

**Gamificação e pensamento computacional: análise de uma experiência no ensino médio/técnico-integrado**

**Gamification and computational thinking: analysis of an experience in high school / technical-education**

**Gamificación y pensamiento computacional: análisis de una experiencia en escuela secundaria / técnica integrada**

Recebido: 07/09/2020 | Revisado: 10/09/2020 | Aceito: 06/10/2020 | Publicado: 07/10/2020

**Otávio de Souza Martins Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2478-3746>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [otavio.gomes@unifei.edu.br](mailto:otavio.gomes@unifei.edu.br)

**Walace de Almeida Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9950-0563>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil

E-mail: [walace.rodrigues@ifmg.edu.br](mailto:walace.rodrigues@ifmg.edu.br)

**Raquel Aparecida Soares Reis Franco**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8308-3611>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil

E-mail: [raquel.franco@ifmg.edu.br](mailto:raquel.franco@ifmg.edu.br)

**Resumo**

O objetivo deste trabalho é analisar como o uso da gamificação pode favorecer o ensino/aprendizado da computação para alunos de cursos médio/técnico-integrado que não foram previamente alfabetizados na área. A estratégia adotada foi utilizar jogos digitais na sala de aula e investigar como esses auxiliam os alunos na construção de modelos mentais sobre os conceitos importantes ao pensamento computacional. No experimento foi utilizado o jogo TIS-100 da Zachtronics. A investigação sobre os modelos mentais foi realizada através de avaliações e observações de diálogos verbalizados pelos alunos durante as aulas. Concluímos que a gamificação é uma estratégia poderosa para auxiliar no desenvolvimento do pensamento computacional.

**Palavras-chave:** Gamificação; Algoritmos; Assembly; Programação.

## **Abstract**

The goal of this work is to analyze how the use of gamification can support the teaching/learning of computing for students of high school and technical-integrated courses that were not previously literate in the area. The strategy adopted was to use digital games in the classroom and investigate how they help students in building mental models about the concepts important to computational thinking. The experiment used the TIS-100 game from Zachtronics. The investigation of mental models was carried out through quizzes and observations of dialogues with students during classes. We conclude that gamification is a powerful strategy to assist in the development of student's computational thinking.

**Keywords:** Gamification; Algorithms; Assembly; Programming.

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es analizar cómo el uso de la gamificación puede favorecer la enseñanza / aprendizaje de la informática para estudiantes de escuela secundaria / técnica integrada que no estaban previamente alfabetizados en el área. La estrategia adoptada fue utilizar juegos digitales en el aula e investigar cómo ayudan a los estudiantes a construir modelos mentales sobre los conceptos importantes para el pensamiento computacional. En el experimento, se utilizó el juego Zachtronics TIS-100. La investigación de modelos mentales se llevó a cabo a través de evaluaciones y observaciones de diálogos verbalizados por los estudiantes durante las clases. Concluimos que la gamificación es una estrategia poderosa para ayudar en el desarrollo del pensamiento computacional.

**Palabras clave:** Gamificación; Algoritmos; Ensamblaje; Programación.

## **1. Introdução**

Um problema recorrente em cursos de computação é o alto índice de reprovação em disciplinas dos primeiros períodos, muitas vezes acompanhadas da evasão de alunos. Esforços para tentar mitigar esse problema são constantes e várias iniciativas diferentes já foram experimentadas. Em Computational Thinking (Wing, 2006), Wing popularizou o termo pensamento computacional que associou com a habilidade para resolver problemas, projetar sistemas e compreender o comportamento humano. Ela defende que o pensamento computacional é uma habilidade fundamental para qualquer um, não somente para cientistas da computação, e que todas as crianças deveriam desenvolver o pensamento computacional na escola juntamente com a leitura, a escrita e a aritmética (Wing, 2010; Raabe, 2020).

Apesar de seu alcance, o termo pensamento computacional nunca foi definido de forma precisa, embora esforços tenham sido feitos nesse sentido (Raabe, 2020). Para Ribeiro, o pensamento computacional objetiva utilizar os fundamentos e recursos da computação para auxiliar nossa inteligência a abordar, identificar e solucionar quaisquer problemas que surjam (Ribeiro, 2017). Ribeiro diferencia o raciocínio lógico do computacional da seguinte forma: “O raciocínio ou pensamento computacional é visto como uma generalização do raciocínio lógico (...) o produto do raciocínio computacional é a sequência de regras que define a transformação, que comumente chamamos de algoritmo”, e fundamenta o segundo em três pilares:

- Abstração: Compreende as abstrações necessárias para dados e processos, e as técnicas de construção de soluções.
- Análise: Consiste de técnicas de análise de algoritmos quanto a sua correção, visibilidade e eficiência, sob diferentes aspectos.
- Automação: Envolve a mecanização das soluções (ou de suas partes), permitindo que máquinas nos auxiliem a solucionar os problemas.

A abstração está associada com a organização lógica dos dados e processos, sua representação e a descrição dos passos necessários para chegar à solução. A análise, com avaliar a viabilidade, a correção e a qualidade das soluções investigadas. A automação, com a participação efetiva dos computadores dando suporte à nossa inteligência, o que exige considerar o modelo computacional, a arquitetura e organização das máquinas envolvidas e a definição e utilização das linguagens formais utilizadas em todas as etapas da investigação intelectual (Wing, 2010).

Partimos da hipótese que o pensamento computacional pode ser trabalhado com turmas iniciais de cursos de computação (nível técnico e superior) para melhorar o entendimento e a motivação dos alunos, e conseqüentemente melhorar seu rendimento com impacto positivo para diminuir o fator de evasão. Este trabalho propôs o exercício do pensamento computacional dos alunos do ensino médio/técnico-integrado de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia utilizando a gamificação como estratégia motivacional. O objetivo foi analisar como o uso da gamificação pode favorecer o ensino/aprendizado da computação para alunos que não foram previamente alfabetizados na área.

## **2. Metodologia**

A inspiração desse trabalho nasceu da intuição que o aspecto motivacional dos jogos pode ser utilizado para auxiliar o processo de ensino/aprendizagem, particularmente no que diz respeito às disciplinas relacionadas com a construção de algoritmos. Inicialmente foi coletado material bibliográfico sobre o tema através da pesquisa em livros e bases de dados eletrônicas; com base no conhecimento adquirido foram escolhidas ferramentas e métodos e planejado o experimento. Investigar o processo de construção do conhecimento cognitivo, entretanto, é tarefa reconhecidamente desafiadora e para isso recorreremos à teoria dos modelos mentais. A presente pesquisa tem cunho qualitativo de natureza interpretativa e apoiou-se na análise de dados coletados num experimento de ensino (Pereira, 2018). Os conceitos envolvidos e as etapas empregadas na investigação são detalhados nos tópicos que seguem.

## **3. Referencial Teórico**

### **3.1. Gamificação**

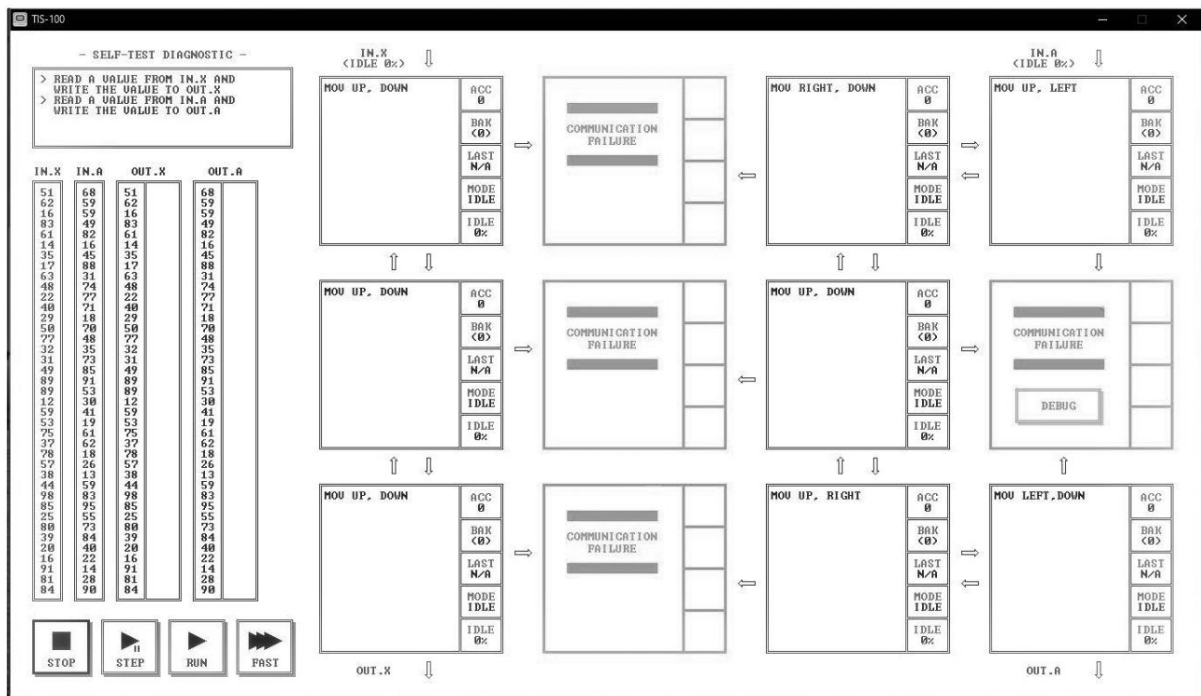
A gamificação é o processo ideal para fomentar engajamento no aprendizado, motivando o aluno e facilitando a mediação do professor e a análise dos resultados da ação (Kapp, 2012). Através do uso de mecânicas e dinâmicas de jogos procura-se engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos. O método é conhecido e está presente em treinamentos corporativos e na fidelização dos colaboradores das empresas (Schobel, 2019; Nannan, 2019; Tang, 2018; Xi, 2019).

A utilização de um jogo virtual apropriado para facilitar o ensino pode fornecer ao aluno um ambiente lúdico que utiliza tecnologias de modo estimulante, promovendo a familiaridade e tirando o foco do quadro e do professor, criando condições favoráveis para que o aluno procure ser protagonista no desenvolvimento de sua base de conhecimentos e aprenda a relacionar e aplicar os conceitos da área de computação (Sajana, 2015; Horn, 2016; Cass, 2017; Tang, 2018; Xi, 2019). O jogo escolhido para este trabalho foi o TIS-100 produzido pela empresa Zachtronics (Zachtronics, 2019), que estimula a utilização de seus jogos no ambiente acadêmico e os disponibiliza gratuitamente para instituições de ensino para uso com fins educacionais.

### 3.2. Jogo TIS-100

TIS-100 é um vídeo game com temática de programação desenvolvido pela empresa Zachtronics (Zachtronics, 2019). O jogo utiliza a programação assembly desafiando o jogador a desenvolver programas para corrigir o mal funcionamento do computador TIS-100 (acrônimo para Tessellated Intelligence System) inspirado nos computadores da década de 1980. A interface do jogo tem um visual retrô que apresenta para o jogador o computador TIS-100 como uma máquina de doze núcleos de processamento separados e interligados numa matriz de três por quatro (Zachtronics, 2019). Conforme a Figura 1, cada núcleo do TIS-100 isolado é um processador muito simples que contém apenas dois registradores: o registrador ACC, utilizado efetivamente na realização das operações, e o registrador BAK, de uso reservado para fazer cópia do ACC (backup). Os registradores têm capacidade para armazenar números inteiros de até três dígitos decimais. Cada núcleo também armazena sua própria programação, criada e fornecida pelo jogador, na forma de um código assembly específico de até dezesseis linhas.

Figura 1 - Ambiente do jogo.



Fonte: Autores.

A linguagem assembly utilizada no TIS-100 é uma versão simplificada das linguagens assembly existentes no mundo real. A programação do TIS-100 exige a divisão e organização

de tarefas para coordenar a ação dos doze núcleos para solucionar os desafios propostos pelo jogo.

### **3.3. Modelos mentais**

Neste trabalho recorreremos à teoria dos modelos mentais que entre outras vantagens permite estudar as representações facilitadoras da cognição humana abstraindo o modo como o cérebro processa internamente as informações no sistema nervoso central (Johnson, 1983). Não existe uma definição consensual explícita do que seja um modelo mental, entretanto existe um entendimento bem aceito de que um modelo mental funcional deve permitir a alguém responder cinco perguntas que descrevem e explicam o sistema que ele representa (Rouse, 1985):

- Como é o sistema (descreva o sistema)?
- De que o sistema é formado (descreva a estrutura do sistema)?
- Como ele funciona (explique o funcionamento)?
- O que ele está fazendo (preveja ou explique o estado do sistema)?
- Para que ele serve (descreva o propósito do sistema)?

O modelo mental construído pelos alunos para representar o funcionamento de um computador foi investigado através de questionários aplicados durante as aulas e da análise dos protocolos verbais e dos comportamentos dos alunos enquanto resolviam os problemas.

## **4. Realização do Experimento**

O experimento de ensino analisado neste artigo foi realizado com uma turma de 25 alunos do ensino médio/técnico-integrado de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, faixa etária de 14-16 anos, durante os cursos de verão (atividades de extensão) oferecidos em fevereiro de 2020 nos laboratórios de informática da unidade. O curso “Gamificação: aprendendo computação com jogos” foi realizado na forma presencial com duração de 8 horas, como piloto para uma experiência de gamificação utilizando o jogo TIS-100. Todos os dados relativos à experiência foram coletados de forma anônima e durante a realização do curso. O processo do experimento seguiu cronologicamente as seguintes etapas:

### **a) Etapa 1: Avaliação inicial**

Uma avaliação diagnóstica foi aplicada no início do curso com o propósito de conhecer melhor a formação dos alunos. Sendo esperados alunos não previamente alfabetizados na área, não convinha sobrecarregá-los com perguntas demais ou complexas. Perguntas abertas de cunho geral foram utilizadas e solicitadas respostas breves, além disso respostas do tipo “não sei” eram prováveis e perfeitamente válidas. Exemplos de perguntas colocadas para os alunos: “Você utiliza computador pessoal? Se sim, com que frequência?”, “Consegue enumerar as partes de um computador?”, “Como imagina que um computador funciona?”. Essa avaliação aconteceu antes da aula e ocupou cerca de 30 minutos.

### **b) Etapa 2: Aula inicial**

A aula inicial sobre o TIS-100 empregou cerca de 20 minutos de abordagem instrucionista para informar os alunos com o básico para capacitá-los a vencer o primeiro desafio da campanha. Aqui é preciso que o professor resista à tentação de sobrecarregar os alunos com informações, pois essas serão fornecidas depois, quando necessárias, durante o curso.

### **c) Etapa 3: Práticas dos alunos**

A campanha do TIS-100 é formada por uma série de desafios propostos aos alunos. Cada desafio exige o emprego das instruções já ensinadas para programação dos núcleos e a divisão e organização das tarefas entre eles.

Todas práticas foram acompanhadas por dois professores que trabalharam como monitores quando requisitados pelos alunos para esclarecer dúvidas sobre o funcionamento do TIS-100. Adicionalmente, em alguns pontos e em situações de impasse dos alunos diante dos desafios enfrentados, ocorreram intervenções dos professores para apresentar exemplos de programação para auxiliar os alunos na compreensão do uso das instruções do assembly e da divisão de tarefas entre os núcleos. Todas intervenções, entretanto, visavam inspirar os alunos para encontrarem sozinhos as soluções para os problemas concretos que surgiam e nenhuma intervenção ofereceu diretamente a resposta para um problema ou eliminou os desafios com que se confrontavam os alunos. Fica ressaltada a importância dos professores acompanharem de perto a evolução dos alunos para equilibrarem até onde oferecer ajuda sem eliminarem a saudável competição e os desafios naturais no jogo.

#### **d) Etapa 4: Coletas de dados**

Os dados coletados durante as práticas foram observados nas verbalizações de diálogos com os alunos durante os acompanhamentos na etapa 3. As etapas 3 e 4 foram executadas simultaneamente e todos os dados foram coletados de forma anônima e com o consentimento dos alunos.

#### **e) Etapa 5: Avaliação final**

Ao final do curso foi aplicada uma segunda avaliação diagnóstica considerando as questões apontadas por Rouse e Morris (Rouse, 1985), cujo objetivo foi levantar dados sobre o modelo mental funcional elaborado por cada aluno para representar um computador.

#### **f) Etapa 6: Interpretação dos dados coletados**

Os dados coletados compreendem as respostas das avaliações diagnósticas realizadas, mais as dúvidas e comentários dos alunos verbalizados durante as práticas. A interpretação dos dados tem um aspecto subjetivo, mas foi apoiada na experiência dos professores autores que lecionam a muitos anos disciplinas na área.

### **5. Resultados e discussões**

Dos dados coletados na etapa 1 inferimos que:

- a) Todos alunos que participaram do curso têm um computador em casa;
- b) Suas famílias utilizam o computador como aparelho doméstico para entretenimento (filmes e jogos) e para os filhos fazerem trabalhos escolares;
- c) Nenhum dos alunos faz ideia de como funciona realmente um computador;
- d) A maioria (72%) consegue enumerar os principais componentes de um computador - memória, processador, placa mãe, placa de vídeo, etc.
- e) Poucos (16%) conseguem explicar a função de cada componente;
- f) Apenas alguns (28%) apontaram que o computador pode ser programado por eles mesmos para realizar outras tarefas.

Dos dados coletados nas etapas 3, 4 e 5 inferimos que:

- a) Os alunos não fizeram distinção entre o TIS-100 e o computador real onde executaram o jogo, o modelo mental que construíram foi unificado para atender aos dois casos e as diferenças foram consideradas de escala;



- b) Muitos alunos enumeraram os componentes de um computador no primeiro questionário, mas os modelos mentais construídos não acompanharam as primeiras descrições;
- c) A maior parte dos alunos (72%) construiu um modelo monolítico caixa-preta onde o único componente existente era o próprio núcleo que realizava todas as funções;
- d) Uma quantidade menor (20%) construiu um modelo mental tripartido mais sofisticado com componentes encarregados respectivamente das funções de 1-entrada, 2-saída e 3-“pensamento”;

Apesar de terem participado do curso até o final e terem resolvido uma boa parte dos desafios propostos, dois alunos (8%) escolheram não responder as perguntas e caracterizamos o modelo construído por eles como desconhecido.

## **6.Considerações Finais**

A escolha do jogo TIS-100 foi orientada para trabalhar o pensamento computacional e foi verificado que cumpriu essa função satisfatoriamente. A campanha de desafios do jogo procura desenvolver no aluno conhecimentos e habilidades voltados para a lógica, organização e programação de computadores: aspectos que tocam os três eixos do pensamento computacional (Wing, 2010). A arquitetura virtual do TIS-100 é muito semelhante a existente em computadores reais e isso foi importante porque influenciou diretamente os modelos mentais construídos pelos alunos com impacto positivo para a utilização dos conhecimentos adquiridos.

A dificuldade inerente na adoção da linguagem assembly para o ensino do aluno iniciante não se revelou um fator negativo no experimento, ao contrário, a simplicidade dos comandos tornou mais fácil o aprendizado. Contribuiu para isso o minimalismo e realismo da arquitetura do TIS-100 que ocultou ao aluno todos os detalhes não essenciais que não são relevados na programação assembly das arquiteturas reais tradicionais. O experimento mostrou que o jogo TIS-100 funcionou como excelente material didático para trabalhar muitos conceitos básicos do pensamento computacional, além de estimular o interesse do aluno ao ponto que muitos deles comentaram que continuaram estudando (jogando) depois das aulas.

A aula inicial cumpriu o objetivo de ajudar os alunos a vencerem a barreira inicial e iniciarem bem a campanha do jogo. Também foi muito importante o acompanhamento dos professores monitores para esclarecer as dúvidas e auxiliar os alunos quando surgiam os

impasses. Tudo isso junto permitiu aos alunos uma experiência prazerosa com o jogo, o que foi motivador e aumentou as oportunidades de aprendizado e crescimento.

Para as avaliações diagnósticas realizadas durante o curso houve a preocupação de não enviesar a investigação. Considerando a curta duração do curso, não foi possível elaborar uma visão mais completa do processo de construção do modelo mental pelos alunos.

O experimento com o TIS-100 cumpriu o objetivo esperado, mas existem várias outras questões a serem estudadas utilizando esse jogo, seja em cursos de maior duração, seja com a criação de novos desafios uma vez que o jogo permite isso. Esperamos que outros experimentos de gamificação sejam realizados no futuro com esse ou outro jogo da Zachtronics.

## Referências

Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. 67-74. Santa Maria, RS, UFSM, NTE. Recuperado de <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>

Cass, S. (2017). Some assembly (language) required - Three games that make low-level coding fun. IEEE Spectrum, 54(5), 19-20.

Horn, B., et al. (2016). Design insights into the creation and evaluation of a computer science educational game. SIGCSE '16, 576-581, New York, NY, USA, ACM.

Johnson-Laird, P. (1983). Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness. Harvard University Press.

Kapp, K. (2012). The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer, San Francisco, CA.

Raabe, A. et al. (2020). Diferentes abordagens para a computação na educação básica. In: Computação na Educação Básica: Fundamentos e Experiências. Penso Editora.

Ribeiro, L., & Foss, L. (2017) Entendendo o pensamento computacional. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1707.00338.pdf>

Rouse, W., & Morris, N. (1985). *On Looking Into the Black Box: Prospects and Limits in the Search for Mental Models*. Georgia Institute of Technology.

Sajana, A., & Bijlani, K. & Jayakrishnan, R. (2015). An interactive serious game via visualization of real life scenarios to learn programming concepts. In: 6th ICCCNT.

Schobel, S., et al. (2019). Gamification of Online Training and its Relation to Engagement and Problem-Solving Outcomes. *Academy of Management Proceedings*.

Tang, J., & Zhang, P. (2018). Exploring the relationships between gamification and motivational needs in technology design. *International Journal of Crowd Science*, 3.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of ACM*, 49(3), 33-36.

Wing, J. M. (2010). *Computational thinking - What and Why?* Carnegie Mellon Univ.

Xi, N., & Hamari, J. (2019). Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction. *IJIM*, 46, 210-221.

Zachtronics (2019). Game development division of Alliance Media Holdings. Retrieved from <http://www.zachtronics.com/>

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Otávio de Souza Martins Gomes – 45%

Walace de Almeida Rodrigues – 45%

Raquel Aparecida Soares Reis Franco – 10%