

# Jogos eletrônicos contribuem para o pensamento computacional? O caso do *Counter-Strike: Global Offensive*

**Eduardo Furtado Sá Corrêa**  
Universidade de Brasília  
Brasília, Brasil  
eduardoxfurtado@gmail.com

**Edison Ishikawa**  
Universidade de Brasília  
Brasília, Brasil  
ishikawa@unb.br

## 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 commercial 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 41 volunteers and 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.

## 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 popular jogo eletrônico comercial, *Counter-Strike: Global Offensive*, com o objetivo de investigar se ele leva ao desenvolvimento do pensamento computacional nos jogadores. Foram coletados dados de 41 voluntários e 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.

## Author Keywords

Pensamento Computacional, Videogames, Ambiente de Aprendizado Interativo.

## ACM Classification Keywords

• Applied computing~Interactive learning environments

## INTRODUCTION

O pensamento computacional pode ser conceituado como um conjunto de ferramentas mentais para solucionar problemas [1]. Há diversos pesquisadores que defendem a implementação do ensino do pensamento computacional nas etapas precoces da formação escolar pois desenvolver o pensamento computacional gera cidadãos autônomos [2, 3].

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 [4]: “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 [5], não é preciso usar uma máquina para ensinar computação. Em seu lugar, é possível usar jogos para ensinar conceitos complexos da computação. O ensino prático e a participação do aluno com o objeto de ensino é muito mais forte do que a observação passiva e teórica.

Sendo assim a introdução do pensamento computacional no ensino básico talvez encontre um terreno próspero para o aprendizado, proporcionado pela abundância de jogos eletrônicos. Jogar jogos eletrônicos comerciais desenvolve alguma capacidade intelectual, no caso o pensamento computacional, nos jogadores, além de simplesmente servirem como fonte de diversão?

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

De maneira específica, são quatro 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 poderiam levar ou não levar ao desenvolvimento do pensamento computacional.

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 este trabalho chegou a conclusões diferentes, pois a hipótese de que jogar o popular jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* levaria ao desenvolvimento do pensamento computacional não se comprovou. Foram feitas as seguintes contribuições:

- Testes estatísticos de que o jogo *Counter-Strike: Global Offensive* não desenvolve o pensamento computacional.
- Características dos jogos eletrônicos que não levam ao desenvolvimento do pensamento computacional;
- Características dos jogos eletrônicos que poderiam levar ao desenvolvimento do pensamento computacional.

## PENSAMENTO COMPUTACIONAL

### O que não é pensamento computacional

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 [6].

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 [7].

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.

### Definição de pensamento computacional

O conceito de pensamento computacional foi discutido pela primeira vez por Wing [6] 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.

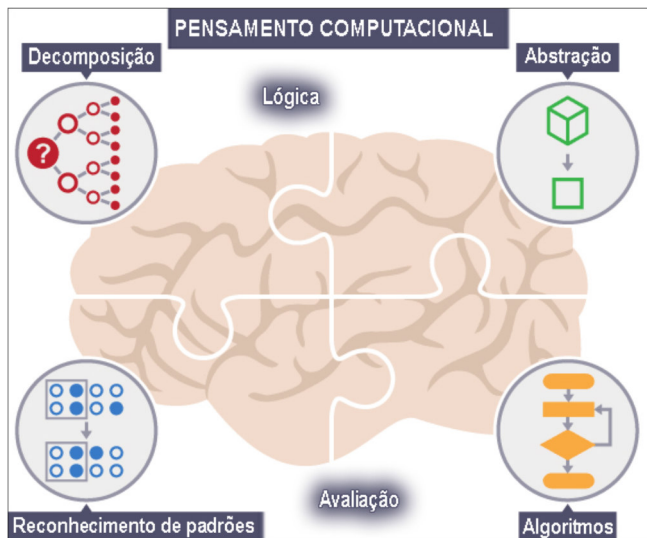
Antes que um computador possa ser usado para resolver um problema, o problema em si e suas soluções devem ser entendidas. O pensamento computacional ajuda com essa tarefa.

Pode-se dizer que o pensamento computacional está construído com base em quatro pilares [15]:

- **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.

A Figura 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.



**Figura 1. As quatro técnicas e abordagens principais que compõem o pensamento computacional. Fonte: o próprio autor, a partir da imagem original da BBC Bitesize [1]**

## 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 [10], e desde o princípio não existiu uma unanimidade sobre a definição exata de gamificação, que acaba tendo dois significados principais:

- 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 [35], 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 [12]. O jogo eletrônico *Quantum moves* [13] é um bom exemplo de gamificação aplicada para a solução de problemas difíceis da física quântica. Através de dados gerados pelos jogadores, a equipe responsável pode acelerar o andamento da investigação que visa construir computadores quânticos. Outro exemplo é o jogo eletrônico *Foldit* [14], 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 conseguiram solucionar um problema relacionado com o vírus HIV [15].

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.

Nesse contexto, a gamificação representa uma verdadeira mudança na metodologia de ensino, e não um simples aperfeiçoamento do modelo de escola já existente, um sistema projetado para moldar a mão de obra que surgiu com a revolução industrial [16].

## PENSAMENTO COMPUTACIONAL X GAMIFICAÇÃO

### 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 consequentemente 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.

### **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 considerando 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 uma experiência semelhante à de 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 um custo inicial de implementação, 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, fazendo com que sua consciência aceite essa interação como real.

Isso é feito através do uso de técnicas e sistemas 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.

### **Indicadores do pensamento computacional em jogos eletrônicos**

Em geral, jogos eletrônicos apresentam problemas com regras rígidas para quem está interagindo com sua realidade virtual [17]. 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 [12] 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:

- 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 tais detalhes ou outros, dependendo da complexidade do jogo eletrônico, é possível desenvolver um plano 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* [18]. Os elementos evidenciados na Figura 2 mostram que o pensamento computacional pode ser utilizado para solucionar um problema:



**Figura 2. Elementos de um jogo eletrônico, relativamente simples, envolvidos na completude de um estágio. Fonte: O próprio autor, utilizando o jogo eletrônico Braid.**

- 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.

## METODOLOGIA

Para testar a hipótese de que jogar o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* levaria ao desenvolvimento do pensamento computacional foi escolhido o jogo eletrônico *Counter-Strike: Global Offensive* [19].

Trata-se de um jogo eletrônico do gênero de ação, desenvolvido pela *Valve Corporation* e *Hidden Path Entertainment* [19], 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. Conseqüentemente 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 [20].

### A escolha do jogo eletrônico para o estudo

Segundo Nunes [2], o pensamento computacional é intuitivo em crianças, mas vai se perdendo com o tempo caso não seja exercitado.

Para McGonigal [11], 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 ao dia e 5.000.000 americanos jogam mais de 40 horas por semana [12].

A pergunta que este trabalho busca responder é se jogar um popular jogo eletrônico comercial 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 um jogo eletrônico comercial 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*, o jogo eletrônico com mais cópias vendidas até o momento do estudo [22].

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.

### Teste para medir pensamento computacional

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 Rodriguez [23], da qual foram usadas algumas questões. Outras questões foram elaboradas pelos autores e outras foram adaptadas da *Computer Olympiad*, versões 2015 e 2016 [24, 25].

O teste, o gabarito do teste e a documentação e critérios de correção do teste podem ser encontrados visitando a URL <https://github.com/eduardoxfurtado/monografia>.

### 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/KDxkvOig8DI>.

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 [29, 30]. Em outras palavras, jogar 80 horas em dois meses é o mesmo que jogar um pouco mais que a média.

A aplicação dos testes foi online, implementado através de um sistema *Moodle*. Diante da preocupação de realizar um estudo ético, a participação foi *restrita* aos voluntários que aceitaram o Documento de Termos e condições ao fazer o registro na plataforma. Este documento está disponível na URL <https://github.com/eduardoxfurtado/Documento-de-Termos-e-Condicoes>. Ele foi hospedado no *GitHub*, que mostra a data em que ocorrer qualquer mudança no arquivo, efetivamente funcionando como uma garantia de que o 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.

### 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.

### 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.

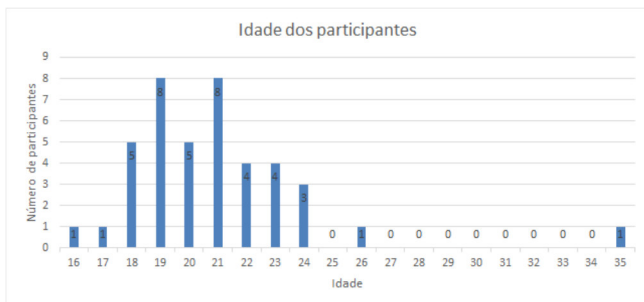


Figura 3: Idade dos participantes.

O gráfico da Figura 3 mostra a idade dos voluntários que participaram do estudo. A grande maioria (37 de 41) tem de 18 a 24 anos. Segundo o [28], 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.

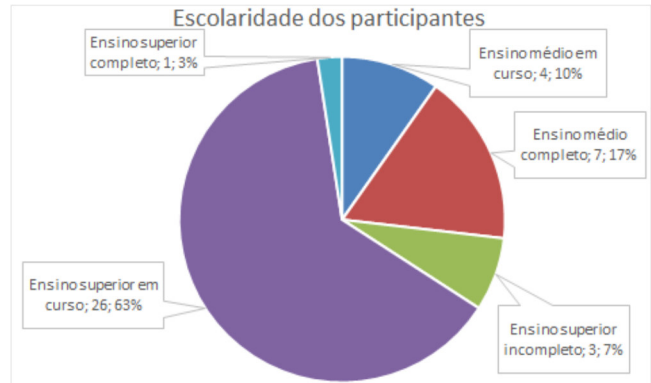


Figura 4: Nível de escolaridade dos participantes.

O gráfico da Figura 4 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.

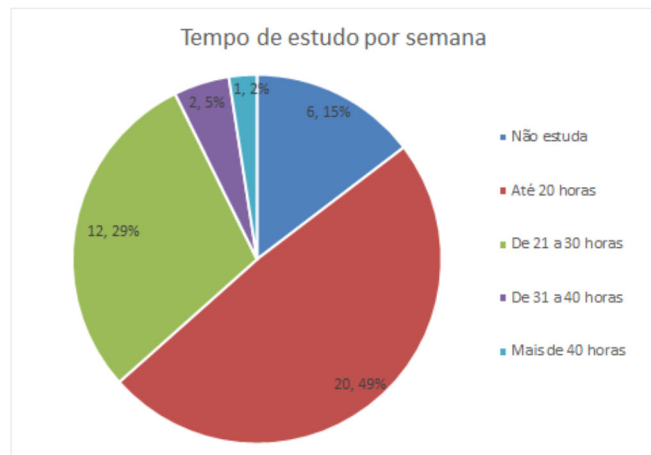


Figura 5: Distribuição da jornada de estudo dos participantes.

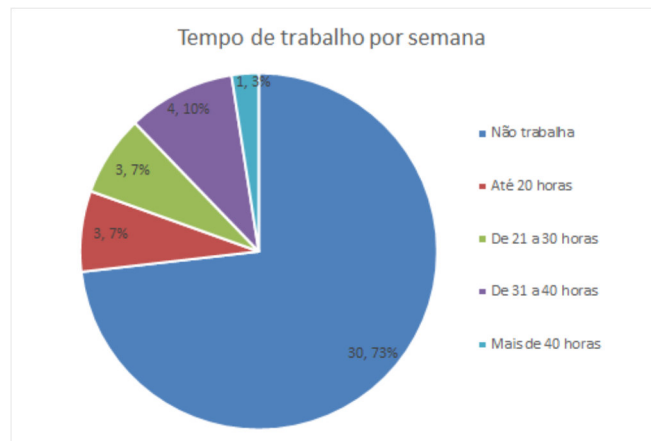


Figura 6: Jornadas de trabalho dos participantes.

O gráfico da Figura 5 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.

O gráfico da Figura 6 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.

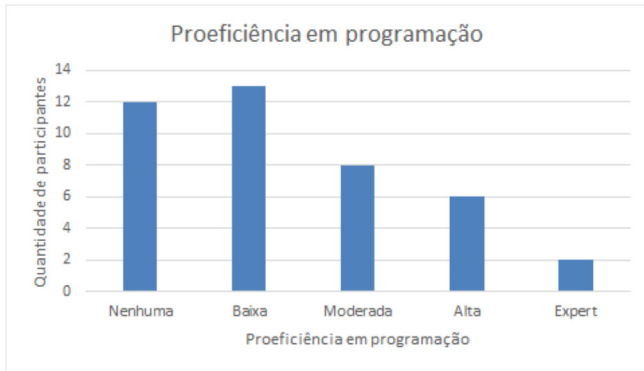


Figura 7: Proficiência em programação segundo escala Likert.

O gráfico da Figura 7 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 [3].

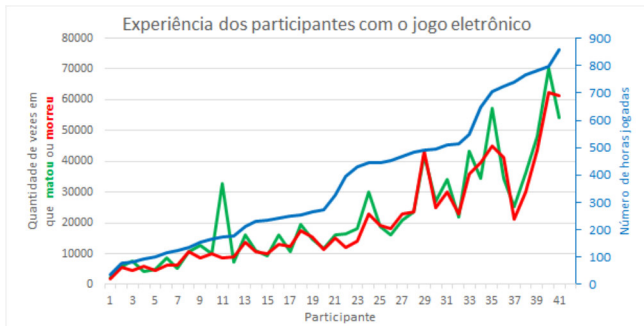


Figura 8: Experiência prévia dos participantes.

O gráfico da Figura 8 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.

## RESULTADOS

O gráfico da Figura 9 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.

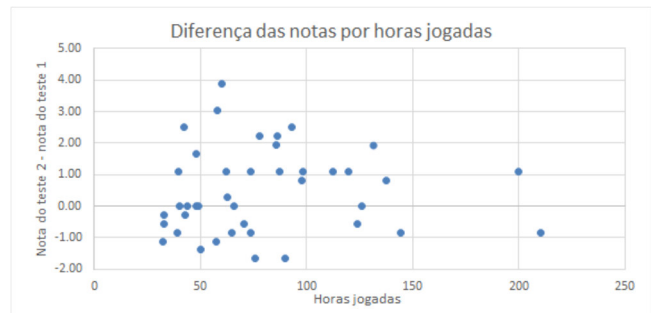


Figura 9: Distribuição da diferença de notas por horas jogadas.

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.

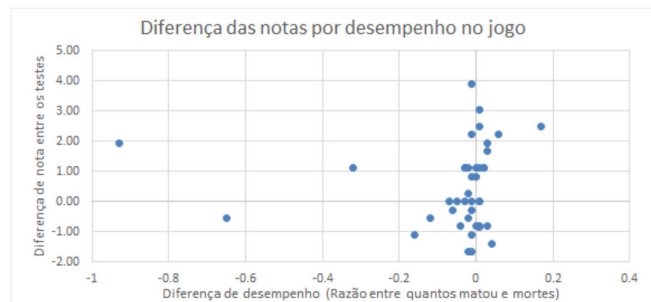


Figura 10: Distribuição da diferença das notas por desempenho no jogo.

O gráfico da Figura 10 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.



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 têm 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.

O gráfico da Figura 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 voluntários 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 11: Distribuição das notas do primeiro teste por horas jogadas.

O gráfico da Figura 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.

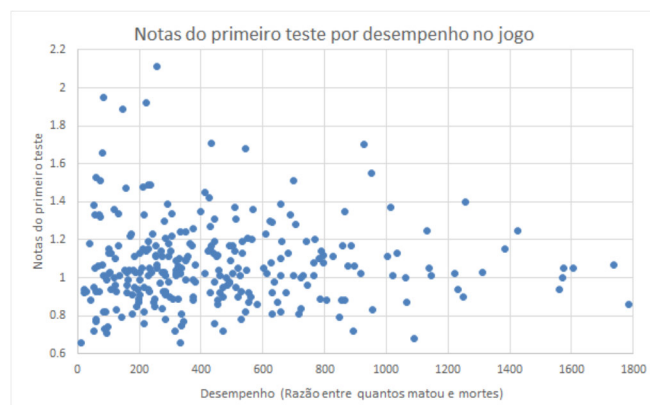


Figura 12: Distribuição das notas do primeiro teste por desempenho no jogo.

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.

### **Análise dos resultados**

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 dos 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.

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 “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 de isso ser verdade é baixa, dado que o teste foi baseado em trabalhos de terceiros [5, 6, 7]. Além disso, em aplicações preliminares do teste, estudantes de graduação em ciência da computação tiveram facilidade para concluir o teste com notas altas.

### **CONCLUSÃO**

Neste trabalho foi explorado se jogar um popular jogo eletrônico comercial jogado por jovens 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 hipótese de que jogar o popular jogo eletrônico comercial *Counter-Strike: Global Offensive* levaria 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.

### **REFERÊNCIAS**

1. Jeannette M. Wing. Computational thinking and thinking about computing. *Commun.ACM*, 49(3):33-35, July 31 2008.
2. Daltro J. Nunes. Ciência da computação na educação básica. *Jornal da Ciência*, 4340(12), September 2011.
3. José Luís Ramos and Rui Gonçalo Espadeiro. Conceituação de jogos digitais. *Educação, Formação & Tecnologias*, 7(2), 2014.
4. Pierre Lévy. *A máquina universo: criação, cognição e cultura informática*. Artmed, Porto Alegre, 1998.
5. 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.
6. Jeannette M. Wing. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33-35, March 2006.
  7. Miles Berry. Computational thinking. Leicester University PGCE ICT Conference, February 16 2015.
  8. Google. Exploring computational thinking, 2016. <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  9. BBC Bitesize. Introduction to computational thinking. URL <https://www.bbc.com/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  10. Sebastian Deterding, Lennart E. Nacke, Rilla Khaled, and Dan Dixon. Gamification: Toward a definition. CHI 2011 Workshop, May 2011.
  11. Yu-kai Chou. Gamification & behavioral design, May 3 2016. URL <https://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-gamification-examples-human-race/>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  12. Jane McGonigal. Gaming can make a better world. Long Beach, CA, USA, February 9-13 2010. TED 2010: What the World Needs Now.
  13. ScienceAtHome. Quantum moves. <https://www.scienceathome.org/games/quantum-moves/>, 2012. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  14. 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 23 de setembro de 2018).
  15. 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 23 de setembro de 2018).
  16. Denise Maria Maciel Leão. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. Cadernos de Pesquisa, pages 187-206, 07 1999. ISSN 0100-1574.
  17. 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 23 de setembro de 2018).
  18. Braid, 2009. URL <http://braid-game.com/>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  19. Counter-Strike: Global Offensive. <https://store.steampowered.com/app/730>, 2012. URL [www.counter-strike.net](http://www.counter-strike.net). (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  20. Entertainment Software Rating Board. Counter-strike: Global offensive. URL <https://www.esrb.org/ratings/Synopsis.aspx?Certificate=100491&Title=Counter-Strike%3a+Global+Offensive>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  21. Jane McGonigal. Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World. Penguin Books, January 2011.
  22. PCGames N. With 25 million sold, is CS:GO the bestselling game on PC? <https://www.pcgamesn.com/counter-strike-global-offensive/csgo-bestselling-pc-game-minecraft>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  23. Brandon R. Rodriguez. Assessing computational thinking in computer science unplugged activities. Master's thesis, Colorado School of Mines, 2015.
  24. Computer Olympiad. Talent search - bebras computational thinking challenge, 2015. URL <https://olympiad.org.za/talent-search/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/2015-TS-Book-Tasks-Answers-Explanations-v-03-31.pdf>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  25. Computer Olympiad. Talent search - bebras computational thinking challenge, 2016. URL <https://olympiad.org.za/talent-search/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/2016-TS-Solutions-Book-PP-v-03-10.pdf>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  26. Steam Database. <https://steamdb.info/app/730/graphs/>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  27. Steam Spy. <https://steamspy.com/app/730>. (Acesso em 23 de setembro de 2018).
  28. Estatuto da Juventude. Lei 12.852, August 5 2013. URL [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm). (Acesso em 23 de setembro de 2018).