

# Experiências de um Jogo Educacional Digital para auxiliar no Processo de Ensino-Aprendizagem de Transformações Químicas para o Ensino Médio

Roberto Mayer, Paulo Varela, Michel Albonico, Adair Rohling, Vilmar Steffen

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
– 85.601-850 – Francisco Beltrão – PR – Brazil

paulovarela, michelalbonico, adairrohling, steffens@utfpr.edu.br

**Abstract.** *In this paper, we present an educational game for learning chemical transformations in high school. The main idea is a RPG (Role-Playing Game) where the game player has to complete missions by combining chemical elements and killing opponents, aiming at earning rewards and new content. For each combination of elements, the player sees the chemical transformations. Then, the element resulting from the chemical transformation appears in its inventory. The game is developed in Java object-oriented programming language, with 2D graphics to assist teachers and students and teaching and learning process.*

**Resumo.** *Neste artigo é relatado a experiência na criação e aplicação de um jogo educacional digital voltado para o aprendizado de transformações químicas para o ensino médio. A ideia principal é apresentar um jogo de RPG (Role-Playing Game) onde o personagem principal tem que cumprir missões através da combinação de elementos químicos e derrotar oponentes para ganhar recompensas e novos conteúdos. A cada combinação de elementos efetuada, o jogador visualiza informações da transformação química. A partir disso, o elemento resultante da transformação passa a constar no seu inventário. O jogo foi desenvolvido em linguagem de programação Java, e com gráficos 2D para auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem.*

## 1. Introdução

Ao longo dos anos, os jogos digitais tem proporcionado uma transformação no ambiente educacional, principalmente pela atratividade e capacidade de auxiliar alunos no desenvolvimento cognitivo, tanto na esfera lógica quanto na esfera crítica. Sendo assim, os jogos digitais estão sendo introduzidos em sala de aula como ferramentas lúdicas no processo de ensino-aprendizagem [Santos and Alves 2019]. Cabe destacar as aplicações em diversas áreas do conhecimentos, tais como: (i) matemática [Hoffmann et al. 2016] [Oliveira and Silva 2018]; (ii) alfabetização [Morais et al. 2018] [Aires et al. 2019]; (iii) história [Prazeres and Silva 2020]; (iv) língua portuguesa [Aguar 2017] [Assunção and Araújo 2017]; e, (v) química [Peres et al. 2018].

Os jogos educacionais digitais, quando aplicados no processo de ensino-aprendizagem, buscam despertar o interesse dos alunos pelo uso de uma metodologia cativante, lúdica e desafiadora [Santos and Alves 2019]. E os resultados apresentados

são um estímulo para o desenvolvimento de novos jogos que proporcionem a abordagem de conteúdos de maneira atrativa, favorecendo assim, a tomada de decisões, o raciocínio lógico, a análise de resultados e a revisão de conceitos [Aires et al. 2019] [Santos and Alves 2019]. Neste ponto, a importância de introduzir jogos educacionais digitais no cotidiano dos alunos reside no fato de se aprender brincando. Muitas crianças em idade escolar já estão diretamente vinculadas a dispositivos tecnológicos, o que gera uma maior facilidade para manuseio de ferramentas e tecnologias [Aguilar 2017] [Santos and Alves 2019] [Fiorio et al. 2019]. Diante disso, apresentar a elas a possibilidade de aprendizado em formato de um jogo digital proporciona mais opções e formas de produzir, construir e se desenvolver.

No entanto, a aplicação de jogos para fins educacionais implica em algumas vantagens e desvantagens. Neste caso, uma das principais vantagens residem na fixação de conceitos já aprendidos de forma motivadora e com significação de conceitos aparentemente incompreensíveis. Entretanto, as principais desvantagens estão relacionadas a utilização do método como um apêndice em sala de aula, deixando os alunos jogarem sem qualquer objetivo porque jogam, e o excesso do uso do jogo em sala, sacrificando assim, outros conteúdos que deveriam ser abordados [Grando 2001].

Uma das áreas de conhecimento que demanda de aplicações de software é a área de química, pois existem diversas lacunas que precisam ser preenchidas. Por exemplo, o desenvolvimento de novos jogos com finalidades educacionais podem vislumbrar novas perspectivas para o ensino de transformações químicas, tendo como objetivo, a incorporação na prática diária e interativa dos conteúdos. Tendo em vista, a carência de jogos educacionais atrelados a conceitos e apresentação da tabela periódica no ensino de química, apresentamos neste artigo uma alternativa de cunho educacional, que visa envolver o aluno no aprendizado de conteúdos através de um jogo digital em duas dimensões - 2D. Neste caso, o jogo apresentado neste artigo é voltado para alunos do ensino médio, mas podendo ser aplicado a alunos do 9º ano do ensino fundamental.

A principal contribuição deste artigo é relatar a experiência na criação e aplicação de um novo jogo educacional digital para o ensino de transformações químicas no formato de RPG (*Role-Playing-Game*). O jogo foi desenvolvido em Linguagem Java e consiste em desbravar um mundo fictício em 2D, vivenciado pelo personagem principal (*game player* / aluno) em aventuras, onde é necessário a utilização de elementos químicos para avançar as fases (missões). Em correlato, o jogo é capaz de exemplificar um conteúdo teórico em algo mais prático e atrativo, demonstrando como de fato é a aplicação do que foi estudado em sala de aula juntamente com o intuito de facilitar a compreensão desses conceitos.

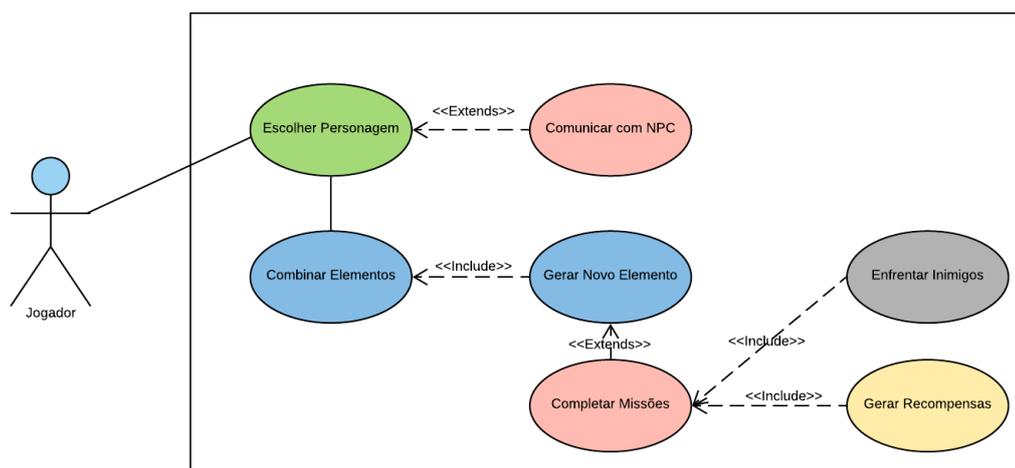
Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são apresentados os materiais e métodos, na seção 3 são evidenciados os resultados e na seção 4 é apresentado um comparativo com a literatura. E, por fim, na parte 5 as conclusões e as indicações de trabalhos futuros.

## 2. Materiais e Métodos

Inicialmente a pesquisa se deu em torno de encontrar softwares e jogos com semelhanças a nossa proposta. Entretanto, a grande maioria dos jogos na área de química não tem seu objetivo vinculado ao processo de ensino-aprendizagem. Diante disso, identificamos

uma área a ser explorada, que é a aprendizagem de transformações químicas por meio de um jogo, ou seja, representar de uma forma lúdica as combinações de elementos que fazem parte de nosso dia a dia. Observamos também que alguns jogos, não educacionais, apresentam pontos simplificados da interação entre objetos, tais como: fogo, água, vida, casa, entre outros, criando assim novas formas, tanto de vida, como de novos objetos para serem utilizados em novas combinações.

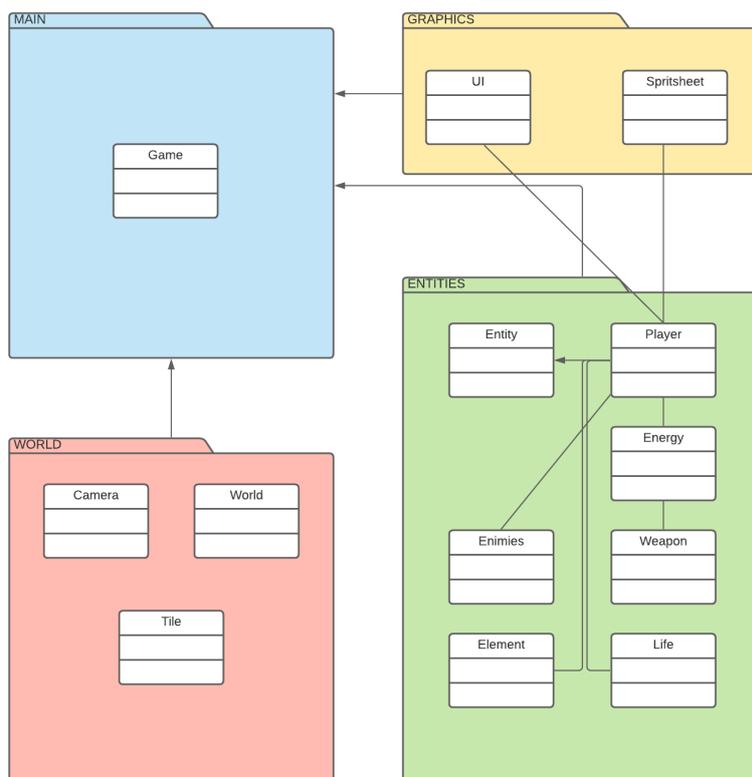
Durante o processo de desenvolvimento do jogo educacional foram desenvolvidos representações gráficas (diagramas) com o objetivo do entendimento da estrutura e das principais funcionalidades. Na Figura 1, é apresentado um diagrama de caso de uso, que visa representar as ações do usuário no jogos [Guedes 2018]. Na etapa de engenharia de requisitos foram definidos os seguintes requisitos: (i) o jogador pode escolher o personagem baseado em habilidades; (ii) a combinação de elementos químicos geram novos elementos; (iii) missões funcionam como níveis de aprendizado, ou seja, quanto mais se avança nas missões mais conteúdos e mais transformações químicas acontecem no jogo; (iv) ter personagens inimigos (oponentes) no jogo para haverem batalhas e ganho de recompensas.



**Figura 1. Diagrama de Caso de Uso - Visão Geral**

Para a codificação e desenvolvimento optou-se pelo paradigma de orientação a objetos e a linguagem de programação Java. A Figura 2 apresenta o diagrama de classes com as principais classes da nossa solução. O diagrama de classes possui quatro principais elementos e representado por pacotes, que são: *Graphics*, *World*, *Main* e *Entities*. O pacote de classes *Graphics* é responsável pela renderização e *sprites*; Já o pacote de classes *World*, atua na renderização do mundo e oponentes. O pacote *Entities*, é encarregado de gerir aspectos do jogo, como características do jogador, comportamentos de inteligência artificial e estrutura de jogabilidade. E, por fim, o pacote *Main*, no qual carrega e disponibiliza graficamente as ações feitas, além de gerenciar a frequência de frames apresentados e a inicialização dos mundos.

O ciclo de vida do projeto do jogo educacional digital foi dividido em 3 etapas, conforme evidenciado na Figura 3, sendo cada etapa dividida em sub-fases. Na etapa de Análise e Projeto é onde foram definidos os requisitos e estruturado o modelo do pro-



**Figura 2. Diagrama de Classes - Visão Top-Down**

jeto do jogo, tais como, diagramas, personagens e protótipos de interfaces. Na etapa de desenvolvimento o processo é dividido em 3 sub-fases que são: (i) desenvolvimento do método principal, que compreende a base estrutural da implementação para que os componentes e métodos possam ser acoplados; (ii) desenvolvimento dos gráficos através de ferramentas para a criação das Sprites do mapa e personagens; e, (iii) desenvolvimento específico, que consiste no desenvolvimento de métodos capazes de possibilitar a jogabilidade. Ao final, são realizados os testes estruturais, de gráficos e de jogabilidade, bem como, a validação com professores e alunos do ensino médio que foi coletada através de *feedbacks* qualitativos.



**Figura 3. Ciclo de Vida do Desenvolvimento**

Na seção 3 são apresentados os resultados, ou seja, o jogo educacional digital com suas funções aplicadas ao conteúdo de transformações químicas, e os *feedbacks* das validações.

### 3. Resultados: O Jogo Educacional Digital

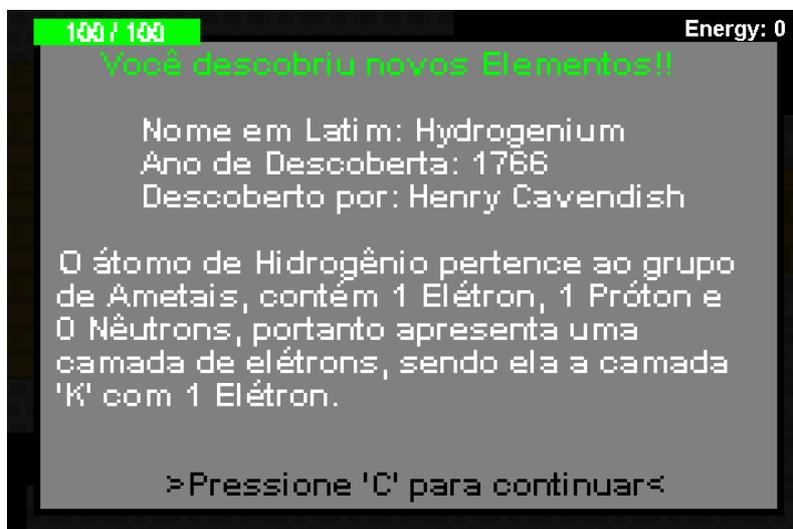
O jogo tem início com o personagem principal em uma sala no que parece ser um castelo antigo. O protagonista se depara com letras e um cajado em sua frente, e a figura de um

velhinho o espera querendo conversar (Figura 4). O personagem que o espera é Pandalf (o Atrasado), que agirá como seu orientador por toda sua jornada, explicando sobre o mundo ainda não descoberto dos elementos, suas origens e possibilidades.



**Figura 4. Cenário inicial do jogo educacional digital**

Ao encostar nas letras até então sem significado, o cajado se manifesta mostrando sua origem e dados científicos conforme evidenciado nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5. Tela de Descoberta de Elementos**

Ao tocar em todas as letras presentes no ambiente (cenário) o protagonista percebe que consegue conectá-las, ou seja, combiná-las e formar assim um novo elemento (Figura 7). Com isso, o cajado está pronto para a utilização do uso de matérias energéticas encontradas ao redor do mapa. Por exemplo, o protagonista verifica que seu cajado começa a disparar água (elemento químico transformado depois de encostar em dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio) de seu cristal para derrotar os oponentes que lhe atacam, fazendo com que eles desapareçam.

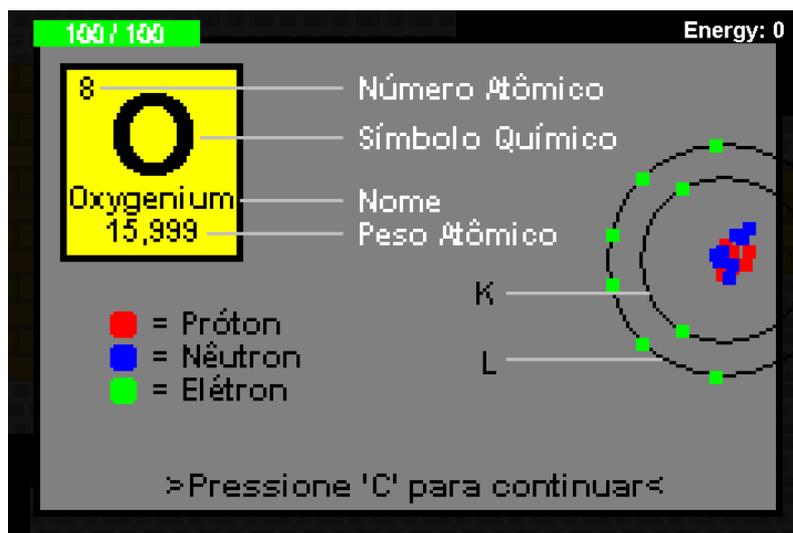


Figura 6. Tela de Exposição de Conteúdo

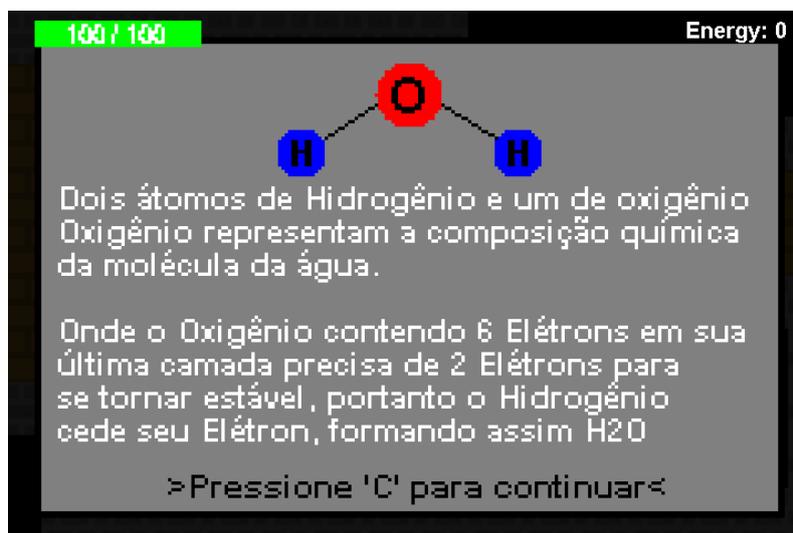


Figura 7. Tela de Exposição de Conteúdo

### 3.1. Aplicação em Sala de Aula

Para efetivar a validação do jogo educacional digital proposto neste artigo, testamos o jogo em 3 (três) turmas do primeiro ano do ensino médio de 3 (três) escolas públicas da região Sudoeste do Paraná, bem como, para os professores de Química das referidas escolas. Em correlato, aplicamos um formulário para coletar *feedbacks* das impressões e da verificação se o jogo pode ser usado como ferramenta educacional digital no processo de aprendizagem de transformações químicas.

Obtivemos o retorno de 88 de um total de 120 alunos, ou seja, cerca de 73,3% de efetividade. Para mais de 93% dos alunos o jogo educacional digital é atrativo e fez querer aprender mais sobre os conteúdos para conseguir ter melhor desempenho no jogo. Este fato, é um indicador que o jogo educacional digital proposto neste artigo possui o viés educacional, e portanto, pode ser considerado de estímulo a aprendizagem de transformações e elementos químicos. Em correlato, percebeu-se que para mais de 82% dos alunos, o

jogo proposto é de fácil jogabilidade e o estilo RPG em 2D chama a atenção e foi classificado como adequado para o objetivo. Cerca de 33% dos alunos indicaram que o jogo poderia ser no formato 3D e possuir animações nas apresentações dos conteúdos. E por fim, alguns professores que efetuaram a avaliação e manuseio do jogo educacional relataram:

- (i) *”o software está bem estruturado e fundamentado na apresentação dos conteúdos”*;
- (ii) *”a jogabilidade é simples de de fácil entendimento”*;
- (iii) *”a ferramenta utiliza elementos químicos de um forma que ainda não tinha visto, vou começar a usar o jogo nas minhas aulas”*.

Diante do exposto, denota-se que o jogo educacional digital relatado neste artigo, contribui para auxiliar no aprendizado de elementos e transformações químicas é relevante e tem sua aplicabilidade em conteúdos da disciplina de Química para o ensino médio.

#### 4. Comparação com a Literatura

Com o intuito de verificar as características principais do nosso jogo digital educacional, foi realizado um estudo comparativo na literatura buscando diferentes soluções similares. Verificou-se que existem diferentes ferramentas e bibliotecas correlatas para aprendizagem de química e com objetivos diversos. O resultado desse comparativo é demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1. Comparativo com a Literatura**

Nome	Combinações de Elementos	Utilização da tabela periódica	Enredo existente	Estruturas moleculares	Propósito educacional
[Chernykh, 2020]		X		X	X
[Barreto <i>et al.</i> , 2017]			X		X
[Peres <i>et al.</i> , 2018]			X		X
<b>Jogo Educacional Digital Proposto</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

Como pode ser visto neste Comparativo com a Literatura, apenas algumas ferramentas utilizam a combinação de elementos para representar a geração de um novo elemento, ou seja, uma transformação química e de estruturas moleculares [Barreto 2017] [Peres et al. 2018] [Chernykh 2020]. Boa parte das soluções levantadas não utiliza a tabela periódica como base para propor o ensino, sendo somente partes específicas do ensino de química. No entanto, algumas ferramentas já desenvolvidas apontam que possuem um enredo para apresentar o conteúdo, tal característica também apresentada no nosso trabalho.

Com isso, percebe-se que o jogo educacional digital proposto possui características que o habilitam para ser uma ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de transformações químicas que tem como base estrutural a tabela

periódica. Além disso, a proposta de conter um enredo (história atrelada ao conteúdo) e ser um jogo RPG, faz com que haja uma maior atratividade pelos estudantes, e por consequência os beneficia diretamente por ser capaz de auxiliar no desenvolvimento cognitivo e lógico dos alunos.

## 5. Conclusões

Os conteúdos de química, principalmente os atrelados às transformações químicas é uma das áreas educacionais que existem diversas lacunas, onde o desenvolvimento de novos ambientes digitais se faz essencial. Com isso, é de suma importância o desenvolvimento de jogos educacionais que auxiliem em todos processos de ensino-aprendizagem de conteúdos da área de química. O jogo educacional digital proposto neste artigo permite a aprendizagem de conteúdos através de um RPG em 2D levando aos usuários uma forma lúdica de aprendizagem.

Neste artigo, procuramos apresentar de forma breve o jogo, através de representações gráficas, demonstração de alguns elementos e um pequeno exemplo da abordagem dos conteúdos. Realizamos a validação com alunos e professores do ensino médio de 3 escolas da rede pública de ensino da região Sudoeste do Paraná, que nos retornaram *feedbacks* para melhoria do software educacional.

Relata-se, que o jogo encontra-se em desenvolvimento contínuo, principalmente no desenvolvimento de novas fases e inserções de conteúdo. Com isso, progressos ainda estão ocorrendo, tal como: ferramenta de galeria de átomos, onde cada átomo pode ser explorado individualmente, conforme a descoberta de novos, bem como, quais ligações podem ser moldadas para a formação de uma molécula.

Sendo assim, é notável que os jogos digitais educacionais de maneira geral exercem uma enorme influência tanto em jovens quanto em adultos. Observa-se que é crucial trazer novos meios e técnicas para uma melhor exploração de conceitos e do ensino de conteúdos com uma visão mais lúdica e interativa. E, buscar novos recursos para a educação sempre tem consequências positivas, pois evidenciar diversas formas de aprendizagem sempre traz novas experiências, que no futuro podem ser usadas como fonte para novas aplicações.

## Referências

- Aguiar, A. P. S. (2017). Electronic games and portuguese language teaching: some reflections. *Linguagem e Tecnologia*, (10).
- Aires, S., Santos, Y., de Andrade, M. A. A., Araújo, L., and Madeira, C. (2019). Chute certo: Um jogo digital educativo para auxiliar no processo de alfabetização. *Anais do Workshop de Informática na Escola - WIE*, (25).
- Assunção, F. N. and Araújo, N. M. S. (2017). Jogo desenvolvido no rpg maker mv para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de ortografia da língua portuguesa. *XIII Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação*.
- Barreto, G. S. N. Xavier, J. L. S. J. D. M. N. A. S. (2017). O processo de criação de um software educacional para o ensino e aprendizagem de química. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 1(2).

- Chernykh, T. (2020). Periodic table. *Disponível em: <https://www.chernykh.tech/> Acesso em: 01/07/2021.*
- Fiorio, R., Varela, P., Albonico, M., and Semler, J. R. (2019). Linguisticun: Uma ferramenta de auxílio ao ensino da língua portuguesa e à linguística computacional. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE.*
- Grando, R. C. (2001). O jogo da educação : Aspectos didáticos - metodológicos do jogo na educação matemática. *Unicamp.*
- Guedes, G. T. A. (2018). *UML 2 - Uma Abordagem Prática.* Novatec.
- Hoffmann, L. F., Barbosa, D. N. F., and Santos, P. R. D. (2016). Aprendizagem baseada em jogos digitais educativos para o ensino da matemática. *Revista Cocar.*
- Morais, E. V. D., de Castro, M. P., and dos Santos, U. N. (2018). Jogos digitais como ferramenta de auxílio na alfabetização: Um relato de experiência. *Revista Tecnologias na Educação, (25).*
- Oliveira, G. M. S. and Silva, M. F. (2018). Química em atividade: Participação de educandos do ensino médio no design de jogos digitais educacionais para educação do campo. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE.*
- Peres, F., ao, T. P. F., Moraes, D., and da Silva Aquino, J. R. (2018). Química em atividade: Participação de educandos do ensino médio no design de jogos digitais educacionais para educação do campo. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE.*
- Prazeres, E. F. and Silva, B. M. V. (2020). Jogo digital e história local: uma experiência com o quiz cametaense. *Revista Cocar, 14.*
- Santos, W. and Alves, L. (2019). Pajed: Um programa de avaliação de jogos digitais educacionais. *Revista Cocar, (14).*