

# Gamificando o Material Dourado: Uma Estratégia para o Auxílio do Ensino do Sistema Decimal de Numeração para Crianças com TEA

Isabel Cristina Siqueira da Silva

Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas – Universidade de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre – RS – Brasil

isabel.siqueira@ufcspa.edu.br

**Abstract.** *The gold bead material is a concrete resource that aims to help in the teaching-learning process of the decimal-positional number system and the four basic operations. However, for children with autism spectrum disorder (ASD), this process depends on their understanding the mathematical language, which is composed of symbols, algorithms, and processes. This work presents an experience report on the development of a gamified digital environment to help teach the foundation of these concepts. It is intended, therefore, that children with ASD can work on different forms of interaction and communication and reinforce learning with concrete activities introduced through the real golden material.*

**Keywords** — *Gold bead material, gamification, autism spectrum disorder, interaction*

**Resumo.** *O material dourado é um recurso concreto que visa auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e das quatro operações básicas. No entanto, para crianças com transtorno do espectro autista (TEA), este processo depende que estas compreendam a linguagem matemática, a qual é composta por símbolos, algoritmos e processos. Este trabalho traz um relato de experiência de desenvolvimento de um ambiente digital gamificado para auxiliar no ensino do fundamento destes conceitos. Visa-se, assim, que crianças com TEA possam trabalhar diferentes formas de interação e comunicação e reforçar o aprendizado com atividades concretas introduzidas através do material dourado real.*

**Palavras-chave** — *Material dourado digital, gamificação, transtorno do espectro autista, interação*

## 1. Introdução

A matemática traz benefícios a crianças com transtorno do espectro autista (TEA), pois estimula a concentração, a memória e o raciocínio lógico. Quando estas questões são associadas a jogos digitais e materiais gráficos digitais gamificados, possibilita-se atividades de interação além de uma aprendizagem de forma lúdica à criança [de Sousa e de Andrade, 2019] [Mazzo et al., 2017] [de Sousa e de Andrade, 2019] [Alves et al., 2020] [Neta e Negreiros, 2022].

Uma das metodologias voltadas ao processo de ensino-aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e das quatro operações básicas se baseia no emprego do material dourado que estimula a aprendizagem por meio do conhecimento matemático, da ideia de número e da sua construção. Este consiste em peças (geralmente de madeira) que representam as unidades, dezenas, centenas e milhar e permite ao aluno aprender conceitos matemáticos a partir da manipulação destas. O material dourado têm capacidade de dar significado aos conteúdos matemáticos a partir da construção de imagens concretas de relações numéricas abstratas [Santos e Pereira, 2016]. No contexto de crianças com TEA, o professor pode empregar o material dourado visando, além do ensino do sistema de numeração decimal, desenvolver nestas habilidades sensoriais, motoras além de linguagem e compreensão da matemática [Takinaga, 2015].

Nota-se a possibilidade de aliar as características pedagógicas do material dourado às vantagens do uso de aplicativos gráficos interativos e gamificados, que apresentem características lúdicas e de entretenimento, visando estimular crianças com TEA no aprendizado do sistema de numeração decimal. A vantagem de se ter uma versão gamificada

do material dourado é o reforço do conceito através de interação gráfica envolvendo desafios e recompensas. Para uma geração de crianças que já estão adaptadas, desde cedo, às novas tecnologias e interessadas em experiências que sejam mais dinâmicas e lúdicas, a inclusão de elementos de gamificação ao ensino pode tornar o aprendizado mais atrativo, divertido e desafiador, principalmente aquelas com TEA [Gardner, 1995] [Prensky, 2005].

Considerando tais aspectos, este trabalho traz um relato de experiência de desenvolvimento de um ambiente digital gamificado para auxiliar no ensino do fundamento destes conceitos. Visa-se, assim, que crianças com TEA possam trabalhar diferentes formas de interação e comunicação e reforçar o aprendizado com atividades concretas introduzidas através do material dourado real. Optou-se pelo desenvolvimento de um ambiente digital e gamificado ao invés de um jogo digital para que este ambiente fosse mais simples e fiel às experiências das crianças com o material dourado, procurando aliar conceitos apresentados pelos professores à construção do conhecimento relacionado ao sistema numérico decimal. No entanto, como o conceito de gamificação prega, tem-se elementos de desafio e recompensas aliados à ludicidade [da Silva e Bittencourt, 2016].

O público-alvo considerado foi composto por: (1) crianças do ensino fundamental que estão em processo de aprendizagem sobre o sistema de numeração decimal; (2) professores que ensinam conceitos relacionados ao sistema de numeração decimal-posicional. As próximas seções trazem mais detalhes sobre o levantamento de requisitos, o desenvolvimento do aplicativo e os resultados atingidos até o momento.

## 2. Material Dourado Digital e Gamificado para Crianças com TEA

Este estudo começa com o levantamento de requisitos junto a 11 professores que atuam no ensino fundamental ensinando conceitos do sistema de numeração decimal-posicional. Decidimos, no entanto, não abordar as quatro operações matemáticas básicas, focando apenas na representação dos números e considerando unidade, dezena e centena. Os requisitos para a aplicação gráfica, interativa e gamificada, representando digitalmente o material dourado foram:

- Versão digital com interação via mouse (versão *desktop*) ou *touch screen* (versão *mobile*).
- Simplicidade, com aparência e interação intuitivas e não cansativas.
- Gamificação, com desafios e indicação visual e sonora do cumprimento destes.
- Preocupação em não frustrar os usuários que estão em processo de aprendizagem sobre conceitos do sistema decimal de numeração.

O aplicativo desenvolvido pode ser acessado, de forma gratuita, através do *link*:

<https://www.construct.net/en/free-online-games/material-dourado-unidade-17824/play>.

Na sequência, as subseções apresentam a definição da interface gráfica, dos meios de interação com esta e nos elementos de gamificação implementados. Este trabalho empregou a metodologia de desenvolvimento centrada no usuário, na qual os professores que testariam o aplicativo participaram ativamente desde a sua idealização até os testes com alunos com TEA.

### 3.1 Interface Gráfica

A proposta do material dourado digital e gamificado foca na simplicidade e, assim, possui uma única tela, onde o treinamento de conceitos relacionados ao sistema decimal posicional pode ser realizado. A Figura 1 traz a imagem da interface gráfica desta proposta, a qual está dividida em duas partes principais:

- À direita, um quadro menor onde as peças podem ser escolhidas e selecionadas pelo usuário, no estilo “inventário”, comum em jogos digitais. Sempre que o usuário “usa” uma peça, outra fica disponível para uso;
- À esquerda, um quadro maior, local para onde as peças, selecionadas à direita, devem ser movimentadas e posicionadas. Logo abaixo de cada quadro relacionado à unidade, dezena e centena, tem-se uma área que exibe o número

decimal correspondente. Por fim, na parte mais inferior, um botão que permite reiniciar a interface gráfica, apagando as interações realizadas. Ao lado deste, uma área que sumariza o número formado após a interação do usuário.



Figura 1. Interface gráfica inicial do material dourado digital e gamificado.

A paleta de cores escolhida usa tonalidade pastéis, sendo três cores divididas entre unidade (roxo), dezena (laranja) e centena (verde) e uma cor para as peças que representam o material dourado real, buscando proximidade com um tom dourado. A proposta desta paleta é que não seja cansativa, uma vez que a criança poderá interagir com esta repetidas vezes, e permita categorizar o sistema numérico decimal.

Tem-se, ainda, a animação de uma mascote (abelha) que alterna informações em um balão de diálogo:

- Inicialmente, uma instrução sobre como funciona a interação: “Arraste a centena, a dezena ou a unidade para formar números de 1 a 999”.
- Após uma peça ser movida, a mensagem alterna para: “Clique no ponto de interrogação ‘?’ ou aguarde para ver o número formado”.

Estas informações serão abordadas com mais detalhes na próxima subseção.

### 3.2 Interação e Gamificação

A interação com a interface gráfica pode ser realizada de duas formas:

- 1) Duplo clique sobre as peças do material dourado, ação esta que desencadeia a movimentação automática da peça para o seu local específico à esquerda.
- 2) Clicando e arrastando a peça para o seu lugar específico.

Só é possível arrastar uma peça por vez; quando a peça arrastada atinge o seu quadro correspondente, e é posicionada, ou quando retorna para sua posição inicial, o usuário pode reiniciar a interação.

A interação (1) foi pensada considerando crianças que não têm a motricidade fina desenvolvida o suficiente para clicar sobre a peça e arrastá-la, soltando-a, na sequência, em sua posição específica. Assim, crianças com esta condição têm menos chance ficarem frustradas e desistirem do treinamento, pois assistem a peça escolhida ser movida para sua devida posição.

Já a forma (2) de interação trabalha a motricidade fina e, principalmente, os conceitos de unidade, dezena e centena. Quando a peça que está sendo arrastada é posicionada sobre o quadro correspondente, esta se encaixa neste automaticamente. No entanto, caso a peça não atinja a posição deste, retorna automaticamente para a posição inicial, permitindo novas tentativas e êxito para o usuário. Nenhum som indicando erro é emitido a fim de não gerar frustrações nos usuários.

Sempre que uma peça atinge o seu quadro correspondente, solta “partículas” ao se encaixar, como *feedback* visual, e emite um som de êxito de desafio completado, como

*feedback* sonoro (este pode ser desabilitado), que o desafio foi atingido. As cores das partículas seguem o padrão de cores para unidade, dezena e centena a fim de reforçar a categorização do sistema decimal de numeração (Figura 2).



**Figura 2. Partículas emitidas após a peça de centena ser posicionado sobre o seu quadro correspondente.**

Após uma peça atingir o seu quadro correspondente, a área logo abaixo deste “pisca”, alternando entre as cores preta e vermelha, para chamar a atenção do usuário para o desafio de identificar, mentalmente, o número formado em conjunto com os outros dois. O desafio fica ativo por 15 segundos e, caso o usuário não clique sobre o ponto de interrogação, o número formado é exibido. Na Figura 2, o número formado é o “100”.

Quando o usuário ultrapassa o limite de representação do símbolo de unidade (9 cubos), de dezena (9 fileiras com 10 cubos cada) ou de centena (9 quadrados com 100 cubos cada), o formato da peça muda para o seu subseqüente e a cor fica em vermelho durante a transição entre quadros (Figura 3). Partículas e som são também emitidos como forma de reforçar o *feedback* visual e complementar com áudio.

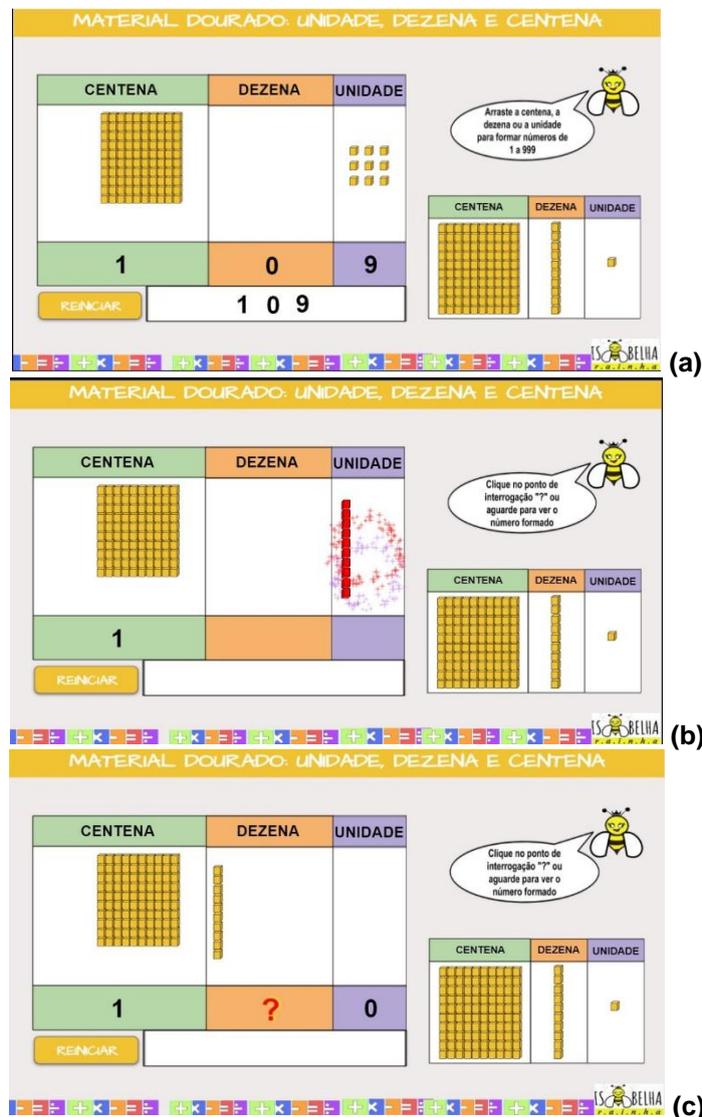
A próxima seção apresenta discute os testes realizados com o sistema gráfico interativo proposto.

### 3. Testes e Discussão

Devido à limitação do número de páginas deste artigo, não será possível apresentar e discutir em profundidade os testes e a avaliação realizados com o aplicativo desenvolvido. No entanto, destaca-se que, até este momento, o aplicativo foi testado por 11 professores de turmas do ensino fundamental, do 1º ao 5º ano, que incluem estudantes com TEA, dentre outros distúrbios do neurodesenvolvimento, em turmas regulares, juntamente a estudantes sem diagnóstico de TEA.

Aproximadamente, 10 estudantes diagnosticados com TEA usaram o aplicativo proposto como forma de estimulação complementar para os conceitos trabalhados com o material dourado físico. Os professores, após realizarem atividades com os alunos (tanto presenciais quanto *online*, quando estes passavam por períodos em que não frequentavam às aulas), indicaram um ganho significativo no aprendizado do sistema de numeração decimal além do aumento do interesse no uso do material dourado real.

Os professores indicaram que as diferentes possibilidades de interação permitiram uma inclusão maior de estudantes no uso do aplicativo e que estes demonstravam empenho e diversão ao completar os desafios. Alguns pais também relataram que os estudantes usaram o aplicativo em casa, precisando de pouco ou nenhum suporte durante o uso. Foram notados avanços no entendimento dos conceitos de unidade, dezena e centena.



**Figura 3. (a) Situação inicial; (b) Um décimo cubo é movido para o quadro “UNIDADE” e este se transforma, automaticamente, em uma fileira de 10 cubos vermelhos, movendo-se para o quadro “DEZENA”; (c) Situação final, com a interrogação incentivando o usuário a descobrir o novo número formado.**

#### 4. Considerações Finais

Este artigo apresentou um relato de experiência sobre o desenvolvimento de uma aplicação gráfica e interativa que retrata o material dourado. Nesta, foram inseridas características de gamificação, com a inserção de desafios e *feedbacks* visuais e sonoros sempre que os usuários completam tais desafios.

Testes iniciais indicam que professores que ensinam sistemas de numeração decimal em turmas de 1º a 5º ano do ensino fundamental, as quais têm a presença de alunos com TEA, notaram maior interesse e dedicação desses alunos no processo de ensino-aprendizagem. A questão da gamificação na versão digital do material dourado auxiliou a apresentação de conceitos básicos envolvendo unidade, dezena e centena e a realização de exercícios, potencializando o conhecimento destes conceitos e auxiliando no desenvolvimento do raciocínio lógico matemático.

Destaca-se que, na revisão bibliográfica realizada, não foram encontrados trabalhos com propostas similares a apresentada neste artigo, focando na representação digital e gamificada mais próxima do material dourado e sem a inserção de estórias e cenários no estilo *cartoon*. Optou-se por uma proposta mais simples visando não desviar a atenção de crianças com autismo e auxiliar a aprendizagem dos fundamentos do sistema numérico decimal de forma mais intuitiva. Como trabalhos futuros, pretende-se estender este estudo, incluindo milhar e abordando as quatro operações básicas – adição, subtração, multiplicação e divisão.

## Referências

- Alves, A. G., Chaves, J. E., & Cordeiro, A. M. (2020, November). Interface tangível com material dourado em jogo digital de aprendizagem de matemática. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 612-621). SBC.
- da Silva, I. C. S., & Bittencourt, J. R. (2016). Game thinking is not game design thinking! Uma proposta de metodologia para o projeto de jogos digitais. *Proceedings of the XV SBGames*, 295-304.
- de Sousa, J. J., & de Andrade, S. (2019). O autismo e a aprendizagem: Uma análise do desenvolvimento matemático por um aluno na sala de AEE. *Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em ciências (CONAPESC)*.
- Mazzo, S. C., Centurión, R. B. M., & dos Santos, R. P. L. (2017). Autismo e as possibilidades de ensino visando o desenvolvimento lógico matemático. *Acta Científica*, 26(1), 47-56.
- Neta, M., & Negreiros, A. M. (2022). O ensino de matemática para alunos autistas nas salas de recursos multifuncionais de São Raimundo Nonato-PI. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus São Raimundo Nonato.
- Santos, L. S. e Pereira, P. E. D. (2016) O Uso do Material Dourado como Recurso no Ensino de Matemática: Adição e Subtração em Foco. In: IX Encontro Paraibano de educação matemática. Campina Grande. *Anais... Campina Grande: Realize Eventos Científicos & Editora*, 2016.
- Takinaga, S. S. (2015) Transtorno do Espectro Autista: Contribuições para a Educação Matemática na perspectiva da Teoria das Atividades. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática), PUC, São Paulo.
- Gardner, H. (1995) *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*, Porto Alegre: Artes Médicas.
- Prensky, M. (2005) Computer games and learning: Digital gamebased learning, in Raessens, J. Goldstein, J.H. (Ed.), *Handbook of computer game studies*. ed. Cambridge, Mass: MIT Press, pp. 97-122.