melhora ou piora no desempenho e uma melhora ou piora das notas dos testes.

O coeficiente de correlação de *Pearson* para os dados em questão é 0,01, o que indica uma correlação desprezível.

O coeficiente de correlação de *Spearman* para os dados em questão é 0,24. Pela tabela de valores críticos da correlação de *Spearman*, para $n = 41$ e $\alpha = 0,05$, tem-se que o valor crítico para o caso é 0,309. Dado que $0,24 < 0,309$, não rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação, o que é outro indicador de que não há correlação entre as variáveis.

A tabela da Figura 6.9 mostra os coeficientes de correlação de *Pearson* das variáveis envolvidas no estudo.

Está marcado com a cor cinza os coeficientes de cada variável com si mesma, que são irrelevantes.

Está marcado com a cor laranja os coeficientes com grau de correlação desprezível.

Está marcado com a cor verde os coeficientes com grau de correlação moderada:

- A idade dos participantes está moderadamente correlacionada com a escolaridade e com as horas de trabalho semanal, o que não é muito relevante para o estudo;
- A diferença das notas está moderadamente correlacionada com a diferença das notas das questões 8 e 9, as questões mais difíceis do teste. Esta correlação moderada indica que essas questões contribuíram, moderadamente, com as notas que melhoraram no segundo teste;
- A diferença das notas das questões 1 e 8 estão moderadamente correlacionadas. Ambas questões testam a abstração;
- A melhora no desempenho no jogo durante o período do estudo está moderadamente correlacionada com o aumento da nota da questão 7, que trata de abstração.

Está marcado com a cor azul os coeficientes com grau de correlação forte. Três delas são relativas aos níveis de inglês dos participantes, um resultado pouco relevante para o estudo. A outra diz que a diferença das notas está fortemente correlacionada com a diferença da nota da questão 4. Esta correlação moderada indica que essa questão contribuiu bastante com as notas que melhoraram no segundo teste.

Está marcado com a cor vermelha os coeficientes mais relevantes para este estudo. Todos eles tem valor absoluto muito próximo a 0 (zero), ou seja, tem grau de correlação **desprezível**. Isso significa que existe uma alta probabilidade de que o tempo jogado por cada participante não tenha correlação com a diferença de nota entre os testes, a diferença entre o tempo de resolução dos testes, a diferença de notas de cada uma das 9 questões e a diferença de desempenho no jogo.

A tabela da Figura 6.10, exibida na próxima página, mostra os coeficientes de correlação de *Spearman* das variáveis envolvidas no estudo.

É preciso comparar os valores absolutos com o valor crítico 0,309, referente a uma amostra de tamanho $n = 41$ e $\alpha = 0,05$. Caso o coeficiente de correlação de *Spearman* seja maior que o valor crítico, rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação.

Está marcado com a cor cinza os coeficientes de cada variável com si mesma, que são irrelevantes.

Está marcado com a cor laranja os coeficientes que não permitem rejeitar a hipótese nula de que não há correlação (graus de correlação inferiores ao valor crítico). Isto significa que há um indicador de que não há correlação entre as variáveis em questão.

Está marcado com a cor verde os coeficientes que permitem rejeitar a hipótese nula de que não há correlação (graus de correlação superiores ao valor crítico). Nenhum desses casos em que houve correlação é relevante para este estudo.

Está marcado com a cor vermelha os coeficientes mais relevantes para este estudo. Esses valores relacionam o tempo jogado por cada participante com a diferença de nota

entre os testes, a diferença entre o tempo de resolução dos testes, a diferença de notas de cada uma das 9 questões e a diferença de desempenho no jogo. Todos esses coeficientes tem valor absoluto muito próximo a 0 (zero) e também inferiores ao valor crítico, portanto não permitem rejeitar a hipótese nula de que não há correlação. Isto significa que há um indicador de que não há correlação entre as variáveis em questão.

Além de analisar as diferenças resultantes do período de dois meses do estudo, também é interessante buscar correlações entre os dados históricos de cada participante. Como o primeiro teste teve mais participantes, ele foi escolhido no lugar do segundo teste. São 283 voluntários que fizeram o primeiro teste e que tinham um perfil público na plataforma *Steam*, o que possibilitou obter os dados desses voluntários, referentes ao número de horas jogadas e o desempenho deles no *Counter-Strike: Global Offensive* até o momento em que o primeiro teste estava sendo aplicado.

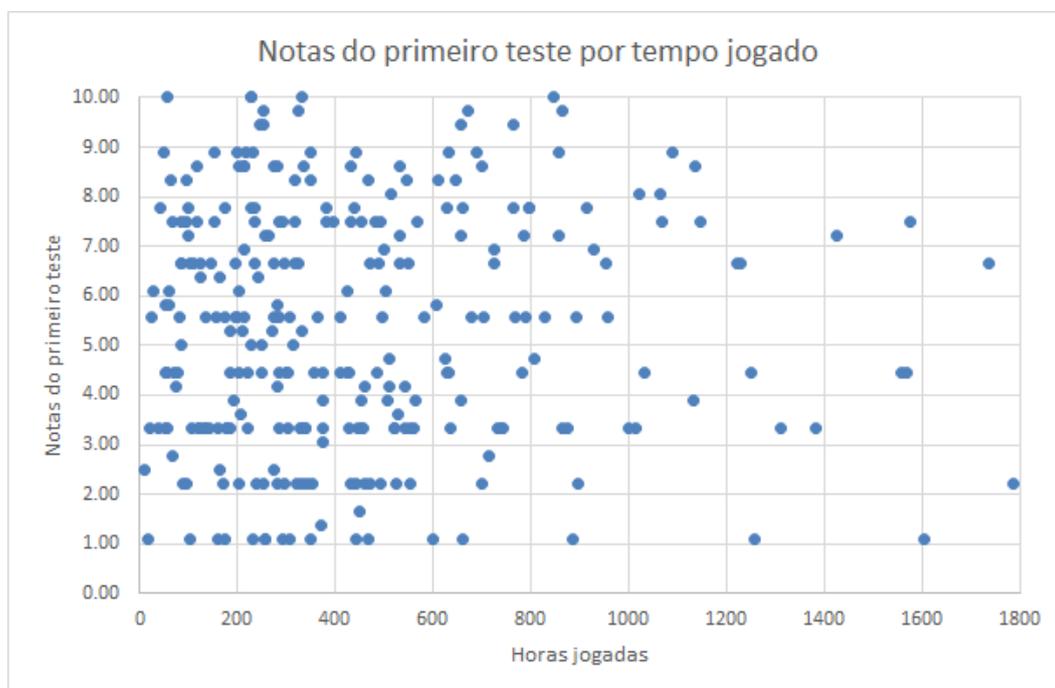


Figura 6.11: Distribuição das notas do primeiro teste por horas jogadas. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.11 mostra a distribuição das notas do primeiro teste conforme as horas jogadas de cada participante no momento em que o primeiro teste estava sendo aplicado. É possível visualizar que não há uma clara relação entre o tempo jogado e uma melhora ou piora das notas dos testes, dado que há participantes que tiveram notas altas tendo jogado por poucas ou muitas horas. Há também participantes que tiveram notas baixas e haviam jogado por poucas ou muitas horas. A distribuição vertical dos pontos em cada faixa de horas jogadas indica não existir relação entre a nota do primeiro teste e o tempo jogado até o momento em que esse teste estava sendo aplicado.

O coeficiente de correlação de *Pearson* entre as notas do primeiro teste e as horas jogadas até então resulta em 0,04, o que indica uma correlação desprezível.

O coeficiente de correlação de *Spearman* entre as notas do primeiro teste e as horas jogadas até então resulta em 0,04. Pela tabela de valores críticos da correlação de *Spearman*, para $n = 300$ e $\alpha = 0,05$, tem-se que o valor crítico para o caso é 0,113. Dado que $0,04 < 0,113$, não rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação, o que é outro indicador de que não há correlação entre as variáveis.

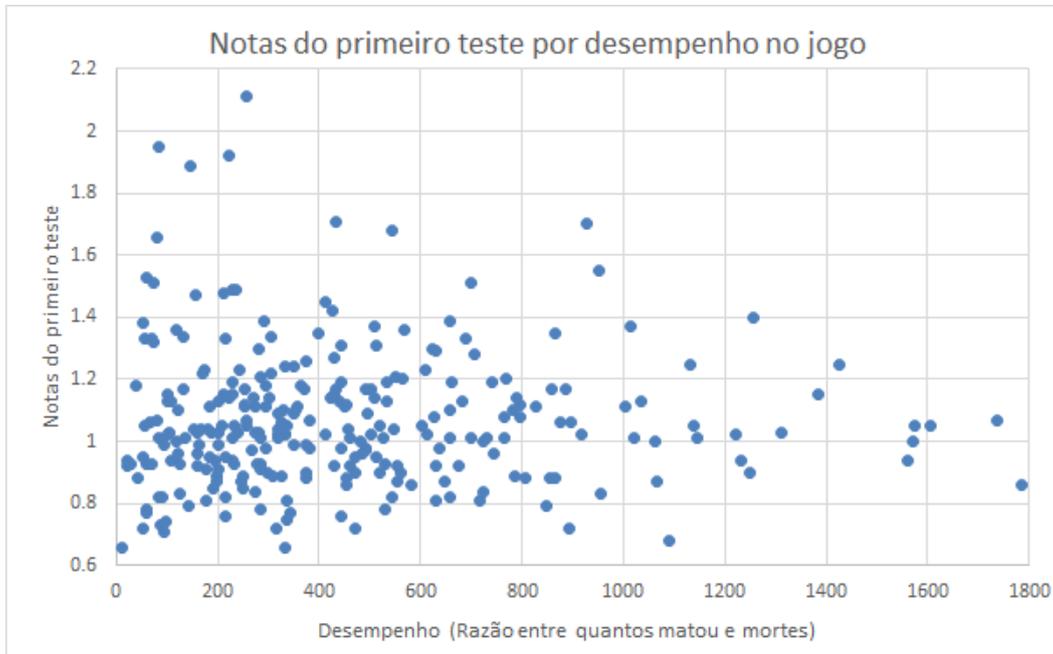


Figura 6.12: Distribuição das notas do primeiro teste por desempenho no jogo. Fonte: o próprio autor.

O gráfico da Figura 6.12 mostra a distribuição da diferença das notas conforme o desempenho no jogo de cada participante durante o período de dois meses do estudo. O desempenho é uma razão entre o número de vezes em que o jogador matou um oponente e quantas vezes o jogador morreu. É possível visualizar que não há uma clara relação entre a melhora ou piora no desempenho e uma melhora ou piora das notas dos testes.

O coeficiente de correlação de *Pearson* para os dados em questão é -0.10, o que indica uma correlação desprezível.

O coeficiente de correlação de *Spearman* para os dados em questão é -0.07. Pela tabela de valores críticos da correlação de *Spearman*, para $n = 300$ e $\alpha = 0,05$, tem-se que o valor crítico para o caso é 0,113. Dado que $0,07 < 0,113$, não rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação, o que é outro indicador de que não há correlação entre as variáveis.

Ainda analisando os dados dos 283 voluntários que fizeram o primeiro teste e que tinham um perfil público na plataforma *Steam*: verificou-se que o grau da correlação de *Pearson* entre as notas do primeiro teste e as horas jogadas é 0,08 (desprezível) para os participantes que não haviam começado o ensino superior. Verificou-se que o grau da correlação de *Pearson* entre as notas do primeiro teste e as horas jogadas é 0,09 (desprezível) para os participantes com nenhuma ou pouca experiência em programação.

6.3 Discussão

De maneira geral a análise de dados indica que não há relação entre jogar muito o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* e a melhora das notas entre as aplicações do testes. Outro indício é que o desempenho dos participantes no jogo, tampouco tem relação com as diferenças de notas entre os testes.

A variação das notas não foi grande, dado que os testes aplicados tinham apenas 9 questões. Testes com maior quantidade de questões poderiam gerar dados mais precisos, porém os resultados observados não deveriam ser diferentes.

Tendo em vista que o segundo teste aplicado foi idêntico ao primeiro, alguns participantes relataram sentir-se desmotivados para completar o segundo. Os dados também demonstram esse problema, pois alguns voluntários iniciaram o segundo teste, porém abandonaram logo após ver que era o mesmo teste. Esses resultados não foram incluídos e a plataforma foi modificada para deixar claro que o segundo teste era igual ao primeiro.

Como medir o pensamento computacional é um dos poucos problemas relacionados ao pensamento computacional que ainda estão em aberto e que requer atenção de pesquisadores (Wing (2016)). A elaboração de outro teste não foi feita porque o esforço para validar a equivalência entre os testes teria que ser o foco principal do estudo e se os testes não fossem equivalentes não seria possível medir o desenvolvimento do pensamento computacional entre uma aplicação e outra.

Além do fato de os testes serem iguais, o número de participantes que fizeram o primeiro teste, mas não fizeram o segundo foi grande. Por causa disso, os dados da primeira etapa também foram analisados em busca de correlações entre o hábito de jogar e as notas obtidas. Essas correlações tampouco foram observadas.

Os dados também foram analisados segundo diferentes perfis da população, separados em grupos menores, porém tampouco foram observadas correlações.

Não houve indícios de que jogar o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* contribua para desenvolvimento do pensamento computacional. Este resultado contribuiu para orientar a discussão apresentada na Sessão 4.3, sobre os indicadores do pensamento computacional em jogos eletrônicos.

Existe a possibilidade de que o teste desenvolvido não seja adequado para medir o desenvolvimento do pensamento computacional, porém a probabilidade disso ser verdade é baixa, dado que o teste foi baseado em trabalhos de terceiros (Brandon R. Rodriguez (2015) e *Computer Olympiad*). Além disso, em aplicações preliminares do teste, estudantes de graduação em ciência da computação tiveram facilidade para concluir o teste com notas altas.

6.4 Síntese do capítulo

Neste capítulo foi apresentado o perfil da população de voluntários que participaram do estudo, os dados foram analisados sob diferentes perspectivas e os resultados observados foram discutidos.

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões deste trabalho e as ideias para trabalhos futuros.

Capítulo 7

Conclusão e trabalhos futuros

7.1 Conclusão

Neste trabalho foi explorado se jogar jogos eletrônicos desenvolve o pensamento computacional.

O pensamento computacional e a *gamificação* foram conceptualizados e contextualizados.

Foi elaborado um teste para medir o desenvolvimento do pensamento computacional. Este teste foi validado segundo a literatura disponível e aplicado a um grupo de voluntários que jogam um jogo eletrônico popular.

Para testar a hipótese de que jogar jogos eletrônicos levam ao desenvolvimento do pensamento computacional o teste desenvolvido foi aplicado em dois momentos a um grupo de voluntários que jogaram um jogo eletrônico popular por um período de dois meses.

A análise de dados mostrou que **não** houve relação entre jogar o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* e o desenvolvimento do pensamento computacional.

Foi constatado que o jogo eletrônico em questão requer pensamento rápido. Isto significa que, ao jogar, os jogadores não exercitam um pensamento organizado em diferentes níveis de abstração. Em outras palavras, os problemas que o jogo apresenta para os jogadores tem soluções de alto nível, nos termos do jogo, o que significa que resultam em algoritmos pequenos e pouco complexos. Além disso, as decisões tomadas pelos jogadores não têm muito impacto no sucesso ou fracasso ao jogar, dado que as habilidades mecânicas são mais importantes para definir quem vence e quem perde, o que faz com que decisões muito elaboradas acabem sendo difíceis de serem executadas e, portanto, piores. Sendo assim, é mais importante uma solução rápida do que uma solução ideal, que considere a maior quantidade de fatores possíveis.

Acredita-se que, dada a natureza do pensamento computacional ser um conjunto de ferramentas para solucionar problemas complexos, para que um jogo eletrônico leve ao desenvolvimento do pensamento computacional é preciso ser um jogo que crie situações onde o jogador tem que planejar a solução dos problemas e que métodos de tentativa e erro não contribuam para o progresso no jogo.

7.2 Trabalhos futuros

Espera-se ser possível refazer o estudo apresentado neste trabalho. Para isto são feitas as seguintes sugestões:

- Escolher um jogo eletrônico que coloque o jogador em situações em não seja possível resolver problemas através de tentativa e erro, mas sim através de um raciocínio organizado;
- Escolher um jogo eletrônico mais estratégico do que tático, no sentido de que as decisões tomadas pelo jogador tenham um impacto a longo prazo e não a curto prazo;
- Elaborar testes com um número maior de questões, para gerar maiores diferenças entre as notas;
- Elaborar testes diferentes, porém equivalentes. Outra possibilidade seria alterar o teste aplicado na segunda etapa para que tenha situações similares, porém não as mesmas, o que resultaria em respostas diferentes;
- Conseguir voluntários dispostos a jogar um jogo eletrônico que nunca jogaram antes;
- Utilizar um período superior a dois meses entre as aplicações dos testes.

Conforme o que foi exposto na Sessão 4.4, acredita-se que o jogo eletrônico *The Talos Principle* é um forte candidato para um estudo em um trabalho futuro, cujo objetivo final seria identificar os elementos de games que levem ao desenvolvimento do pensamento computacional, a fim ter-se soluções *gamificadas* de desenvolvimento do pensamento computacional.

7.3 Dificuldades encontradas

O desenvolvimento deste trabalho foi um grande prazer, por lidar com conceitos relativamente novos e que podem ter grande impacto no mundo, e espera-se poder dar continuidade ao mesmo.

Entretanto, houve algumas complicações nas primeiras horas em que se começou a ser aplicado o primeiro teste. A plataforma não suportou o grande volume de pessoas que tentavam acessar a URL e alguns voluntários que estavam fazendo o teste nesse momento não conseguiram concluir o teste. De posse dos *logs* da plataforma, algumas entradas foram removidas da amostra final.

Referências

- BBC Bitesize. Introduction to computational thinking. URL <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 10, 21
- Tim Bell, Ian H. Witten, and Mike Fellows. *Computer Science Unplugged - Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador*. CS Education Research Group, csunplugged.org, 2011. URL <http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Adaptado para uso em sala de aula por Robyn Adams e Jane McKenzie, Ilustrado por Matt Powell. (Acesso em 04 de julho de 2016). 14, 73
- Miles Berry. Computational thinking. Leicester University PGCE ICT Conference, February 16 2015. URL <https://www.youtube.com/watch?v=NDWy1SpuYNM>. (Acesso em 08 de agosto de 2016). 16, 19, 43
- Alfie Bown. *Enjoying It: Candy Crush and Capitalism*. Zero Books, 2015. 12
- Braid, 2009. URL <http://braid-game.com/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 31, 34
- Brandon R. Rodriguez. Assessing computational thinking in computer science unplugged activities. Master's thesis, Colorado School of Mines, 2015. URL <https://dspace.library.colostate.edu/handle/11124/169998>. (Acesso em 01 de agosto de 2016). 38, 51
- Computer Olympiad. Talent search. URL <http://olympiad.org.za/talent-search/>. (Acesso em 21 de fevereiro de 2017). 38, 51
- Computer Olympiad. Talent search - bebras computational thinking challenge, 2015. URL <http://olympiad.org.za/talent-search/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/2015-TS-Book-Tasks-Answers-Explanations-v-03-31.pdf>. (Acesso em 21 de fevereiro de 2017). 38
- Computer Olympiad. Talent search - bebras computational thinking challenge, 2016. URL <http://olympiad.org.za/talent-search/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/2016-TS-Solutions-Book-PP-v-03-10.pdf>. (Acesso em 21 de fevereiro de 2017). 38
- Counter-Strike: Global Offensive. <http://store.steampowered.com/app/730/>, 2012. URL www.counter-strike.net. (Acesso em 04 de junho de 2016). 32, 35

- Neil deGrasse Tyson. Global ideas from pluto's challenger. May 21 2009. URL <http://www.haydenplanetarium.org/tyson/read/2009/05/21/global-ideas-from-plutos-challenger>. (Acesso em 04 de julho de 2016). 5, 27
- Neil deGrasse Tyson. I am Neil deGrasse Tyson – AMA, November 13 2011. URL https://www.reddit.com/r/IAMA/comments/mateq/i_am_neil_degrasse_tyson_ama/. (Acesso em 04 de julho de 2016). 16, 26, 27
- Neil deGrasse Tyson, April 14 2013. URL <https://twitter.com/neiltyson/status/323495818889949184>. (Acesso em 04 de julho de 2016). 15, 27
- Sebastian Deterding, Lennart E. Nacke, Rilla Khaled, and Dan Dixon. Gamification: Toward a definition. *CHI 2011 Workshop*, May 2011. URL <http://gamification-research.org/chi2011/papers/>. (Acesso em 04 de julho de 2016). 24, 28, 78
- e-Sports Earnings. Counter-strike: Global offensive. <http://www.esportsearnings.com/games/245-counter-strike-global-offensive>, a. (Acesso em 31 de julho de 2016). 37
- e-Sports Earnings. 27 million unique viewers watch counter-strike global offensive at esl one cologne. <http://esports-marketing-blog.com/esport-attendance-figures-esl-one-cologne-2015-27-million-unique-viewers/#.V8mPHE0rKUn>, b. (Acesso em 31 de julho de 2016). 36
- Entertainment Software Rating Board. Counter-strike: Global offensive. URL <http://www.esrb.org/ratings/Synopsis.aspx?Certificate=100491&Title=Counter-Strike%3a+Global+Offensive>. (Acesso em 12 de fevereiro de 2017). 35
- Estatuto da Juventude. Lei 12.852, August 5 2013. URL http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm. (Acesso em 28 de fevereiro de 2017). 41
- Pink Floyd. The wall: Another brick in the wall, November 30 1979. 15, 26
- Foldit. <https://fold.it/portal/>, 2008. Desenvolvido como uma colaboração dos departamentos de Ciência da Computação e Engenharia e Bioquímica da University of Washington. (Acesso em 04 de junho de 2016). 25, 33, 79
- Gamers Club. <https://gamersclub.com.br/>. (Acesso em 13 de setembro de 2016). 36
- Games Academy. <https://aulas.gamesacademy.com.br/>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 37
- GitHub. Documento de termos e condições, December 8 2016. URL <https://github.com/eduardoxfurtado/Documento-de-Termos-e-Condicoes/blob/master/Documento%20de%20Termos%20e%20Condi%C3%A7%C3%B5es.pdf>. (Acesso em 12 de fevereiro de 2017). 37

- Google. Exploring computational thinking, 2016. URL <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 20
- Google Images. URL <https://images.google.com/>. (Acesso em 08 de fevereiro de 2017). 10, 25, 26
- Google Maps. Trilha urbana abstrata, February 8 2017. URL <https://www.google.com.br/maps/dir/-15.8159825,-47.8926855/@-15.8205818,-47.8852312,16.5z/data=!4m2!4m1!3e2>. (Acesso em 08 de fevereiro de 2017). 10, 22
- Stephen Hawking. Keep talking. 1993. URL https://www.youtube.com/watch?v=RTxi5B5_Kgg. (Acesso em 04 de julho de 2016). 15
- Martin Heidegger. O que é metafísica?, 1929. URL <http://www.unirio.br/cch/filosofia/Members/dario.teixeira/filosofia-contemporanea-i-2016-02/2-heidegger-o-que-e-metafisica-1929/view>. (Acesso em 12 de fevereiro de 2017). 27
- Suzanne D.E. Held and Marek Špinka. Animal play and animal welfare. *Animal Behaviour*, 81(5):891–899, May 2011. ISSN 0003-3472. doi: 10.1016/j.anbehav.2011.01.007. URL http://ac.els-cdn.com/ez54.periodicos.capes.gov.br/S000334721100008X/1-s2.0-S000334721100008X-main.pdf?_tid=cb2f2cb4-fc22-11e5-936d-00000aacb360&acdnat=1459966387_8261994dc2044394a2abd818c784aabb. (Acesso em 04 de julho de 2016). 12, 13
- Tom Jubert and Jonas Kyratzes. The talos principle. <http://store.steampowered.com/app/257510>, 2014. URL <http://www.croteam.com/talosprinciple/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 12, 33
- Karen Brennan, Michelle Chung, Wendy Martin, Francisco Cervantes, Bill Tally and Mitch Resnick. Computational thinking with scratch. URL <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/>. (Acesso em 05 de agosto de 2016). 76
- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Lei 9.394/1996, December 20 1996. URL http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. (Acesso em 09 de fevereiro de 2017). 77
- Denise Maria Maciel Leão. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. *Cadernos de Pesquisa*, pages 187 – 206, 07 1999. ISSN 0100-1574. URL http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15741999000200008&nrm=iso. 27
- Fabiano Lucchese and Bruno Ribeiro. Conceituação de jogos digitais. 2012. URL <http://www.dca.fee.unicamp.br/~martino/disciplinas/ia369/trabalhos/t1g3.pdf>. (Acesso em 18 de fevereiro de 2017). 30

- Pierre Lévy. *A máquina universo: criação, cognição e cultura informática*. Artmed, Porto Alegre, 1998. 14, 16
- Pierre Lévy. *Cibercultura*. Editora 34, São Paulo, 2010. 13
- Jane McGonigal. Gaming can make a better world. Long Beach, CA, USA, February 9-13 2010. TED 2010: What the World Needs Now. 14, 24, 30, 36, 78
- Jane McGonigal. *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Books, January 2011. 25, 27, 36, 78
- Medium. <https://medium.com/steam-spy/steam-sales-in-2015-2e81a6bb0f5a#.rux1j4avy>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 37
- Minecraft. SALE STATS. <https://minecraft.net/fi/stats/>. (Acesso em 27 de outubro de 2016). 36
- Maria Mizukami. *Ensino: As abordagens do processo*. E. P. U., 1986. p.7-18. 15
- Daltro J. Nunes. Computação ou informática? *Jornal da Ciência*, 3979(22), March 2010. URL <http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/22-computacao-ou-informatica-artigo-de-daltro-jose-nunes/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 16, 71
- Daltro J. Nunes. Ciência da computação na educação básica. *Jornal da Ciência*, 4340(12), September 2011. URL <http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/12-ciencia-da-computacao-na-educacao-basica/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 16, 35, 72
- PCGames N. With 25 million sold, is CS:GO the bestselling game on PC? <http://www.pcgamesn.com/counter-strike-global-offensive/csgo-bestselling-pc-game-minecraft>. (Acesso em 27 de outubro de 2016). 36
- PinkFreudBrasil. <https://www.youtube.com/user/PinkFreudBrasil>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 37
- José Luís Ramos and Rui Gonçalo Espadeiro. Conceituação de jogos digitais. *Educação, Formação & Tecnologias*, 7(2), 2014. URL <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/462>. (Acesso em 20 de fevereiro de 2017). 16
- Rocksmith 2014, 2014. URL <http://rocksmith.ubi.com/rocksmith/en-us/home/index.aspx>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 27, 33
- ScienceAtHome. Quantum moves. <https://www.scienceathome.org/games/quantum-moves/game>, 2012. (Acesso em 04 de junho de 2016). 24, 32, 79
- Scientific American. Foldit gamers solve riddle of hiv enzyme within 3 weeks, 2011. URL <https://www.scientificamerican.com/article/foldit-gamers-solve-riddle/>. (Acesso em 28 de fevereiro de 2017). 25

- SimCity. <http://www.simcity.com/>, 2014. (Acesso em 04 de junho de 2016). 34
- The Elder Scrolls: Skyrim. <http://store.steampowered.com/app/72850/>, 2011. URL <http://www.elderscrolls.com/skyrim/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 34
- Dark Souls, 2016. URL <https://www.darksouls3.com/>. (Acesso em 04 de junho de 2016). 34
- Steam Charts. <http://steamcharts.com/app/730#All>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 36
- Steam Database. <https://steamdb.info/app/730/graphs/>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 36, 37
- Steam Spy. <http://steamspy.com/app/730>. (Acesso em 31 de julho de 2016). 36, 37
- Steam Store. http://store.steampowered.com/search/?snr=1_4_4__12&term=counter-strike. (Acesso em 27 de outubro de 2016). 36
- Roger Waters, Alan Parker, Gerald Scarfe, and Alan Marshall. Pink floyd - the wall, July 15 1982. 15
- Wikipedia. List of best-selling PC games. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_best-selling_PC_games, a. (Acesso em 27 de outubro de 2016). 36
- Wikipedia. https://pt.wikipedia.org/wiki/Counter-Strike:_Global_Offensive, b. (Acesso em 27 de outubro de 2016). 36
- Jeannette M. Wing. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, March 2006. ISSN 0001-0782. doi: 10.1145/1118178.1118215. URL <http://doi.acm.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1145/1118178.1118215>. (Acesso em 04 de julho de 2016). 16, 19, 20, 70
- Jeannette M. Wing. Computational thinking and thinking about computing. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, July 31 2008. ISSN 0001-0782. doi: 10.1098. URL <http://www.cs.cmu.edu/~wing/publications/Wing08a.pdf>. (Acesso em 04 de julho de 2016). 16, 71
- Jeannette M. Wing. Computational thinking. MSR India Academic Research Summit, January 29 2016. URL <https://www.youtube.com/watch?v=w7QxcxZc4PE>. (Acesso em 21 de fevereiro de 2017). 16, 51
- Yu-kai Chou. Gamification & behavioral design, May 3 2016. URL <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-gamification-examples-human-race/>. (Acesso em 11 de fevereiro de 2017). 24
- Yuri Uchiyama. 1 ano de Gamers Club! (INFOGRÁFICO), November 18 2016. URL <https://blog.gamersclub.com.br/2016/11/18/1-ano-de-gamers-club-infografico/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2017). 36

Apêndice A

Teste do pensamento computacional

Questão 1: Sorvete

Na sorveteria Gelado's cada bola de sorvete é colocada uma sobre a outra na ordem exata em que você fizer seu pedido.

Como deve ser seu pedido para conseguir um sorvete de cone como o da figura ao lado?



“Por favor, gostaria de um sorvete de _____, _____ e _____!”

Na sorveteria Gelado's cada bola de sorvete é colocada uma sobre a outra na ordem exata em que você fizer seu pedido.

Como deve ser seu pedido para conseguir um sorvete de cone como o da figura ao lado?

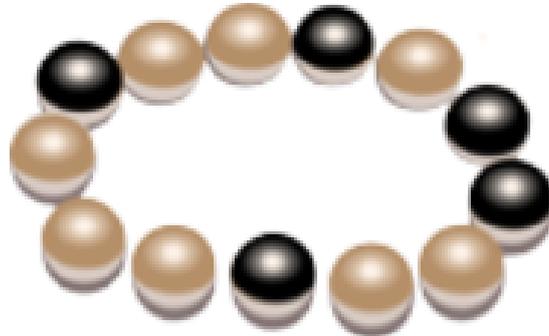
“Por favor, gostaria de um sorvete de , e !”

An illustration of an ice cream cone with three scoops, identical to the one in the previous image. The top scoop is light green and labeled 'Creme'. The middle scoop is brown and labeled 'Chocolate'. The bottom scoop is pink and labeled 'Morango'. The cone is a light brown wafer.

Figura A.1: Questão 1, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 2: Bracelete mágico

Uma princesa tem um bracelete mágico com a seguinte aparência:



Ela guarda seus braceletes abertos em uma gaveta. Qual dos quatro braceletes guardados é o bracelete mágico?



Uma princesa tem um bracelete mágico com a seguinte aparência:



Ela guarda seus braceletes abertos em uma gaveta. Qual dos quatro braceletes guardados é o bracelete mágico?

Escolha uma:



Figura A.2: Questão 2, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 3: A parada do robô

Um robô pode se mover uma casa em uma dessas 4 direções: abaixo (código 0), acima (código 1), direita (código 2) e esquerda (código 3).

A	B	C	D
E	Robô	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P

O robô recebe as seguintes instruções: **0, 2, 0, 2, 1 e 3** e começa na posição mostrada acima.

Após seguir a sequência de instruções acima, ele vai parar em uma casa com qual letra? _ _ _

Um robô pode se mover uma casa em uma dessas 4 direções: abaixo (código 0), acima (código 1), direita (código 2) e esquerda (código 3).

A	B	C	D
E	Robô	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P

O robô recebe as seguintes instruções: **0, 2, 0, 2, 1 e 3** e começa na posição mostrada acima.

Após seguir a sequência de instruções acima, ele vai parar em uma casa com qual letra?

Figura A.3: Questão 3, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

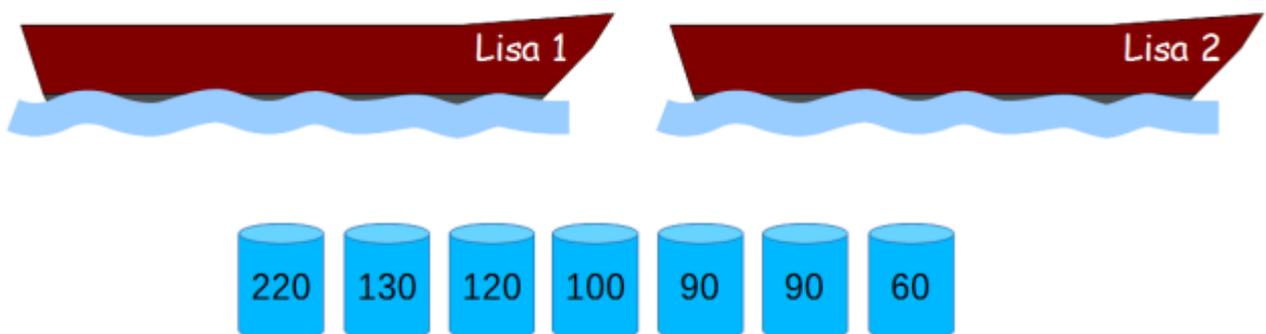
Questão 4: Carregamento dos Lisas

Dois pescadores têm dois barcos, chamados “Lisa 1” e “Lisa 2”. Cada barco consegue suportar no máximo 300kg.

Os pescadores receberam barris cheios de peixes para transportar. Em cada barril está escrito um número que indica qual o peso do barril em quilogramas.

Você precisa ter certeza de que nenhum barco ficará com sobrepeso.

Arraste e solte os barris nos dois barcos para que a maior quantidade possível de peixes seja carregada.



Dois pescadores tem dois barcos, chamados "Lisa 1" e "Lisa 2". Cada barco consegue suportar no máximo 300kg.
 Os pescadores receberam barris cheios de peixes para transportar. Em cada barril está escrito um número que indica qual o peso do barril em quilogramas.
 Você precisa ter certeza de que nenhum barco ficará com sobrepeso.
Arraste e solte os barris nos dois barcos para que a maior quantidade possível de peixes seja carregada.

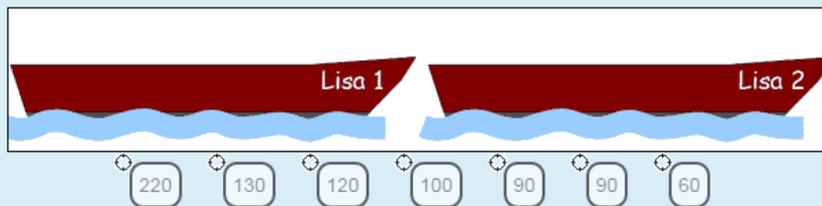


Figura A.4: Questão 4, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 5: Próximo número

Qual é o próximo número na sequência?

11112, 11121, 11122, 11211, 11212, 11221, _ _ _ _ _

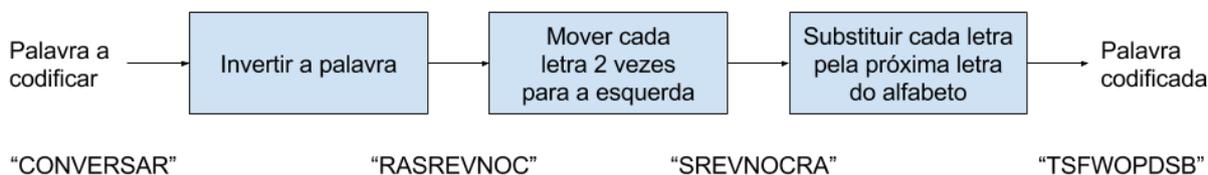
Qual é o próximo número na sequência?

11112, 11121, 11122, 11211, 11212, 11221,

Figura A.5: Questão 5, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 6: Bilhetes secretos

Juca e Cassandra trocam mensagens usando a seguinte sequência de transformações a cada palavra:



Por exemplo, a palavra “CONVERSAR” é transformada para “TSFWOPDSB”.

Cassandra recebeu a mensagem codificada “TBSCMJ” de Juca.

O que Juca quis dizer? _ _ _ _ _

Juca e Cassandra trocam mensagens usando a seguinte sequência de transformações a cada palavra:

“CONVERSAR” “RASREVNOC” “SREVNOCRA” “TSFWOPDSB”

Por exemplo, a palavra “CONVERSAR” é transformada para “TSFWOPDSB”.
Cassandra recebeu a mensagem codificada “TBSCMJ” de Juca.

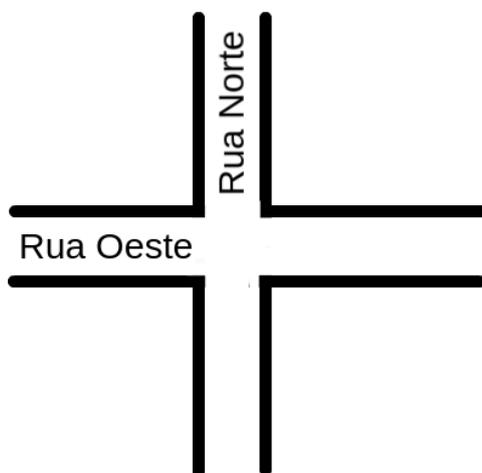
O que Juca quis dizer?

Figura A.6: Questão 6, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 7: Evitando acidentes

Um semáforo de trânsito de três cores é um exemplo do mundo real de algo que pode ser modelado com um "diagrama de estados".

A cidade de Município não está familiarizada com como funcionam os semáforos, portanto eles escolheram você para projetar um semáforo para o cruzamento da rua Norte com a rua Oeste, mostrado na imagem abaixo:



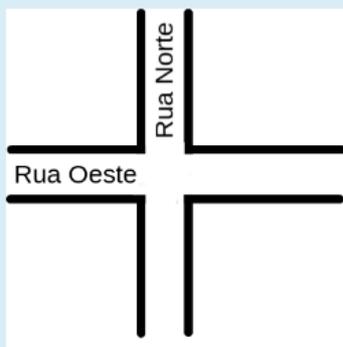
Você quer garantir que este semáforo se comporte da maneira correta, então decidiu modelar ele como um diagrama. Primeiro, você precisa determinar quais estados precisa. Você determinou que existem nove estados possíveis para este diagrama, mostrados abaixo.

Entretanto nem todos eles fazem sentido: **Selecione os estados que realmente são necessários** (estados que não poderiam causar um acidente):

Oeste verde Norte verde	Oeste amarelo Norte verde	Oeste vermelho Norte verde
Oeste verde Norte amarelo	Oeste amarelo Norte amarelo	Oeste vermelho Norte amarelo
Oeste verde Norte vermelho	Oeste amarelo Norte vermelho	Oeste vermelho Norte vermelho

Um semáforo de trânsito de três cores é um exemplo do mundo real de algo que pode ser modelado com um "diagrama de estados".

A cidade de Município não está familiarizada com como funcionam os semáforos, portanto eles escolheram você para projetar um semáforo para o cruzamento da rua Norte com a rua Oeste, mostrado na imagem abaixo:



Você quer garantir que este semáforo se comporte da maneira correta, então decidiu modelar ele como um diagrama. Primeiro, você precisa determinar quais estados precisa. Você determinou que existem nove estados possíveis para este diagrama, mostrados abaixo.

Entretanto nem todos eles fazem sentido: **Selecione os estados que realmente são necessários** (estados que não poderiam causar um acidente):

Escolha uma ou mais:

- | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. | Oeste verde
Norte verde | <input type="checkbox"/> 2. | Oeste amarelo
Norte verde | <input type="checkbox"/> 3. | Oeste vermelho
Norte verde |
| <input type="checkbox"/> 4. | Oeste verde
Norte amarelo | <input type="checkbox"/> 5. | Oeste amarelo
Norte amarelo | <input type="checkbox"/> 6. | Oeste vermelho
Norte amarelo |
| <input type="checkbox"/> 7. | Oeste verde
Norte vermelho | <input type="checkbox"/> 8. | Oeste amarelo
Norte vermelho | <input type="checkbox"/> 9. | Oeste vermelho
Norte vermelho |

Figura A.7: Questão 7, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Questão 9: Quatro tempos

A cidade de Município ainda precisa de sua ajuda! Dessa vez para projetar um semáforo para o cruzamento de duas avenidas: A Avenida Vertical que tem os sentidos norte-sul e sul-norte, e cruza com a Avenida Horizontal, que tem os sentidos leste a oeste e de oeste a leste.

No cruzamento entre essas avenidas, quando o semáforo indicar verde, significa que os carros, de qualquer uma das pistas, podem seguir em frente ou dobrar à direita, porém não podem dobrar à esquerda.

É claro que, como Município está no Brasil, isso quer dizer que o motorista dos carros fica no lado esquerdo, e à esquerda do motorista passam os carros na "contra-mão".

Desenhe um diagrama de estados com setas, como o da questão anterior, para o semáforo do cruzamento entre essas avenidas. Não se preocupe com o alinhamento ou as proporções de seu desenho. O importante é representar bem os estados e transições.

Lembre-se de que você quer garantir que este semáforo se comporte da maneira correta, ou seja, garantindo que acidentes não aconteçam!

A cidade de Município ainda precisa de sua ajuda! Dessa vez para projetar um semáforo para o cruzamento de duas avenidas: A Avenida Vertical que tem os sentidos norte-sul e sul-norte, e cruza com a Avenida Horizontal, que tem os sentidos leste a oeste e de oeste a leste.

No cruzamento entre essas avenidas, quando o semáforo indicar verde, significa que os carros de qualquer uma das pistas podem seguir em frente ou dobrar à direita, porém não podem dobrar à esquerda.

É claro que, como município está no Brasil, isso quer dizer que o motorista dos carros fica no lado esquerdo, e à esquerda do motorista passam os carros na "contra-mão".

Desenhe um diagrama de estados com setas, como o da questão anterior, para o semáforo do cruzamento entre essas avenidas. Não se preocupe com o alinhamento ou as proporções de seu desenho. O importante é representar bem os estados e transições.

Não esqueça de apertar o botão "Save Picture" antes de enviar a resposta e lembre-se de que você quer garantir que este semáforo se comporte da maneira correta, ou seja, garantindo que acidentes não aconteçam!

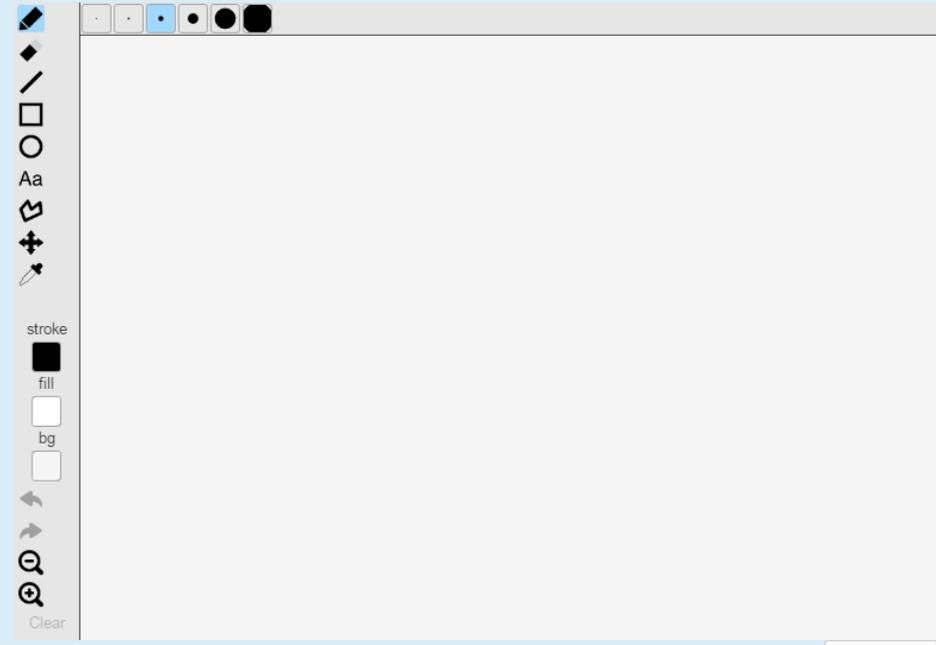


Figura A.9: Questão 9, aplicada através da plataforma Moodle. Fonte: o próprio autor

Apêndice B

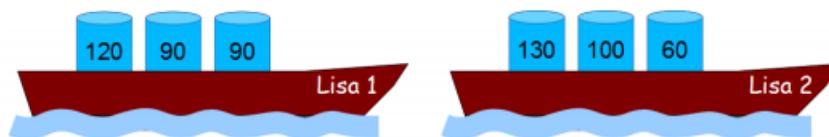
Gabarito do teste do pensamento computacional

Questão 1 (Sorvete): Morango, chocolate e creme.

Questão 2 (Bracelete mágico): B

Questão 3 (A parada do robô): K

Questão 4 (Carregamento dos Lisas):



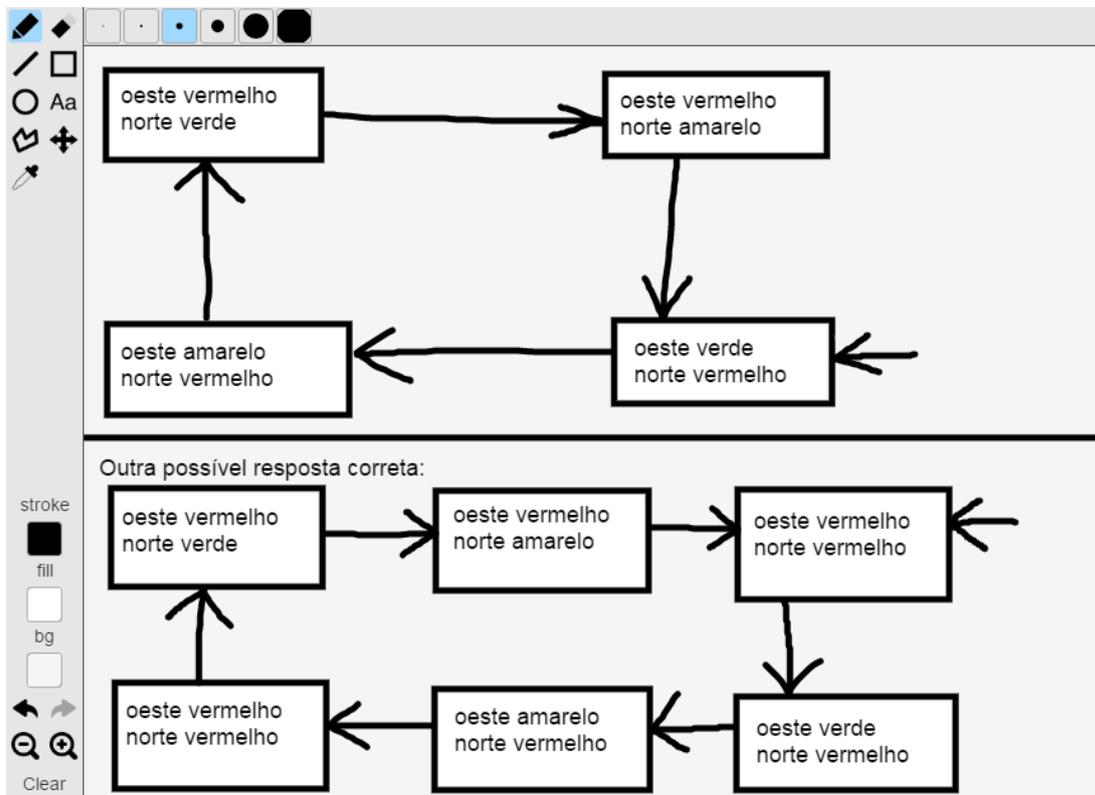
Questão 5 (Próximo número): 11222

Questão 6 (Bilhetes secretos): BRASIL

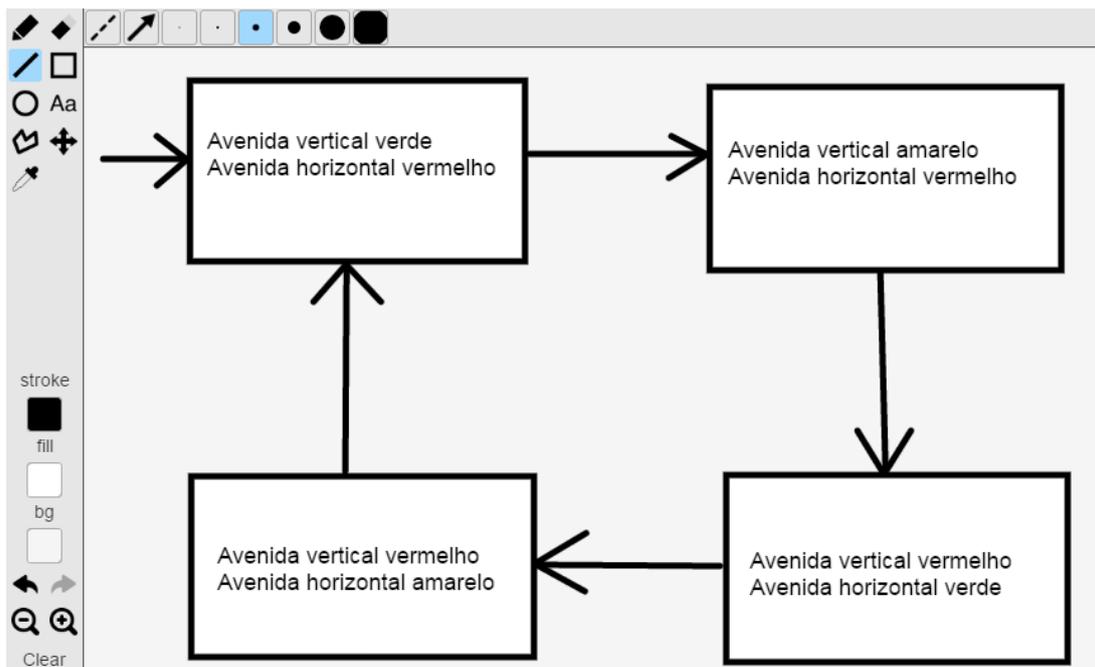
Questão 7 (Evitando acidentes): Devem estar marcados os estados mostrados em verde. Marcar um dos estados mostrados em vermelho significa resposta errada. A marcação ou não do estado mostrado em cinza não afeta a corretude da resposta.

Oeste verde Norte verde	Oeste amarelo Norte verde	Oeste vermelho Norte verde
Oeste verde Norte amarelo	Oeste amarelo Norte amarelo	Oeste vermelho Norte amarelo
Oeste verde Norte vermelho	Oeste amarelo Norte vermelho	Oeste vermelho Norte vermelho

Questão 8 (Dois tempos): É indiferente qual dos estados deve ser marcado como o inicial, porém é preciso ter um deles marcado.



Questão 9 (Quatro tempos): É indiferente qual dos estados deve ser marcado como o inicial, porém é preciso ter um deles marcado.



Apêndice C

Documento de termos e condições

Este documento contém uma lista de termos e condições que devem ser aceitos por cada pessoa que participe voluntariamente da pesquisa de Eduardo Furtado Sá Corrêa, intitulada “Games e o desenvolvimento do Pensamento Computacional”, apresentada como requisito parcial para conclusão do Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade de Brasília (UnB), orientada pelo Prof. Dr. Edison Ishikawa e pelo Prof. Dr. Francisco Botelho, disponível em <http://pinkfreudbrasil.com.br/moodle/>

- Estou ciente de que não se trata de um experimento com humanos.
- Estou ciente que estou participando voluntariamente de uma pesquisa em que devo responder às perguntas de dois testes intelectuais.
- Estou ciente de que os pesquisadores não visam promover ou prejudicar a imagem do game *Counter-Strike: Global Offensive*.
- Estou ciente de que optei, por livre e espontânea vontade utilizar o game, comercial, *Counter-Strike: Global Offensive*.
- Estou ciente de que os pesquisadores querem investigar que competências são desenvolvidas por quem joga um game, no caso o game *Counter-Strike: Global Offensive*, e os pesquisadores não tem nenhuma responsabilidade sobre o game.
- Declaro que a responsabilidade dos pesquisadores envolvidos com o estudo se restringe somente aos dados coletados.
- Declaro ter mais de 18 anos
- Estou ciente de que qualquer problema com o game é de responsabilidade de quem o faz e distribui.
- Declaro encarar os testes com seriedade.
- Declaro que durante o período de dois meses entre os testes, jogarei o game *Counter-Strike: Global Offensive* por livre e espontânea vontade.
- Declaro estar ciente de que o estudo é imparcial e transparente, e os dados coletados na pesquisa serão utilizados de maneira anônima e somente para os fins da pesquisa e nada mais além disso.
- Declaro estar ciente de que o trabalho será divulgado após a conclusão do estudo, e não antes para não afetar os resultados durante o período de obtenção dos dados.
- Declaro estar ciente de que o estudo apenas faz um levantamento de minhas habilidades intelectuais antes e depois do jogar o game por um certo tempo, e que o interesse do estudo é puramente acadêmico e tem como objetivo investigar que capacidades intelectuais são desenvolvidas por quem joga um game.

O termo *game* é equivalente a jogo eletrônico.

Apêndice D

Fichamentos sobre pensamento computacional

Jeannette M. Wing (2006). **Computational Thinking.**

Fichamento bibliográfico: Em seu artigo, a autora usa exemplos para definir o que é o pensamento computacional e também o que não é, além de apresentar os aspectos que fazem o pensamento computacional ser tão relevante.

Através de comparações com o ensino básico de leitura, escrita e aritmética com o intuito de evidenciar que o pensamento computacional representa um conjunto de habilidades e capacidades que podem ser usadas nas mais variadas áreas do conhecimento humano, além de ser algo intrínseco em uma sociedade permeada por computadores.

Fichamento de conteúdo:

O trabalho da autora mostra como o campo da ciência da computação é mais do que um núcleo do conhecimento humano: está profundamente atrelado a todas as áreas.

O pensamento computacional é apresentado como um parâmetro da formação educacional tão importante quanto a aritmética, a leitura e a escrita, por sua utilidade que abrange qualquer área do conhecimento. Isso faz dele um conjunto de capacidades e habilidades que devem ser aprendidas e usadas por todos, não apenas cientistas da computação.

Wing deixa claro que se trata de a capacidade de conceber e não implementar uma solução. Conceber a partir de um problema vai além de criar um artefato a partir de uma solução proposta. Em outras palavras, para projetar um software é preciso usar pensamento computacional, enquanto a sua programação seja uma atividade predominantemente mecânica.

Através de exemplos, explica que o pensamento computacional é algo fundamental e não uma simples habilidade extra. Trata-se de um complemento do pensamento de um matemático ou engenheiro e não um subtipo de ambos.

O conceito de pensamento computacional também é desmistificado em uma maneira de pensar como humanos e não como computadores que executam algoritmos. Quer dizer que é um produtor de ideias e não um construtor de programas de computador.

Para a autora, em um mundo cada vez mais automatizado, o pensamento computacional é para todos e não apenas para os mais interessados.

Fichamento de citações:

"It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use."

"Computational thinking involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science. Computational thinking includes a range of mental tools that reflect the breadth of the field of computer science."

"Computational thinking is reformulating a seemingly difficult problem into one we know how to solve"

"Computational thinking will have become ingrained in everyone's lives when words like algorithm and precondition are part of everyone's vocabulary"

"Thinking like a computer scientist means more than being able to program a computer. It requires thinking at multiple levels of abstraction"

"One can major in computer science and do anything. One can major in English or mathematics and go on to a multitude of different careers. Ditto computer science. One can major in computer science and go on to a career in medicine, law, business, politics, any type of science or engineering, and even the arts."

"Professors of computer science should teach a course called "Ways to Think Like a Computer Scientist" to college freshmen, making it available to non-majors, not just to computer science majors."

"For everyone, everywhere. Computational thinking will be a reality when it is so integral to human endeavors it disappears as an explicit philosophy"

Jeannette M. Wing (2008). **Computational thinking and thinking about computing.**

Fichamento bibliográfico:

O artigo de 2008 da autora será um dos mais importantes para a segunda parte do trabalho, pois trata de possíveis maneiras para medir o desenvolvimento do pensamento computacional em uma pessoa.

Fichamento de citações:

"Computational thinking will influence everyone in every field of endeavour. This vision poses a new educational challenge for our society, especially for our children. In thinking about computing, we need to be attuned to the three drivers of our field: science, technology and society. Accelerating technological advances and monumental societal demands force us to revisit the most basic scientific questions of computing."

Daltro José Nunes (2010). **Computação ou informática?**

Fichamento de conteúdo:

A obra apresenta um esclarecimento sobre os termos Informática e Computação através de suas origens e aborda os aspectos históricos de como foi a introdução no Brasil, a partir dos anos 60.

O autor faz uma revisão histórica, desde os primórdios da computação em 1936, quando Alan Turing concebeu sua máquina para realizar operações matemáticas. Essa revisão serve como base para a argumentação sobre o que é e o que não é a computação como ciência e o quão importante é o pensamento computacional.

Por meio de um relato o autor exemplifica como a computação é interdisciplinar, enfatizando que é natural a introdução do ensino do pensamento computacional na educação básica em um futuro eventual, e alerta para uma necessidade imediata de servir cursos de ciências da computação para alunos do ensino superior de todas as áreas do conhecimento, tendo em vista que o ramo da ciência da computação é aliado indispensável para resolver certos tipos de problemas.

Fichamento de citações:

"A computação, como ciência, pode ser considerada nova ou uma das mais antigas do mundo, dependendo do ponto de vista. A humanidade sempre se preocupou com a construção de máquinas para calcular, principalmente, operações aritméticas."

"Certamente existem inúmeros problemas das áreas das ciências exatas, humanas, das artes e da realidade cotidiana que poderiam ser resolvidos com o auxílio da área de computação."

"Conclui-se que todos os alunos das universidades deveriam aprender uma introdução à Ciência da Computação, que os capacitasse a identificar os problemas da área que poderiam ser solucionados por métodos desenvolvidos pela computação, bem como a descrever as soluções, usando uma linguagem científica apropriada e simples."

"Noções como as de Algoritmos, Complexidade Computacional, Organização de Computadores, Linguagens de Programação, Redes de Computadores, Banco de Dados, Sistemas Operacionais são fundamentais para que os futuros sociólogos, economistas, músicos possam interagir com profissionais de computação, desenvolvendo um pensamento interdisciplinar além de, como cidadãos, adquirir conhecimentos sobre este importante e novo ramo da ciência."

Daltro José Nunes (2011). **Ciência da Computação na Educação Básica**

Fichamento de conteúdo:

Em seu texto o autor apresenta o conceito básico de algoritmo para evidenciar que muito do que se aprende durante o ensino básico não são nada mais que alguns algoritmos úteis, como o de uma simples soma aritmética.

Entretanto, para o autor, o pensamento algorítmico é mais do que saber certos procedimentos, e sim uma maneira de se pensar, a fim de encontrar soluções para resolver problemas, um processo que estaria na base da Ciência da Computação, mas que vai muito além, podendo ser implementado em outras áreas.

A obra contém um exemplo simples de como o raciocínio computacional pode ajudar um advogado em busca de um parecer irrefutável, além de outro exemplo sobre como é intuitivo para uma criança esse tipo de pensamento. Através de uma comparação entre crianças e adolescentes, que coloca os adolescentes como os que tem mais dificuldade para resolver problemas computacionais, o autor releva o fato de o ensino do pensamento computacional não estar envolvido na formação básica das pessoas, fazendo com que este raciocínio intuitivo se perca.

Para fortalecer seu argumento de que é preciso adiantar o ensino do pensamento computacional, o autor apresenta estatísticas de um fato social bem notável do mundo globalizado: com a expansão da tecnologia da informação, cresce o número de empregos que fazem do pensamento computacional um fundamento ou principal requisito, enquanto se-

gundo as estatísticas, as universidades não vêm formando nas mesmas proporções.

Fichamento de citações:

"São conhecidas, desde o ensino básico, as descrições de como extrair raiz quadrada, subtrair, multiplicar, dividir números, etc. Essas descrições são algoritmos."

"O raciocínio computacional é intuitivo no ser humano e se manifesta já na idade infantil. Portanto, a criança naturalmente raciocina de forma computacional. Por exemplo, uma criança tem a capacidade de realizar várias atividades (algoritmos) em paralelo (simultaneamente), mantendo um controle fantástico sobre elas. Entretanto, tal fato não é explorado na formação básica. Como consequência, o raciocínio computacional intuitivo se perde ao longo do crescimento e da formação do indivíduo, a tal ponto que, em geral, um adolescente tem mais dificuldades de resolver problemas computacionais do que uma criança."

"A introdução de conceitos de Ciência da Computação na educação básica é fundamental para manter o raciocínio computacional das crianças, pelo seu caráter transversal a todas as ciências, para formar cidadãos neste importante ramo da ciência, para dominar suas aplicações, para viver num mundo cada vez mais globalizado e para tornar o País mais rico e mais competitivo na área de Tecnologia da Informação."

Bell et al. (2011) (Tim Bell, Ian H. Witten e Mike Fellows). **Computer Science Unplugged - Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador**

Fichamento bibliográfico:

O livro é o resultado do trabalho de Tim Bell, Ian H. Witten e Mike Fellows, três cientistas da computação. Foi adaptado para ser usado em sala de aula por Robyn Adams e Jane McKenzie, dois professores do ensino fundamental (k12) e conta com ilustrações feitas por Matt Powell. Sua principal proposta é ensinar ciência da computação de uma maneira lúdica, isto é, fazendo uso de jogos e brincadeiras de fácil aplicação em escolas, tudo sem o uso do computador propriamente dito, que, segundos os autores, em diversos casos apresenta uma distração no processo de aprendizagem.

Está disponível em 28 idiomas, mas nem todas traduções correspondem à mesma versão. A última edição é a de 2015, disponível em inglês.

Trata-se de um manual dividido em três partes principais:

A primeira parte, "Representando as Informações" com cinco atividades, explora como funciona a persistência de dados nos computadores e como esses dados podem ser representados ou manipulados para exibição.

A segunda parte, "Algoritmos" com cinco atividades, relaciona métodos computacionais com aspectos cotidianos da vida das pessoas.

A terceira parte, "Representação de Procedimentos" com duas atividades, introduz conceitos mais avançados e abstratos da teoria por trás da computação.

No total são 12 atividades lúdicas, cada uma contendo um sumário, que outras disciplinas estão relacionadas aos conceitos, que habilidades são desenvolvidas pela atividade, a idade recomendada dos alunos, o material físico necessário, uma introdução teórica, uma sugestão de discussão que aborda o problema e é claro, a atividade em si. Ao término de cada atividade há uma seção chamada "De que se trata tudo isso?", que esclarece e revisa a atividade.

Muitas das atividades são baseadas em conceitos matemáticos como, por exemplo, o entendimento dos números binários, uso de mapas e grafos, problemas envolvendo padrões e ordenamento, e criptografia. Outras atividades estão mais relacionadas aos currículos da área de tecnologia, bem como o conhecimento e a compreensão sobre como funcionam os computadores. As crianças desenvolvem ativamente habilidades de comunicação, resolução de problemas, criatividade, e cognição num contexto significativo.

Fichamento de conteúdo:

Para os autores da obra, o pensamento computacional é uma maneira de se pensar que pode ser útil em diversas áreas do conhecimento. Seria uma habilidade que se não desenvolvida, acaba sendo esquecida.

Segundo o livro, o pensamento computacional vai além do uso de um computador físico, tanto que crianças demonstram ter essa habilidade ao longo de seus desenvolvimentos cognitivos quando resolvem problemas. Portanto, sua proposta é incentivar o desenvolvimento do pensamento computacional nas escolas através de atividades “desplugadas”.

No total são 12 atividades em 3 partes principais.

Na **parte 1** se introduz o conceito de dados, que passam a ser tratados como matéria prima para representar informação. É explorado como somos capazes de transformar zeros e uns que persistem nas máquinas em artefatos menos abstratos que longas cadeias binárias, como algo com significado para um ser humano, como palavras, fotos ou outras mídias. O caminho contrário, que pode ser visto como a transformação de informações em dados a serem convertidos para zeros e uns e mantidos num computador também é abordado.

Em resumo, a parte 1 tem temas com aplicação na compressão e armazenamento de dados, ou mesmo em algoritmos de previsão e tomada de decisão.

A atividade 1, "Contando os Pontos", sobre Números Binários, está correlacionada com a matemática e trata de como é possível representar números em bases não decimais, em especial a binária, e a importância de reconhecer padrões em sequências, a fim de representar não só números decimais em base dois, mas também palavras.

A atividade 2, "Colorindo com Números", sobre Representação de Imagens, está relacionada com a matemática explorando formas e espaços a fim de demonstrar como computadores usam compressão para armazenar imagens, vídeos ou outras mídias usando apenas números.

A atividade 3, "Você pode repetir?", sobre Compressão de Texto, está relacionada com o idioma do aluno e com a tecnologia que faz os computadores funcionar. Mostra-se que através da codificação, por algoritmos de compressão que reconhecem padrões, é possível escrever um texto de uma maneira que ocupa menos espaço em uma memória limitada, que posteriormente pode ser decodificada a fim de recuperar as diversas fontes de informação que serviram como entrada.

A atividade 4, "A Mágica de virar as cartas", sobre Detecção e Correção de Erros, está relacionada com a matemática e com a álgebra a fim de mostrar que dados podem ser transmitidos com dados extras, úteis quando aliados com simples cálculos para se identificar e até mesmo corrigir problemas de transmissão que podem fazer com que valores recebidos sejam diferentes de valores enviados, algoritmos extremamente comuns em soluções de persistência ou telecomunicações.

A atividade 5, "Vinte Palpites", sobre Teoria da Informação, está relacionada com a matemática, álgebra e o idioma do aluno com o intuito de teorizar a medição do conteúdo de dados que são interpretados como informação. São explorados maneiras de se estruturar dados, algo de grande valor quando se está buscando informações. Um exemplo é o de uma maneira para mostrar que uma palavra tem informações a mais do que seu próprio significado. É possível considerar sua entropia em relação a outras palavras de um texto, ou sua classificação gramatical.

Na **parte 2** se introduz o conceito de algoritmo através da abordagem de métodos computacionais que frequentemente estão presentes no cotidiano. Algoritmos passam a ser entendidos como o que um computador é capaz de fazer, uma vez programado para fazer isso.

Chama-se a atenção para o fato de que um computador faz exatamente o que é dito para fazer e, portanto, cabe ao programador ter o cuidado de pensar em como se pode resolver um problema, não o algoritmo em si, além de expor que há diversas maneiras de resolver um mesmo problema.

A atividade 6, "Batalha Naval", sobre Algoritmos de Busca, está relacionada com a matemática e a geometria para tratar dos problemas resolvidos pelos algoritmos de busca, em que computadores são usados para fazer pesquisas em extensas coleções de dados da maneira mais rápida possível. Como tratam-se de problemas diversos, que não tem uma solução que funciona de maneira ideal para todos eles, são apresentados três métodos diferentes: busca linear, busca binária e busca por dispersão, também conhecido como o algoritmo de *hashing*, o que costuma ser mais implementado quando se precisa encontrar um certo dado.

A atividade 7, "O mais leve e o mais pesado", sobre Algoritmos de Ordenação, está relacionada com a matemática para tratar de problemas em que é preciso atribuir pesos ou valores diferentes a dados, a fim de estabelecer uma ordem a eles, que facilitaria a pesquisa, como por exemplo o algoritmo *quicksort*, que usa conceitos como recursão ou dividir e conquistar, e que há vários métodos para ordenação de listas ou outras estruturas de dados.

A atividade 8, "Seja o mais rápido!", sobre Redes de Ordenação, está relacionada com a matemática para tratar de problemas usando trabalho paralelo para agilizar operações, como por exemplos as de ordenação através de várias comparações. Há diversos algoritmos que são projetados com passos independentes de computação para tirarem maior proveito do processamento em paralelo de diferentes tarefas ao mesmo tempo.

A atividade 9, "A Cidade Enlameada", sobre Árvores Geradoras Mínimas, está relacionada com a matemática para resolver problemas logísticos, como a melhor maneira de se construir estradas em uma dada região, ou a forma mais otimizada de se construir uma rede elétrica, problemas estudados mais a fundo na matemática, mais bem conhecidos pelos cientistas da computação como Árvore Geradora Mínima, que tem inúmeras aplicações para determinar rotas, com diversos algoritmos para conseguir tais árvores, algo visto mais a fundo no campo da Teoria dos Grafos.

A atividade 10, "O Jogo da Laranja", sobre Roteamento e Bloqueios nas Redes, está relacionada com a matemática para solucionar problemas que requerem o raciocínio lógico e cooperação, a fim de introduzir conceitos importantes para a computação, como *deadlocks* e *bottleneck*. Tais problemas têm soluções que abrangem diversas áreas do conhecimento, as vezes com representação menos abstrata do que na computação, como

duas tarefas requisitarem um mesmo recurso, algo comum quando se usa paralelismo em programação.

Na **parte 3**, “Representação de Procedimentos”, se introduz conceitos mais avançados da computação, relacionados com a representação de procedimentos. Computadores são descritos como máquinas que fazem o que são ditas para serem feitas e não usam nenhum tipo de bagagem cultural para interpretar o significado de instruções incompletas ou terminar um trabalho extra desnecessário.

São apresentados os autômatos de estados finitos como uma máquina de grande utilidade para facilitar a comunicação de humanos com computadores, como sendo as responsáveis por permitir a criação de linguagens de programação que utilizam um alfabeto mais natural para seres humanos do que os zeros e uns que, no nível mais básico, é o que um computador usa.

Em resumo, a parte 3, apresenta conceitos mais avançados, a exemplo dos autômatos de estados finitos, grafos e das linguagens de programação. Além de desenvolver o raciocínio lógico, reconhecimento de padrões, entendimento de cartas (mapas) e a capacidade de executar um algoritmo, os alunos são introduzidos a conceitos complexos pertencentes a teoria da computação. Esses conceitos os permitem fazer o processamento de linguagens naturais artificiais das quais derivam as linguagens de programação de alto nível.

A atividade 11, "Caça ao Tesouro", sobre Autômatos de Estados Finitos, está relacionada com a matemática, estudos sociais e o idioma do aluno para solucionar os frequentes problemas de processamento de sequências de símbolos. A solução de tais problemas costuma ser atribuída a autômatos de estados finitos, que são representados de maneira equivalentes na atividade como mapas do tesouro.

A atividade 12, "Seguindo Instruções", sobre Linguagens de Programação, está relacionada com o idioma do aluno para solucionar problemas relacionados a como podemos nos comunicar com computadores a fim de dizer a eles o que devem fazer, é claro que tendo em mente que seguirão instruções à risca. Conceitos como *bugs* de computadores são introduzidos, como o resultado de falhas durante o projeto de um software, e a importância de se testar algoritmos implementados.

Fichamento de citações:

“As atividades simples e divertidas deste livro, projetadas para crianças de várias idades, apresentarão como os computadores funcionam em alguns aspectos - sem que as crianças precisem usar um computador!”

“As crianças desenvolvem ativamente habilidades de comunicação, resolução de problemas, criatividade, e cognição num contexto significativo.”

Karen Brennan, Michelle Chung, Wendy Martin, Francisco Cervantes, Bill Tally and Mitch Resnick. **Computational Thinking with Scratch**

Fichamento de conteúdo e bibliografia:

O pequeno site é um esforço colaborativo de pesquisadores do *Harvard Graduate School of Education*, *EDC's Center for Children and Technology* e *MIT Media Lab*.

Sua proposta é servir como uma base de conhecimento sobre:

- Definir: O que é o pensamento computacional?
- Medir: Como medir o desenvolvimento do pensamento computacional?
- Suportar: Como instigar o desenvolvimento do pensamento computacional?

Para os autores, o pensamento computacional envolve diferentes perspectivas, e o foco do projeto é o desenvolvimento através da prática com programação de mídia interativa para jovens. O conteúdo do site é voltado para educadores e pesquisadores interessados em medir o desenvolvimento do pensamento computacional através da programação com a linguagem Scratch.

O foco mais específico é para educação de nível K-12, que no Brasil é equivalente ao Ensino Básico, que compreende o Ensino Fundamental e o Médio, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (1996).

Os autores conceituam o pensamento computacional através de três pontos chaves, definidos através de 5 anos de pesquisa sobre o projeto em execução:

- Conceitos computacionais - comuns a diversas linguagens de programação: sequências (algoritmos), loops, paralelismo, eventos (escopo), condicionais, operadores (lógicos e matemáticos), operações com dados.
- Práticas computacionais - estratégias de desenvolvimento adotadas pelos jovens participantes do projeto: experimentação e iteração, teste e depuração, reaproveitamento e extensão, abstração e modularização.
- Perspectivas computacionais - algo que surgiu como uma surpresa para os pesquisadores. Os jovens participantes desenvolveram entendimentos de si mesmos, suas relações interpessoais e com o mundo tecnológico que as cerca. Essa mudança de perspectiva pode ser observada em três elementos: expressão (computação como meio de criação), conexão (trabalho de equipe), questionamentos (utilizar a computação para entender o mundo).

Para medir o desenvolvimento do pensamento computacional os autores usam três abordagens principais: /* Work in progress (tradução e explicação dos termos) */

- *Artifact-based interviews*
- *Design scenarios*
- *Learner documentation*

O foco principal é na familiaridade e fluência com aspectos práticos do pensamento computacional.

Nem sempre foi assim, mas depois de acompanhar os jovens participantes do projeto, chegou-se à conclusão que a maioria dos testes voltados a domínios de conceitos, como identificar a presença de um certo bloco em um projeto ou perguntas sobre as definições em si, não eram bons indicadores para mesurar a capacidade de pensar computacionalmente de um jovem aluno.

Outra conclusão foi que saber a definição de um conceito não era útil, a menos que acompanhada de familiaridade e fluência com as práticas do pensamento computacional para permitir que os conceitos sejam usados em uma dada criação.

/* Work in progress:

Artifact-Based Interviews: explicação detalhada

Design Scenarios: explicação detalhada

Learner Documentation: explicação detalhada

*/

Apêndice E

Fichamentos sobre *gamificação*

Sebastian Deterding, Lennart E. Nacke, Rilla Khaled e Dan Dixon (Deterding et al. (2011)). **Gamification: Toward a Definition**

Fichamento de conteúdo e bibliografia:

Os autores do artigo de maio de 2011 propõem uma definição apropriada para o termo *gamificação*, que surgiu em 2008 e ficou popular a partir da segunda metade de 2010. Antes de verbalizar o que seria *gamificação* para os autores, são apontados dois significados principais obtidos através de investigação de várias fontes disponíveis no momento:

Por um lado, a *gamificação* como um fenômeno com crescente abrangência social e institucionalização de jogos eletrônicos e seus elementos que influenciam diretamente as pessoas.

Por outro lado, a *gamificação* para um artefato qualquer, que não seja um jogo eletrônico, como uma maneira de direcionar os efeitos causados por s nas pessoas. Um exemplo é a vontade de continuar ou a concentração que um jogador tem quando está engajado com o jogo.

Pelo ponto de vista dos autores, *gamificação* seria o uso de elementos de desenho de jogos em contextos alienados aos jogoss, como, por exemplo, usar um sistema de recompensas no funcionamento de uma companhia aérea, ou projetar cursos de aprendizado com fases bem definidas e uma dificuldade crescente ao longo delas.

Para os autores é importante a diferenciação de um jogo eletrônico de um brinquedo ou jogo qualquer, ou seja, um jogo eletrônico é algo mais específico, exclusivo do mundo digital.

Além disso, *gamificação* seria um conceito diferente de jogos sérios, pois se trata da implementação de elementos de jogos, que não necessariamente gera um jogo completo como resultado, mas sim algo *gamificado*.

Jane McGonigal (2011). **Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World.**

Fichamento bibliográfico:

A autora do livro *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World* também expôs seu trabalho na famosa conferência TED, McGonigal (2010). Uma das precursoras do termo *gamificação* é também uma das maiores popularizadoras do que ela considera ser uma revolução na maneira como ensinamos ou buscamos resolver problemas.

Fichamento de conteúdo:

Através de um discurso audacioso, de alguém com olhar visionário a autora é também uma das precursoras do conceito de *gamificação*.

A pesquisadora argumenta a favor dos efeitos que jogos eletrônicos causam nas pessoas e sugere que é possível juntar o útil ao agradável através do aproveitamento das bilhões de horas-humanas em que os milhões de jogadores de jogos eletrônicos espalhados pelo mundo passam em um estado de grande atenção ou mesmo motivação frente a grandes desafios com baixas probabilidades de sucesso.

Segundo ela, é possível modelar certos problemas dentro de um jogo eletrônico, fazendo com o que um jogador eventualmente encontre uma solução para ele. Como, por exemplo, transformar um problema investigado por acadêmicos em um jogo eletrônico, que foi o caso do projeto Foldit (2008) ou ScienceAtHome (2012). Para McGonigal existem diversos problemas sociais cuja solução poderia residir em jogos eletrônicos, como depressão, obesidade, pobreza ou até mesmo mudanças climáticas. Além disso os impactos da *gamificação*, já em 2010, eram notáveis em empresas e na educação, que utilizam os efeitos de jogos eletrônicos nas pessoas, como produtividade bem-aventurada, desenvolvimento de malhas sociais, otimismo urgente e um significado de algo épico ao que se faz.

A expectativa é enorme quando se consideram os números relacionados aos milhões de jogadores de jogos eletrônicos que existem pelo mundo, mais de 174 milhões somente nos Estados Unidos, e que passariam, em média, mais de 10.000 horas jogando jogos eletrônicos ao completar 21 anos de idade. A pesquisadora argumenta que os indivíduos que continuam fora do universo dos jogos eletrônicos estarão cada vez mais em desvantagem, enquanto que, por outro lado, jogadores de jogos eletrônicos contarão com atributos de colaboração e poder motivacional dos jogos eletrônicos em suas vidas pessoais, comunidades e negócios. Suas palavras apontam para um futuro que pertence, cada vez mais, àqueles que podem entender e jogar jogos eletrônicos.