

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO  
CURSO DE LICENCIATURA EM INFORMÁTICA

ROBERTO JUNIOR SAVI MAYER

**CONNELEMENT: UM JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA O  
ENSINO DA COMPOSIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO  
2021

ROBERTO JUNIOR SAVI MAYER

**CONNELEMENT: UM JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA O  
ENSINO DA COMPOSIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Informática.

Orientador: Paulo Júnior Varela

Coorientador: Vilmar Steffen

FRANCISCO BELTRÃO  
2021

---

**TERMO DE APROVAÇÃO****TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC****CONNELEMENT: UM JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA O ENSINO DA COMPOSIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

Por

**Roberto Junior Savi Mayer**

Monografia apresentada às 20 horas e 15 min. do dia 10 de maio de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado **APROVADO**.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Michel Albonico	Membro
Prof. Dr. Adair Jose Rohling	Membro e Professor Responsável TCC
Prof. Dr. Paulo Júnior Varela	Orientador
Prof. Dr. Vilmar Steffen	Coorientador

---

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um jogo educacional digital voltado para o processo de aprendizagem de quais elementos químicos fazem parte da estrutura molecular de algumas substâncias. O jogo é voltado para alunos dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio. O jogo é baseado em RPG (Role Playing Game) em duas dimensões - 2D. Foram utilizados para o desenvolvimento o paradigma orientado a objetos com a linguagem de programação Java. Foi desenvolvido um enredo para tornar o jogo atrativo, lúdico e aplicável no ambiente de ensino, proporcionando uma jogabilidade de fácil assimilação, objetivando o entendimento dos conteúdos, sendo assim tornando o jogo uma ferramenta de apoio aos professores e alunos no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de Química.

**Palavras-chave:** Jogo Educacional. Composições Químicas. Química. Java.

## ABSTRACT

This work presents the development of a digital educational game aimed at the process of learning which chemical elements are part of the molecular structure of some substances. The game is aimed at students in the final years of elementary and high school. The game is based on RPG (Role Playing Game) in two dimensions - 2D. The object-oriented paradigm with Java programming language was used for the development. A plot was developed to make the game attractive, playful and applicable in the teaching environment, providing easy to assimilate gameplay, aiming at understanding the contents, thus making the game a tool to support teachers and students in the process of teaching learning Chemistry content.

**Keywords:** Educational Game. Chemical Compositions. Chemistry. Java.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de um Átomo . . . . .	18
Figura 2 – Camadas Eletrônicas . . . . .	19
Figura 3 – Tabela Periódica . . . . .	20
Figura 4 – Ligação Iônica . . . . .	23
Figura 5 – Ligações Covalentes . . . . .	23
Figura 6 – Ligações Metálicas . . . . .	23
Figura 7 – Ciclo de Vida do Projeto . . . . .	28
Figura 8 – Diagrama de Caso de Uso - Visão Geral do ConnElement . . . . .	31
Figura 9 – Diagrama de Classes - Visão Top-Down - ConnElement . . . . .	31
Figura 10 – Menu Principal do Jogo . . . . .	32
Figura 11 – Fase Beta - Início. . . . .	32
Figura 12 – Diálogo Descritivo (Oxigênio)- Pandalf . . . . .	33
Figura 13 – Diálogo Técnico (Estrutura Atômica Oxigênio) - Pandalf . . . . .	33
Figura 14 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular) - Pandalf . . . . .	34
Figura 15 – Diálogo Descritivo (Hidrogênio) - Pandalf . . . . .	34
Figura 16 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular Hidrogênio) - Pandalf . . . . .	35
Figura 17 – Diálogo Descritivo (Ouro) - Pandalf . . . . .	35
Figura 18 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular Ouro) - Pandalf . . . . .	35
Figura 19 – Código-Fonte Principal (Método Render) . . . . .	36
Figura 20 – Código-Fonte de Leitura dos Mapas . . . . .	36
Figura 21 – Código-Fonte de Leitura dos Mapas . . . . .	37
Figura 22 – Mapa Fase 1 . . . . .	37
Figura 23 – Código-Fonte de Declaração das Strings . . . . .	38
Figura 24 – Código-Fonte de Renderização das Telas . . . . .	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela Comparativa com a Literatura. . . . .	25
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 MATERIAS E MÉTODOS	10
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	11
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1 O QUE É JOGO?	12
2.2 JOGOS EDUCACIONAIS	13
2.3 JOGOS EDUCACIONAIS DIGITAIS	15
2.4 QUÍMICA	16
2.4.1 Introdução à Química	16
2.4.2 Química na escola	17
2.4.3 Composições Químicas e Elementos	18
2.4.3.1 Átomo	18
2.4.3.2 Tabela Periódica	19
2.4.3.3 Ligações Químicas	22
2.5 JOGOS EDUCACIONAIS NA QUÍMICA	24
2.6 COMPARATIVO COM A LITERATURA	24
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	25
<b>3 – MATERIAS E MÉTODOS</b>	<b>26</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA	26
3.2 MATERIAIS	26
3.2.1 UML - Unified Modelling Language	26
3.2.2 Java	27
3.2.3 Modelagem de Personagens 2D - PAINT.NET	27
3.3 MÉTODOS	27
3.3.1 Orientação à Objetos	27
3.3.2 Ciclo de Vida do Desenvolvimento	28
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	29
<b>4 – RESULTADOS</b>	<b>30</b>

4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENREDO . . . . .	30
4.2	MODELAGEM E ESCOPO DO JOGO CONNELEMENT . . . . .	30
4.3	O JOGO CONNELEMENT . . . . .	32
4.4	PRINCIPAIS CÓDIGOS . . . . .	35
4.5	FEEDBACK DE JOGADORES . . . . .	39
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO . . . . .	39
<b>5</b>	<b>– CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>40</b>
5.1	LIMITAÇÕES . . . . .	40
5.2	TRABALHOS FUTUROS . . . . .	41
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os jogos digitais tem proporcionado uma transformação no ambiente educacional, principalmente pelo seu apelo de atratividade e por ser capaz de auxiliar no desenvolvimento cognitivo, tanto na esfera lógica quanto na esfera crítica dos alunos. Sendo assim, os jogos digitais estão sendo introduzidos em sala de aula como ferramentas lúdicas no processo de ensino-aprendizagem (SANTOS; ALVES, 2019). Cabe destacar as aplicações em diversas áreas do conhecimentos, tais como: (i) matemática (HOFFMANN; BARBOSA; SANTOS, 2016; OLIVEIRA; SILVA, 2018); (ii) alfabetização (MORAIS; CASTRO; SANTOS, 2018; AIRES et al., 2019); (iii) história (MESQUITA, 2018; PRAZERES; SILVA, 2020); (iv) língua portuguesa (AGUIAR, 2017; ASSUNÇÃO; ARAÚJO, 2017); e, (v) química (XAVIER et al., 2017; 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; 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; ALVES, 2019). Neste ponto, a importância de introduzir jogos educacionais digitais no cotidiano dos alunos reside no fato de aprender brincando. Muitos jovens em idade escolar já estão diretamente vinculadas a dispositivos tecnológicos, o que gera uma maior facilidade para manuseio de ferramentas e tecnologias (AGUIAR, 2017; SANTOS; 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.

A principal contribuição deste trabalho é apresentar um jogo educacional digital para o ensino da composição de substâncias 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 substâncias químicas 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, com o intuito de facilitar a compreensão de tais conceitos.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como dinamizar, diversificar e tornar mais atrativo o processo de ensino-aprendizagem sobre elementos e composições de substâncias químicas no ensino de Química?

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão divididos em objetivo geral que delimita o escopo da aplicação, e objetivos específicos, que visam dar o suporte para que a aplicação seja desenvolvida.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Construir uma ferramenta de apoio ao ensino dos conteúdos de Química por meio tecnológico, desenvolvendo um jogo educacional digital em duas dimensões no estilo Role-Playing Game (RPG) para o ensino de elementos e composições de substâncias químicas, visando uma maior interação entre o aluno e os conteúdos de Química.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Criar cenários e personagens interativos que representem de forma lúdica as estruturas moleculares de elementos da tabela periódica pela produção de gráficos em ambiente de duas dimensões (2D);
- Proporcionar uma jogabilidade de fácil assimilação para atrair alunos do ensino médio para intermediar a aprendizagem, objetivando o entendimento dos conteúdos;
- Tornar o jogo uma ferramenta de apoio para professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem de estruturas moleculares;

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Uma das áreas de conhecimento que carece de diversas aplicações é a área de química, pois existem diversas lacunas em relação a dificuldade de aprendizagem dos alunos que precisam ser preenchidas. Tendo em vista, a carência de jogos educacionais atrelados a conceitos e apresentação da tabela periódica no ensino de química, apresentamos neste trabalho 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 é voltado para alunos do ensino médio, mas podendo ser aplicado a alunos do 9<sup>o</sup> ano do ensino fundamental.

Sendo assim ConnElement apresenta um personagem controlado por meio de níveis, descobrindo caminhos e desvendando os mistérios da tabela periódica e como a utilizar para a explicação de substâncias químicas encontradas no ambiente e sua estrutura.

## 1.4 MATERIAS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o conceito de programação orientada à objetos. Com isso, foram utilizadas para modelagem os diagramas da UML (Unified Modeling Language), e Java como linguagem de desenvolvimento. Para o desenvolvimento dos cenários e dos personagens foi utilizado o Paint.net. No campo científico, este trabalho utiliza procedimento de estudo de caso, com objetivo exploratório e finalidade aplicada.

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso está estruturado da seguinte forma. No capítulo 2 é apresentado a revisão de literatura, onde detalha os fundamentos e questionamentos buscados para o desenvolvimento, explicando a diferença entre os jogos existentes e conteúdo abordado no enredo. No capítulo 3 são apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento, e no capítulo 4 são evidenciados os resultados. Por fim, na parte 5 as conclusões e as indicações de trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é apresentado uma visão dos principais conteúdos atrelados ao desenvolvimento deste trabalho. São abordados assuntos, tais como: jogos e jogos educacionais, composições químicas, ligações químicas e uma visão geral da tabela dos elementos da tabela periódica.

### 2.1 O QUE É JOGO?

Cada pessoa compreende seu ambiente de maneira própria, formando vivências e perspectivas diferentes, criando assim experiências infinitas. Neste contexto [VYGOTSKY \(1980\)](#) traz como fundamento, a necessidade de uma interação social por meio de algum objeto ou troca de experiências, tornando-se fundamental para a construção do pensamento. Em correlato [VYGOTSKY \(1980\)](#) também aponta que o professor deve mediar a aprendizagem utilizando estratégias que levem o aluno a tornar-se independente e estimule o conhecimento potencial. Portanto o professor deve instigar o aluno a buscar por respostas por conta própria, ou seja, apresentar os meios e possíveis métodos para instigar a busca por conhecimento e novas experiências.

Quando é falado em jogo, a palavra pode ser interpretada de diversos modos. Tais modos que podem remeter a algo sério ou um simples entretenimento. Porém interpretá-la de forma correta é essencial para que se tenha o conceito bem desenvolvido. A palavra jogo está muito atrelada a brincadeira e diversão, porém pode-se dar o sentido de seriedade, reflexão, conhecimento e competição. Ao pensar em um jogo sério se imagina competições, estratégia e negociações, porém, ao pensar em apenas jogos é imaginado em sequência, diversão e brincadeira ([KISHIMOTO, 2017](#)) e ([GRANDO, 2001](#)).

Mas o que determina o que é jogo? Um jogo é caracterizado por conter regras, podendo ter um vencedor e um perdedor, pode ser realizado em grupos, podendo ser atribuídos conceitos fictícios ou realistas, simulando aspectos sociais, definido pela a busca de objetivos a ser conquistados, por exemplo: em um jogo de baralho o objetivo é ganhar de seu adversário utilizando artifícios físicos e mentais (como sinalizações e intimidações) para comandar a partida. Já um jogo de xadrez é buscado a vitória apenas com esforço intelectual. Pode-se dizer também que ao fazer um acordo ou estabelecer negociações, o indivíduo está fazendo uso do jogo político, no qual o intuito é ganhar vantagem em sua negociação, utilizando como principais atributos o carisma e a estratégia ([KISHIMOTO, 2017](#)).

A complexidade de definir bem o que é a palavra jogo, gira em torno de contextualizar socialmente sua inserção e ([KISHIMOTO, 2017](#)) traz como comparação o arco e flecha, pois para o observador, o arco e flecha é um brinquedo utilizado para diversão, praticando o jogo de tiro ao alvo e outras atividades. Porém para uma criança indígena mesmo que esteja se

divertindo o arco e flecha simboliza a arte da caça para a subsistência da tribo, portanto, preparo profissional. Diante disso, percebe-se que o contexto em um único exemplo geram perspectivas diferentes.

Para começar a diferenciar o que é jogo de brincadeira e brinquedo, (KISHIMOTO, 2017) apresenta obras como *“Le jeu dans la pédagogie préscolaire depuis le Romantisme (O jogo na pedagogia pré-escolar desde o Romantismo), 1993”* de (BROUGÈRE, 1993), e *“Sous couleur de jouer - la métaphore ludique (Sob a cor do jogo - a metáfora lúdica), 1989”* de (HENRIOT, 1989), que destacam alguns significados atribuídos ao termo jogo, podendo ser divididos em três níveis, como:

1. O resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social;
2. Um sistema de regras;
3. Um objeto.

Entretanto, conforme o tempo passa, a utilização dos jogos para a educação da criança acaba se tornando mais corriqueira, pois quanto mais a sociedade passa a perceber que a essência do jogo e brinquedo são modificados com o tempo, começa a apreciá-las de novas maneiras. O que antes era visto de apenas uma atividade inútil, acabam sendo relacionadas em novos pensamentos educacionais a tornando úteis em meio a sociedades, tudo dependendo do contexto social.

Para diferenciar jogo de brincadeira, pode-se facilmente utilizar a verificação da existência de um sistema de regras em meio a atividade. Com essa atribuição a idéia apresentada nesse trabalho acaba tomando forma de um jogo, pois apresenta sistema de regras claro e objetivo, definindo caminhos e norteando escolhas existentes para o decorrer de sua utilização. Entretanto, neste trabalho é importante sabermos o que é um jogo voltado para a área de ensino-aprendizagem, ou seja, jogos educacionais que são abordados na próxima seção.

## 2.2 JOGOS EDUCACIONAIS

O uso de novas tecnologias é de suma importância no mundo moderno, podendo esta ser uma forma de trazer novos métodos de ensino para a sala de aula que acabam ajudando no desenvolvimento. Portanto, saber quais tecnologias podem ser atrativas para os alunos é um passo muito importante para sua eficácia em sua utilização.

Trazer elementos lúdicos para sala de aula acabam facilitando a aceitação dos alunos com o conteúdo. Pois apresentando elementos diversificados e flexíveis para a aula, aumenta o engajamento dos alunos.

Para o desenvolvimento de jogos educacionais é necessário elaborá-lo com fundamentos teóricos e didático-pedagógico. Portanto, o novo recurso não pode ignorar conceitos existentes, ou fundamentos estabelecidos, já que sem essas características acabam ficando vagos e sem conexão com o que é estudado nas aulas. Entretanto, é necessário embasá-lo em conceitos pré-existentes e fundamentá-lo teoricamente acaba se tornando mais importante do que como será apresentado.

Apesar da utilização de jogos se apresentar promissora, ainda existem alguns bloqueios de utilização e pensamento, como demonstrado por Canto e Zacarias (2009):

“A utilização de jogos como estratégia didática é previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 2000). Porém, é com pouca frequência que vemos estes sendo aplicados nas salas de aula, pois o jogo no ambiente educacional nem sempre é bem visto, uma vez que se encontra associado ao prazer. Assim, o jogo é pouco utilizado e seus benefícios desconhecidos por muitos professores (Gomes e Friedrich, 2001).”(CANTO; ZACARIAS, 2009).

Trazer mais informações sobre o assunto e estimular a curiosidade em professores que antes desconheciam a possibilidade, ou apenas os viam com um olhar vago é de suma importância para que o processo de aplicação de uma ferramenta tecnológica tenha êxito. Para analisar com mais detalhes a utilização de jogos para processos de ensino-aprendizagem (SILVA; MORAIS, 2011) trazem características que apontam vantagens e desvantagens segundo Grandó (2001):

#### **VANTAGENS:**

- Fixação de forma motivadora de conceitos de o aluno já tem conhecimento;
- Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão;
- Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos);
- Aprender a tomar decisões e saber avaliá-las;
- Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis;
- Propicia o relacionamento das diferentes disciplinas (interdisciplinaridade);
- O jogo requer participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento;
- O jogo favorece a socialização entre alunos e a conscientização do trabalho em equipe;
- A utilização dos jogos é um fator de motivação para os alunos;
- Dentre outras coisas, os jogos favorecem o desenvolvimento da criatividade, do senso crítico, da participação, da competição “sadia”, da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender;
- As atividades com jogos podem ser utilizadas para reforçar ou recuperar habilidades de que alunos necessitem. Útil no trabalho com alunos de diferentes níveis;
- As atividades com jogos permitem ao professor identificar, diagnosticar alguns erros de aprendizagem, as atitudes e as dificuldades dos alunos.

#### **DESvantagens:**

- Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um “apêndice” em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber porque jogam;
- O tempo gasto com atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo;
- As falsas concepções que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos, também sem sentido algum para o aluno;

- A perda da “ludicidade” do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo;
- A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo;
- A dificuldade de acesso e disponibilidade de material sobre o uso dos jogos no ensino, que possam vir a subsidiar o trabalho docente.

É notável que as vantagens acabam superando as desvantagens. Pode-se trazer das vantagens a significação para conceitos aparentemente incompreensíveis, que evidencia que um jogo pode moldar de forma lúdica, a apresentação de conceitos que antes ficavam apenas na teoria. E, conseqüentemente podendo tratar de assuntos não abordados anteriormente por falta de materiais ou por sua complexidade no entendimento inicial.

Saber que a utilização do jogo deve ser feita como uma ferramenta de apoio é um ponto crucial. Entender que é um complemento ou parte da aula, fazendo com que a utilização dela seja contextualizada com a aula, portanto, deve fazer sentido com o que se é pedido em sala, fazendo com que os alunos sejam motivados a jogarem e entenderem o significado do jogo.

A utilização exagerada acaba sendo atribuída a diversos problemas, tais como: baixo rendimento, pouco engajamento com a turma, perda de sentido educacional. Para que as vantagens sejam maiores que as desvantagens é necessária uma análise prévia da turma, para que não se tenha omissão de conteúdos que deveriam ser estudados.

### 2.3 JOGOS EDUCACIONAIS DIGITAIS

O contato dos jovens com as tecnologias acontece com dispositivos que rodam jogos, ou até mesmo com os próprios jogos. Entretanto, conseguir trazer aspectos tecnológicos para a educação pode facilitar a aquisição de conhecimento por parte dos alunos, pois trazem algo que já é de seu cotidiano para o ensino de temáticas abordadas na escola.

Em (SAVI; ULBRICHT, 2008), que versa sobre jogos digitais educacionais, traz que algum pontos de benefícios presentes na utilização dos jogo como ferramenta no ensino de conceitos, tal como:

Viabilizam a geração de elementos gráficos capazes de representar uma grande variedade de cenários. Por exemplo, auxiliam o entendimento de ciências e matemática quando se torna difícil manipular e visualizar determinados conceitos, como moléculas, células e gráficos matemáticos (Fabricatore, 2000; Mitchell; Savill-Smith, 2004).(SAVI; ULBRICHT, 2008).

Portanto, trazer novas áreas de conhecimento para o desenvolvimento de jogos, faz com que se tenha uma maior facilidade para o desenvolvimento de conceitos. Gerar mapas interativos, com elementos que podem ser manipulados, entregando informações sobre assuntos diversos relacionados a educação, acabam tendo uma melhor aceitabilidade por parte do usuário,

vinculando o conteúdo aprendido em sala com o que é demonstrado no ambiente virtual, como um jogo.

O uso de jogos na educação não está somente atrelado a utilização em sala de aula, também há empresas e desenvolvedoras capacitadas e comprometidas em criar jogos para a educação. Neste contexto, o mercado de jogos precisa desenvolver jogos com maior qualidade tanto técnica, quanto mecânica, e assim, tornando melhores embasados em fontes teóricas, e podendo ser aceito dentro do contexto escolar. Como descrito por [Savi e Ulbricht \(2008\)](#):

Muitos jogos educacionais têm feito uso limitado de princípios pedagógicos e acabam sendo ignorados pelos educadores por agregarem pouco valor às aulas. Nesse sentido, Van Eck (2006) comenta que empresas e especialistas no desenvolvimento de games, que não possuem conhecimentos específicos sobre teoria e prática do uso de jogos em ambientes de aprendizagem, criam produtos educacionais que são atraentes e divertidos, mas falham em relação aos objetivos de aprendizagem. Por outro lado, jogos desenvolvidos por educadores com um viés mais acadêmico, com pouco conhecimento da arte, ciência e cultura de projetos de jogos, na maioria dos casos resultam em artefatos pouco divertidos que não conseguem atrair a atenção dos alunos. (SAVI; ULBRICHT, 2008)

Neste trabalho o jogo educacional digital é aplicado a aprendizagem de Química, essencialmente no que tange as composições de substâncias químicas e os elementos da tabela periódica. Sendo assim, para um melhor entendimento do jogo e do conteúdo trabalhado na ferramenta são abordados de uma forma geral alguns conteúdos da área de Química nas seção 2.4.

## 2.4 QUÍMICA

O Ensino de Química geralmente é abordado no final do ensino fundamental através de Ciências e estudado de forma mais aprofundada no ensino médio. Como o objeto deste trabalho é o desenvolvimento de um jogo educacional digital voltado para a aprendizagem de composições químicas, nas próximas subseções, serão detalhados de uma forma geral, alguns conteúdos de química que permeiam o escopo deste trabalho.

### 2.4.1 Introdução à Química

A Química está muito presente em nossas vidas, faz parte de qualquer processo natural ou artificial, com por exemplo: ao querer manipular determinadas moléculas ou estruturas químicas será descoberto uma nova interação com os mesmos materiais. Segundo [Atkins, Jones e Laverman \(2018\)](#), a Química é a ciência da matéria e das mudanças que ela sofre.

O estudo de Química a cada ano se torna mais completo, que caracteriza a Química como uma ciência de três níveis, tendo suas diferenças destacadas:

No primeiro, ela trata da matéria e de suas transformações. Neste nível, conseguimos ver mudanças, como quando um combustível queima, uma folha muda de cor no outono. Esse é o **nível macroscópico**, que trata

das propriedades de objetos grandes e visíveis. . . Segundo nível é o **nível microscópico**, a Química interpreta esses fenômenos em termos do rearranjo dos átomos. O terceiro nível é o **nível simbólico**, a descrição dos fenômenos químicos por meio de símbolos químicos e equações matemáticas. (ATKINS; JONE; LAVERMAN, 2018)

Ao pensar em Química na escola é necessário destacar fatores importantes que demarcam o que é disciplina, em referência a Rosa e Tosta (2005), que traz Lopes como fonte de perspectiva, onde é destacado que “A disciplina escolar é: 1) uma construção sócio-histórica; 2) uma tecnologia de organização curricular; 3) um produto da recontextualização de discursos; 4) um híbrido de discursos curriculares” (LOPES, 2003).

É entendido com tal perspectiva, que a disciplina de Química se dá pela formação de diversos fatores, tais como: a disponibilidade de materiais, atividades, espaço escolar e qualidade no desenvolvimento de planos de aulas capazes de suprir fatores que afetam no desenvolvimento.

#### 2.4.2 Química na escola

A Química precisou abrir caminho dentro das disciplinas para se tornar consolidada, desenvolvendo o pensamento de pesquisador em estudantes, trazendo uma enorme variedade de possibilidades de carreiras e formas de aprendizagem. Portanto a Química está presente em laboratórios de Química, bibliotecas, sala de aula, e em qualquer lugar, pois o que determina é o local onde o pesquisador se encontra, como (ROSA; TOSTA, 2005):

O lugar do cientista é o laboratório, a biblioteca, a bancada de experimentos, junto ao microscópio, ao armário de reagentes ou à balança. Esses são lugares que se transformam em espaços ao possibilitarem ações específicas que caracterizam a atividade do químico marcada pelo trabalho “fazer” e “pensar” (ROSA; TOSTA, 2005).

A Química pode ser encontrada dentro da Base Nacional Comum Curricular, em ciências da natureza e suas tecnologias, propondo aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Abrindo possibilidade para a pesquisa, análise e realizar discussões sobre problemas existentes,(BRASIL, 2018).

BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. (BRASIL, 2018)

Portanto, a aplicação das ciências da natureza (Química, Física e Biologia), trazem conceitos sobre a vida e quais as evoluções cabíveis em meio ao mundo moderno atual. Pois quanto mais tecnologias presentes, mais completo será a exploração pelo mundo científico, desenvolvendo pesquisadores mais preparados e com um pensamento crítico aprofundado, assim o tornando, parte da sociedade como uma pessoa informada e crítica.

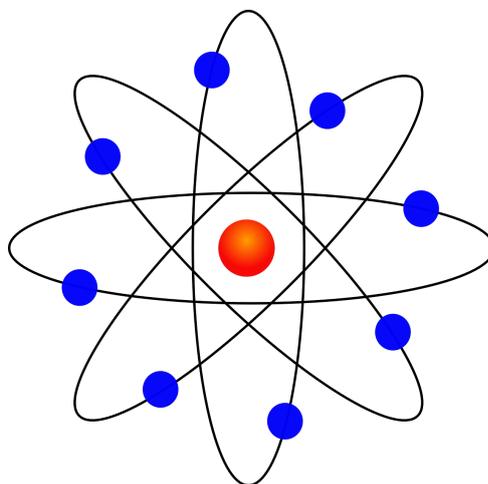
### 2.4.3 Composições Químicas e Elementos

O átomo é algo tão importante para a Química e para a vida, que para seu entendimento é necessário um pouco de imaginação. Ele se encontra em qualquer lugar, é tudo o que se toca ou se olha e delimitando o que é existente. Portanto, entendê-lo qual sua contribuição o universo é algo muito complexo, pois é atrelado ao entendimento de como tudo é originado, quais suas composições e quais tipo de átomos podem se juntar para formar moléculas, assim tornando visível algo que antes parecia inexistente. De acordo com (ROMANELLI, 1996), o desenvolvimento do conceito átomo em sala de aula demanda um processo de ensino e aprendizagem que envolve noções abstratas, concepção de modelos, palavras e símbolos.

#### 2.4.3.1 Átomo

O átomo é formado por algumas camadas, no qual existe núcleo, que é formado por prótons e nêutrons, o deixando denso, sendo assim, o núcleo é a parte mais densa do átomo. Já a camada externa é formada por elétrons, que podem ser compartilhados com outros átomos (para que esta camada eletrônica fique completa), formando ligações capazes de se tornarem moléculas, assim dando forma a inúmeros composições químicas. A camada externa é chamada de eletrosfera, onde é encontrado os elétrons, cujo o número de prótons encontrados no núcleo é o mesmo de elétrons encontrados na parte externa do átomo.

Figura 1 – Representação de um Átomo

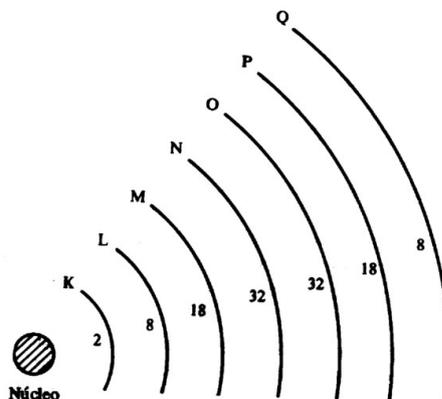


Fonte: [Clker-Free-Vector-Images](#) (2012)

O átomo apresenta algumas camadas que são encontrados elétrons, tais elétrons que formarão a ligação com outros elementos, portanto podemos separa-las em sete camadas. A camada **K**, que poderá armazenar até no máximo 2 elétrons, portanto é a camada mais próxima ao núcleo do átomo. A camada **L**, que suporta até no máximo oito elétrons. A camada **M**, que comporta no máximo dezoito elétrons. A camada **N** tolera até no máximo trinta e dois elétrons. A camada **O** igualmente à anterior suporta até trinta e dois elétrons. Já a camada **P**

conseguirá tolerar até dezoito elétrons. E, por fim a camada **Q** que contém no máximo entre dois a oito elétrons ([ATKINS; JONE; LAVERMAN, 2018](#)).

Figura 2 – Camadas Eletrônicas



Fonte: [EstudoComCaltela \(2014\)](#)

Cada camada apresenta níveis de energia distintos, onde os elétrons são divididos em subcamadas, podendo ser chamadas também de subníveis de energia, e são representadas pelas letras *s*, *p*, *d* e *f*, que definirá a quantidade de elétrons que cada camada terá. Essas subcamadas são divididas em *s* dois elétrons; *p* seis elétrons; *d* dez elétrons e *f* quatorze elétrons.

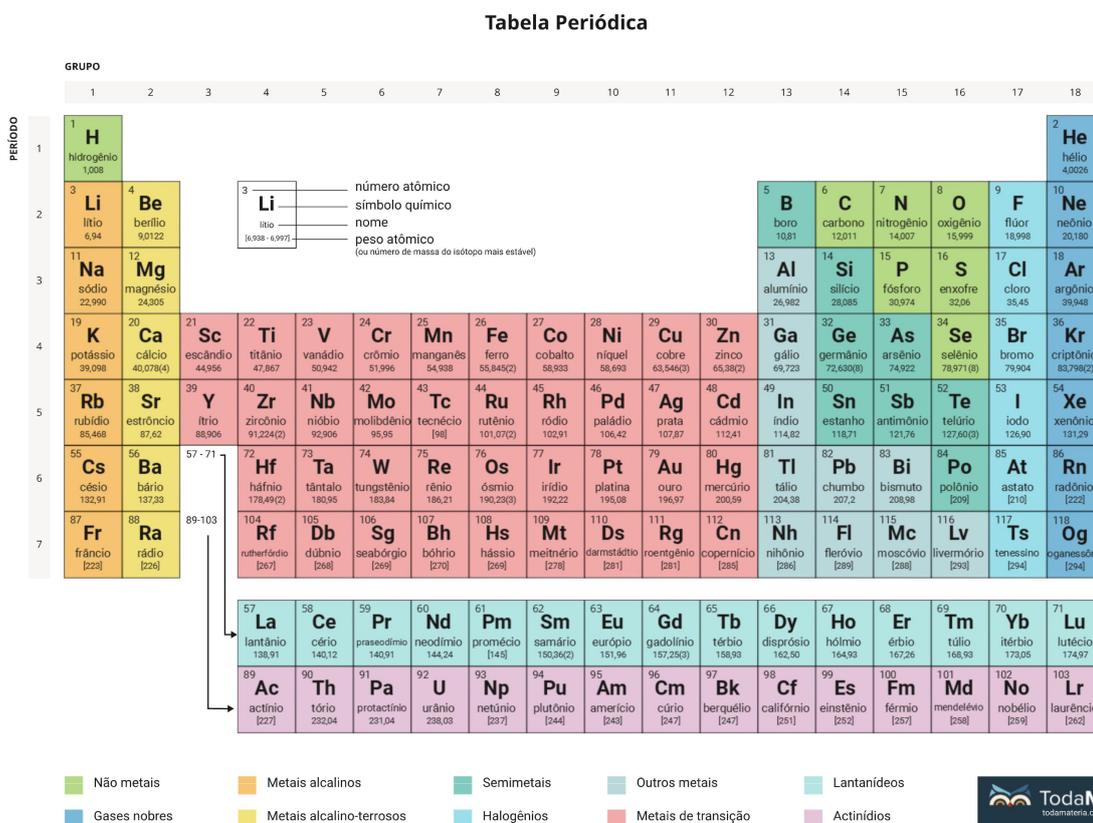
A camada **K** contém uma única subcamada *s*, pois pode conter no máximo dois elétrons, como demonstrado na [Figura 2](#). Já a camada **L** contém uma subcamada *s* e uma subcamada *p*, totalizando os oito elétrons máximos da camada, e assim continua seu crescimento até a camada **N** que se encontra o máximo de elétrons possíveis em uma camada, no caso, trinta e dois elétrons. Sendo assim existe na camada os sub níveis *s*, *p*, *d* e *f*, portanto acompanha o nível máximo de elétrons por camada. Tais elétrons que serão demonstrados como número atômico, que é indicado pela quantidade de elétrons existentes no elemento.

#### 2.4.3.2 Tabela Periódica

Na tabela periódica pode ser encontrada o número atômico, que corresponde à quantidade de prótons existentes no núcleo do átomo de determinado elemento químico. O símbolo químico, que representa a abreviação do nome do elemento pra ser chamado com mais facilidade, o nome do elemento logo a baixo na língua que a tabela se encontra, e o peso atômico que é o número de vezes que um átomo daquele elemento é mais pesado que um átomo de hidrogênio.

Como apresentado na [Figura 3](#), a tabela periódica consiste em organizar, apresentar e padronizar a demonstração dos átomos conhecidos. A [Figura 3](#), mostra que a tabela periódica

Figura 3 – Tabela Periódica



Fonte: [Batista \(2019\)](#)

é separada em dez grupos de elementos, ou seja, os átomos são separados por grupos, caracterizados em semelhanças entre suas propriedades.

**Grupo Não Metais ou Ametais:** consistem em características tais como: não possuir brilho, não são condutores de calor e nem de eletricidade, podendo atuar como isolantes, possuem baixo ponto de fusão (com exceção do Carbono – PF: 3500<sup>o</sup>C) e baixo ponto de ebulição, fragmentam-se facilmente, e são extremamente eletronegativos ([QUEVEDO, 2016](#)). O grupo é composto pelos elementos: Hidrogênio(H), Carbono(C), Nitrogênio(N), Oxigênio(O), Fósforo(P), Enxofre(S) e Selênio(Se).

**Grupo Metais Alcalinos:** Possuem baixa densidade, em temperatura ambiente, são sólidos, são metais moles e coloridos, são altamente reativos e bons condutores de eletricidade, apresentam baixa eletronegatividade e potencial de ionização, apresentam elevada eletropositividade, reagem facilmente com água, formando hidróxidos. Reagem facilmente com o oxigênio, formando óxidos, possuem somente 1 elétron na camada de valência, tem tendência a perder esse elétron e formar cátions monovalentes (com a carga +1), a configuração eletrônica sempre termina em ns<sup>1</sup>. ([NEVES, 2019](#)). O grupo é composto pelos elementos: Lítio(Li), Sódio(Na), Potássio(K), Rubídio(Rb), Césio(Cs), Frâncio(Fr) e Ununennio(Uue).

**Grupo Metais Alcalino-Terrosos:** apresentam cor branco-prateada, encontrados no

estado sólido, possuem elevada eletropositividade, perdendo apenas para os metais alcalinos, são metais, o que confere a eles a tendência de perder elétrons, perdem dois elétrons por terem dois na camada de valência. Apresentam átomos menores do que os da família 1A (esse fato faz com que a interação do núcleo e seus elétrons seja maior), apresentam maior energia de ionização do que os elementos da família 1A, são brilhantes e macios, apresentam elevados pontos de fusão e ebulição, (DIAS, 2020b). O grupo é composto pelos elementos: Berílio(Be), Magnésio(Mg), Cálcio(Ca), Estrôncio(Sr), Bário(Ba), Rádium(Ra) e Unbinílio(Ubn).

**Grupo Semimetais:** possuem características intermediárias entre os metais e os não metais, como por exemplo, a condutibilidade elétrica intermediária, brilho metálico moderado, temperatura de fusão elevada e podem se fragmentar (ALVES, 2017). O grupo é composto pelos elementos: Boro(B), Silício(Si), Germânio(Ge), Arsênio(As), Antimônio(Sb), Telúrio(Te) e Polônio(Po).

**Grupo Outros metais:** antes eram apresentados junto aos Semimetais e Metais de Transição, porém por terem características divergentes acabaram sendo colocadas em um grupo separados dos demais. O grupo é composto pelos elementos: Alumínio(Al), Gálio(Ga), Índio(In), Estanho(Sn), Tálcio(Tl), Chumbo(Pb), Bismuto(Bi), Nihônio(Nh), Fleróvio(Fl), Moscóvio(Mc) e Livermório(Lv).

**Grupo Lantanídeos:** são todos metais prateados, moles e extremamente reativos. Podem ser chamados também de elementos terras raras muito embora sua ocorrência não seja tão rara assim. Os lantanídeos, devido a seus orbitais f não participarem da formação das ligações formam pouquíssimos compostos de coordenação.(PEDROLO, 2017b). O grupo é composto pelos elementos: Lantânio(La), Cério(Ce), Praseodímio(Pr), Neodímio(Nd), Promécio(Pm), Samário(Sm), Európio(Eu), Gadolínio(Gd), Térbio(Tb), Disprósio(Dy), Hólmio(Ho), Érbio(Er), Túlio(Tm), Itérbio(Yb) e Lutécio(Lu).

**Grupo Gases Nobres:** apresentam estabilidade atômica (inércia química), estado físico, ocorrência na natureza, (DIAS, 2015). O grupo é composto pelos elementos: Hélio(He), Neônio(Ne), Argônio(Ar), Criptônio(Kr), Xenônio(Xe), Radônio(Rn) e Oganessônio(Og).

**Grupo Halogênios:** são elementos químicos que, de uma forma geral, não são muito abundantes na natureza. São geralmente encontrados em sais presentes na água do mar, principalmente o flúor, que é encontrado em grande abundância, e o cloro. Já o iodo, o bromo e o astato aparecem na natureza em quantidades extremamente pequenas. (DIAS, 2020a). O grupo é composto pelos elementos: Flúor(F), Cloro(Cl), Bromo(Br), Iodo(I), Astató(AT) e Tenessino(Ts).

**Grupo Metais de Transição:** a maioria dos elementos de transição possui características semelhantes a dos outros metais representativos: boa condutibilidade térmica e elétrica, brilho (geralmente prateado ou dourado); e, apesar de apresentarem ampla variação de dureza e pontos de fusão/ebulição (com o tungstênio o metal mais difícil de mudar de estado físico com Ponto de Fusão = 3410<sup>o</sup>C e Ponto de Ebulição = 5660<sup>o</sup>C), tendem a ser mais duros e possuem maiores Pf e Pe do que os metais alcalinos e alcalino-terrosos, além

de conseguirem formar ligações covalentes entre átomos de mesma espécie (e não apenas metálicas) pela presença de orbitais d incompletos. (LIRA, 2017). O grupo é composto pelos elementos: Escândio(Sc), Titânio(Ti), Vanádio(V), Crômio(Cr), Manganês(Mn), Ferro(Fe), Cobalto(Co), Níquel(Ni), Cobre(Cu), Zinco(Zn), Ítrio(Y), Zircônio(Zr), Nióbio(Nb), Molibdênio(Mo), Tecnécio(Tc), Rutênio(Ru), Ródio(Rh), Paládio(Pd), Prata(Ag), Cádmi(Cd), Háfnio(Hf), Tântalo(Ta), Tungstênio(W), Rênio(Re), Ósmio(Os), Iridio(Ir), Platina(Pt), Ouro(Au), Mercúrio(Hg), Rutherfordio(Rf), Dúbnio(Db), Seabórgio(Sg), Bóhrio(Bh), Hássio(Hs), Meitnério(Mt), Darmstádio(Ds), Roentgênio(Rg) e Copernício(Cn).

**Grupo Actinídios:** são agrupados na mesma série devido à estrutura de suas camadas eletrônicas exteriores serem iguais. O actínio, o tório, o protactínio e o urânio são obtidos naturalmente, porém são bem difíceis de serem manuseados devido à sua alta radioatividade e temperatura. Certamente o Urânio (U) é o elemento mais em voga desta série devido à alguns países o utilizarem na indústria bélica, na produção de bombas atômicas e na produção de energia nuclear a partir de reações de fissão nuclear. Antes de ser oficialmente descoberto este elemento era utilizado como corante em tintas e na pigmentação do vidro tornando-o fluorescente, porém este uso é extremamente arriscado devido a sua alta toxicidade. Sua incidência na natureza é alta, sendo inclusive mais abundante inclusive do que a prata. (PEDROLO, 2017a). O grupo é composto pelos elementos: Actínio(Ac), Tório(Th), Protactínio(Pa), Urânio(U), Neutúnio(Np), Plutônio(Pu), Amerício(Am), Cúrio(Cm), Berquélio(Bk), Califórnio(Cf), Einstênio(Es), Férmio(Fm), Mendelévio(Md), Nobélio(No) e Laurêncio(Lr).

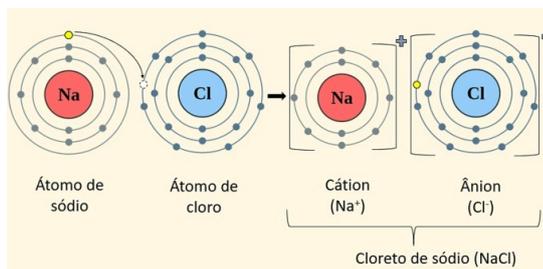
#### 2.4.3.3 Ligações Químicas

O átomo é composto por camadas eletrônicas na parte externa, ele pode doar, receber ou compartilhar elétrons com os demais átomos dependendo da afinidade, portanto, fazer tais trocas geram novos compostos e fazendo com que existam uma infinidade de compostos espalhados pelo universo.

##### **Ligações Iônicas**

Geralmente acontecem entre Metais e Ametais e Hidrogênio, neste caso os Metais acabam tendo a tendência de perder elétrons, ou seja, acaba se tornando um cátion (íons positivos, representado por um sinal sobrescrito positivo). E os Ametais e o Hidrogênio acabam ganhando os elétrons perdidos pelo Metal, tornando-os em ânions (íons negativos, representado por um sinal sobrescrito negativo). Como apresentado na [Figura 4](#):

Figura 4 – Ligação Iônica

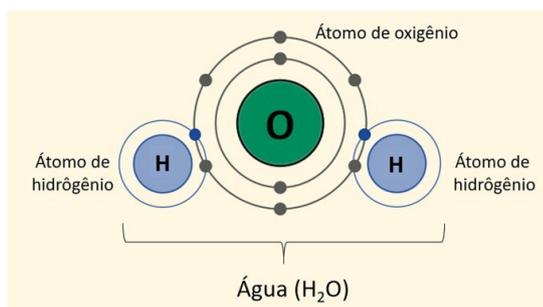


Fonte: Batista (2020a)

### Ligações Covalentes

Ocorrem com o compartilhamento de elétrons, ou seja, ambos os átomos compartilhando seus elétrons sem ganhar ou perder elétrons para conseguir ficar estabilizado. Como apresentado na Figura 5:

Figura 5 – Ligações Covalentes

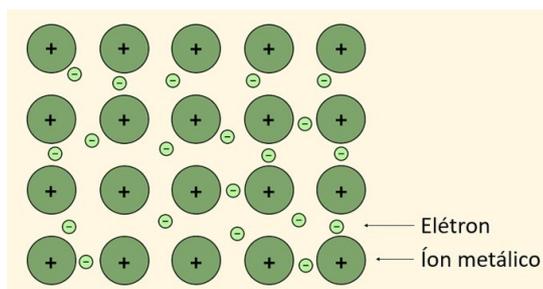


Fonte: Batista (2020b)

### Ligações Metálicas

Ocorrem somente entre os metais formando assim as ligas metálicas, apresentando também a característica da movimentação dos elétrons, que atribui o aspecto da condução elétrica e térmica. Como apresentado na Figura 6:

Figura 6 – Ligações Metálicas



Fonte: Batista (2020c)

## 2.5 JOGOS EDUCACIONAIS NA QUÍMICA

Os jogos sobre Química apresentam algumas características similares, pois os conteúdos giram em torno de exemplificar e conhecer modelos atômicos, explicando suas características e afinidades entre eles. Neste caso podendo conhecer as composições elementares de coisas do dia a dia, dando assim um sentido mais complexo ao que se é enxergado.

Para Yamazaki e Yamazaki (2014), que trazem alguns artigos sobre jogos de Química, "as referências que valorizam jogos pedagógicos são citadas, entretanto elas não se mostram claramente presentes na elaboração/estruturação do jogo proposto." Com isso, observa-se que a geração de jogo embasados em teorias acabam sofrendo pela falta de objetividade encontrada entre os conceitos existentes. Então acabam tornando complexos demais para serem completamente explorados e estudados em práticas lúdicas em um jogo.

A apresentação da tabela periódica é explorada pelos autores destacados por (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2014) aponta a seguinte citação:

"... observa-se que os jogos didáticos que utilizaram o tema tabela periódica apresentaram menores índices de acertos antes e depois da aplicação dos jogos, tal fato se deve a maioria dos alunos não ter visto o referido assunto em sala de aula. Apesar desse baixo índice de acertos, ficou comprovada a eficácia dos jogos como recurso facilitador na transmissão do conhecimento."(YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2014).

Portanto utilizar um jogo para a exemplificação da tabela periódica apesar de haver uma complexidade quando não se tem conhecimento, consegue desenvolver uma eficácia na aprendizagem. Porém quando utilizado como complemento de uma aula pode haver uma eficácia muito maior do que utilizado sozinho e sem auxílio.

Jogos digitais muitas vezes vislumbram apenas o entretenimento, e portanto jogos como (SÓQUÍMICA, 2020), vislumbram apenas informações técnicas e questões para respostas, apesar de simples podem ajudar no desenvolvimento de um conceitos ainda a ser desenvolvido. Porém jogos como JoyBits (2010) e Recloak (2017) acabam apenas trazendo conhecimentos básicos e não fundamentados, portanto foca apenas no entretenimento. Já Xavier et al. (2017) e Peres et al. (2018) trazem conceitos teóricos e embasados, porém acabam não utilizando a ludicidade como ferramenta, pois se tratam de livros de ensinamentos teóricos e técnicos.

## 2.6 COMPARATIVO COM A LITERATURA

Com o intuito de comparar o jogo digital educacional apresentado neste trabalho, realizou-se um estudo comparativo com a literatura e com aplicações disponíveis no mercado, aplicação tanto de jogos quanto de tabelas interativas. Entretanto, existem diferentes ferramentas e bibliotecas com foco na aprendizagem de Química, com objetivos diversos, conforme demonstra a Tabela 1, que traz um comparativo com softwares e literaturas disponíveis, utilizando algumas características como base de comparação.

Tabela 1 – Tabela Comparativa com a Literatura.

Nome	Combinação de Elementos	Utilização da tabela periódica	Enredo existente	Compostos moleculares	Propósito educacional
Doodle God, 2010	X		X		
Só Química, 2020	X				X
Little Alchemy, 2017	X		X		
Chernykh, 2019		X		X	X
Educalabs, 2020		X		X	X
Xavier et al., 2017	X	X		X	X
Peres et al., 2018	X	X		X	X
<b>ConnElement</b>	X	X	X	X	X

Como pode ser visto na [Tabela 1](#), somente algumas ferramentas utilizam a combinação de elementos para representar a geração de um novo elemento, ou seja, uma composição Química. Em correlato, fica evidenciado que nem todas as propostas possuem cunho educacional, o que dificulta a aplicação dos conteúdos, por não ser direcionada ao público de estudantes. 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 como o jogo ConnElement.

Com isso, percebe-se que o jogo ConnElement possui características que o habilitam para ser uma ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de composições 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.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram tratados temas para o entendimento e desenvolvimento deste trabalho, que versa de um jogo educacional digital para área de Química. Neste caso, foram apresentados conteúdos relacionados ao ensino de composições químicas e sua aplicação em jogos educacionais digitais. No Capítulo 3 serão apresentados os materiais e os métodos necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3 MATERIAS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e os métodos utilizados para o desenvolvimento do jogo educacional digital ConnElement. É evidenciada a classificação científica deste trabalho, bem como, o paradigma de programação e as linguagens utilizadas para o desenvolvimento. Em correlato, é apresentado o método utilizado para implementação do jogo.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA

No campo científico, segundo (GIL, 2017) este trabalho é classificado com finalidade aplicada, pois visa produzir um conhecimento que é aplicado no cotidiano, ou seja, para o ensino de composições químicas para alunos dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio. Sua abordagem é qualitativa, pois o pesquisador é o responsável por analisar as informações da área de Química e inserir no enredo do jogo educacional. Quanto ao objetivo da pesquisa, é classificada como descritiva-exploratória, pois é baseada em referencial bibliográfico da área de Química e pretende transformar os conteúdos em uma forma lúdica e divertida de aprender. O procedimento é estudo de caso, pois atua em um tema específico, que são as composições químicas.

#### 3.2 MATERIAIS

Para o desenvolvimento do jogo ConnElement é utilizado o paradigma de programação orientado a objetos implementado em linguagem de programação Java e modelado na UML - Unified Modelling Language. Nas próximas subseções são apresentadas as técnicas e ferramentas.

##### 3.2.1 UML - Unified Modelling Language

A UML é utilizada para exemplificar e desenvolver modelos necessário para a explicação do software desenvolvido, apresentado o escopo e detalhando ações que serão feitas entre classes e métodos. A linguagem UML visa destacar requisitos que serão utilizados para o desenvolvimento, portanto ajudam a compreender as necessidades que serão exploradas para um bom funcionamento do programa.

Sua utilização está fortemente vinculada ao paradigma orientado a objetos, pois devido a grande utilização do paradigma no desenvolvimento de softwares de proporção, a UML foi largamente aceita para a exemplificação do software, já que traz consigo a explicação dividida por classes, e pode ser organizada de forma simples para o melhor entendimento dos conceitos aplicados no desenvolvimento (TEPFENHART; LEE, 2002).

No caso do desenvolvimento do ConnElement, é optado por utilizá-la por proporcionar uma melhor visualização do escopo estabelecido, além de ser de fácil assimilação com a orien-

tação a objetos. Neste caso, podendo desenvolver diagramas para exemplificar o funcionamento do jogo e a interação que terá com o usuário.

### 3.2.2 Java

A linguagem Java é utilizada por se tratar de uma linguagem que utiliza o paradigma orientado a objetos. Traz uma facilidade com manipulação de imagens e pixels. Com isso, desenvolver um ambiente em 2D acaba se tornando mais fácil, ao conseguir manipular a imagem da forma que desejar. Fornece um melhor uso de processamento e memória, já que é possível dividir uma imagem apenas em vários setores, fazendo com que seja renderizado apenas uma parcela da imagem, tornando assim o programa mais leve e fácil de ser utilizado.

Por utilizar a orientação a objetos, acaba sendo melhor utilizada para particionamento de métodos e classes, para realizar futuras atualizações e correções. Também vale ressaltar, que Java pode ser aplicado em qualquer ambiente, tanto em outros sistemas ou aparelhos diversos, facilitando assim a portabilidade para outras plataformas.

ConnElement é desenvolvido em linguagem Java através da IDE de Desenvolvimento Eclipse. Foi escolhida por manipular com facilidade imagens que constroem os gráficos apresentados ao usuário.

### 3.2.3 Modelagem de Personagens 2D - PAINT.NET

A utilização do Paint.NET se deu em decorrência de conseguir reproduzir imagens facilmente em pixels, pois traz consigo alguns complementos de grades para a facilitação na visualização dos pixels, podendo atribuir as escalas necessárias para a demonstração *in game*. Além disso é de fácil acesso e manuseio, para iniciantes e profissionais. É um software leve e que facilita na hora de editar imagens que são apresentadas no jogo educacional.

## 3.3 MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os métodos utilizados para o desenvolvimento. Neste caso, é explicitado o paradigma orientado à objetos e o ciclo de vida do projeto.

### 3.3.1 Orientação à Objetos

Ao se desenvolver um software educacional digital, é necessário utilizar artifícios para facilitar sua utilização e desenvolvimento. Para que se consiga programar com mais facilidade é utilizado o paradigma orientado a objetos, pois utiliza a separação de métodos e atributos, em classes, assim atribuindo maior agilidade no acesso a informações e utilização de métodos com maior flexibilidade (BRANDIZZI, 2010).

É utilizado para uma melhor organização do código, pois como acaba se tornando extenso, e, isso, afeta na leitura do código, na busca de glitches e bugs que possam ocorrer

durante o desenvolvimento, pois ao atribuir novos métodos, podem acabar alterando alguma funcionalidade de algum processo (SCHACH, 2009).

No desenvolvimento do jogo ConnElement o paradigma de orientação à objetos é utilizado para facilitar a criação e a manutenção de objetos através de classes (atributos e métodos). Neste ponto, também é possível indicar que são usados conceitos de herança e polimorfismo, que evidenciam a orientação à objetos.

### 3.3.2 Ciclo de Vida do Desenvolvimento

Inicialmente a pesquisa se deu em torno de encontrar softwares e jogos com semelhanças a proposta deste trabalho. Entretanto, a grande maioria dos jogos na área de Química não tem seu foco em educação, por ser uma área complexa do desenvolvimento educacional. Diante disso, identificamos uma área a ser explorada, que é a aprendizagem de composições 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. No entanto, observa-se que jogos que desenvolvem o fator de combinação de elementos não possuem foco na educação, pois apresentam pontos simplificados da interação entre elementos, tais como: fogo, água, vida, casa, entre outros, formando assim novas formas, tanto de vida, como de novos objetos para serem utilizados em novas combinações.

Diante disso, foram desenvolvidos representações gráficas (diagramas) para um melhor entendimento da estrutura e funcionalidades. A estrutura se comporta de maneira simplificada, dependendo o progresso, diretamente de ações efetuadas pelo jogador.

O ciclo de vida do projeto do jogo ConnElement foi dividido em 3 etapas, conforme evidenciado na Figura 7, sendo cada etapa dividida em sub-fases. Na etapa de Análise e Projeto é onde foram definidos os requisitos e estruturado o modelo do projeto 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 disponíveis, como Paint.net, que é utilizado 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 do jogo ConnElement.

Figura 7 – Ciclo de Vida do Projeto



### 3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados os materiais e os métodos necessários para o desenvolvimento do jogo educacional ConnElement. No capítulo 4 são apresentados os resultados.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados do trabalho. Em um primeiro momento apresenta-se a contextualização do enredo, ou seja, a história envolta ao jogo. Posteriormente, são apresentados alguns diagramas que modelam e definem o escopo do jogo ConnElement. E, por fim, são apresentados alguns protótipos de cenários, personagens e demais objetos atrelados ao trabalho.

### 4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENREDO

O jogo ConnElement se desenvolve com um enredo envolto ao personagem principal, que está ambientado em uma masmorra e possui lapsos de memórias. Sem saber o que está acontecendo, ele encontra um cajado mágico deixado na sua frente. Ao empunhá-lo depara-se com letras ao seu lado, no entanto não está ciente do seu significado. Para escapar da masmorra em que se encontra, é necessário enfrentar inimigos (oponentes), que são estranhamente idênticos e com semelhanças ao protagonista.

Ao encostar nas letras (elementos químicos) até então sem significado, seu cajado se manifesta mostrando sua origem e dados científicos. 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. Com isso, seu 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.

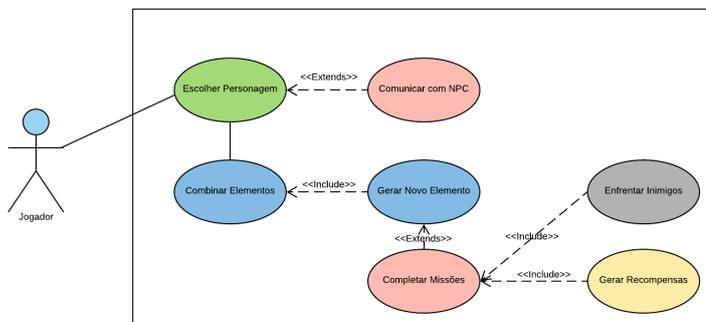
Caso o personagem principal leve dano de algum oponente, é apresentada uma representação gráfica de dano diminuindo sua vida conforme o oponente efetuar os ataques. Portanto, caso o oponente seja de um nível mais elevado o dano poderá ser maior. Já, caso o protagonista zere sua vida será apresentada uma tela de finalização, e caso o *Game Over* aconteça, o jogo voltará até o último *Checkpoint*, podendo assim prosseguir com seu jogo.

### 4.2 MODELAGEM E ESCOPO DO JOGO CONNELEMENT

Diante da apresentação do enredo e definição do escopo, foram desenvolvidos representações gráficas (diagramas) para um melhor entendimento da estrutura e funcionalidades. A estrutura se comporta de maneira simplificada, dependendo o progresso, diretamente de ações efetuadas pelo jogador. Na [Figura 8](#), é apresentado um diagrama de caso de uso, que visa representar as ações do usuário nos jogos ([GUEDES, 2018](#)). Neste contexto, 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

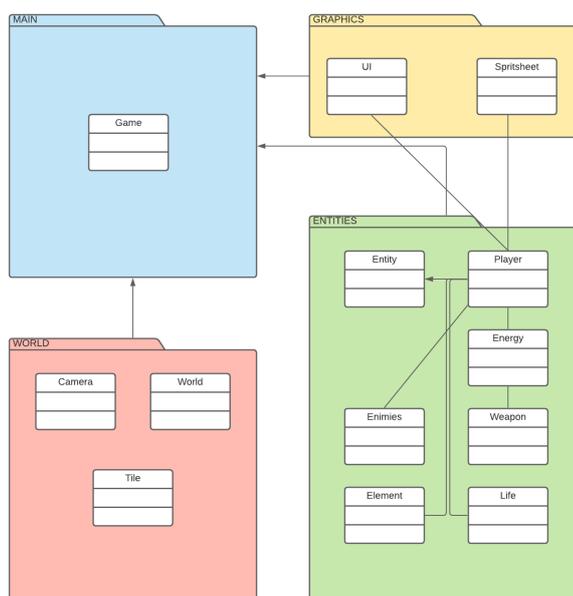
níveis de aprendizado, ou seja, quanto mais se avança nas missões mais conteúdos e mais combinações de elementos para formar substâncias podem ocorrer no jogo; (iv) ter personagens inimigos(oponentes) no jogo para haver batalhas e ganho de recompensas.

Figura 8 – Diagrama de Caso de Uso - Visão Geral do ConnElement



Para o desenvolvimento do jogo ConnElement, optou-se pelo paradigma de orientação a objetos e a linguagem de programação Java. Com isso, é apresentado na Figura 9, uma visão geral do diagrama de classes que consiste em quatro núcleos principais, que são: *Graphics*, *World*, *Main* e *Entities*. O pacote de classes *Graphics* é responsável pela renderização do HUD 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.

Figura 9 – Diagrama de Classes - Visão Top-Down - ConnElement



### 4.3 O JOGO CONNELEMENT

O jogo é ambientado em ambiente 2D. Na [Figura 10](#), é possível observar o menu principal, onde é possível iniciar um novo jogo, carregar um jogo já salvo na memória ou sair.

Figura 10 – Menu Principal do Jogo



O jogo tem início com o personagem principal em uma sala no que parece ser um castelo antigo, no entanto há coisas diferentes acontecendo. O protagonista se depara com letras e um cajado em sua frente, e ao olhar bem, a figura de um velhinho o espera querendo conversar. O senhor que o espera é Pandalf - O Atrasado, que agirá como seu orientador por toda sua jornada, o explicando sobre o mundo ainda não descoberto dos elementos, suas origens e possibilidades.

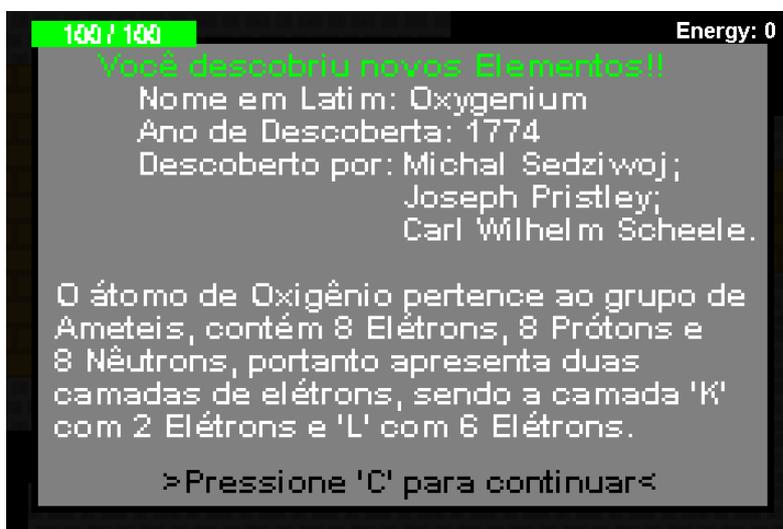
Figura 11 – Fase Beta - Início.



Ao se aproximar de Pandalf é exibido uma caixa de diálogos que contém em um primeiro momento as informações dos átomos encontrados, detalhando o nome em latim, ano

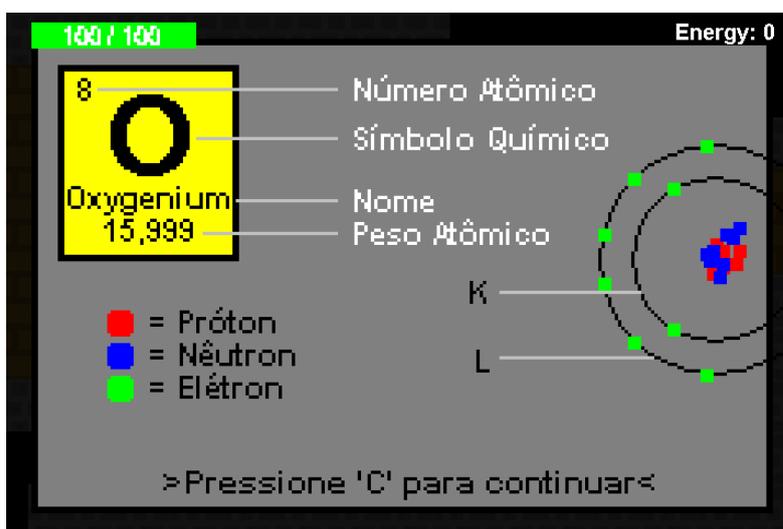
de descoberta, quem o descobriu e características, como demonstrado na [Figura 12](#).

Figura 12 – Diálogo Descritivo (Oxigênio)- Pandalf



Ao avançar as páginas de conteúdo, será apresentado o modelo atômico de Rutherford – Bohr do átomo coletado, onde são demonstradas suas camadas eletrônicas, núcleo e também onde é encontrado na tabela periódica. Neste caso, trazendo inicialmente uma legenda para leitura e algumas características extras ou curiosidades sobre o átomo, conforme apresentada na [Figura 13](#).

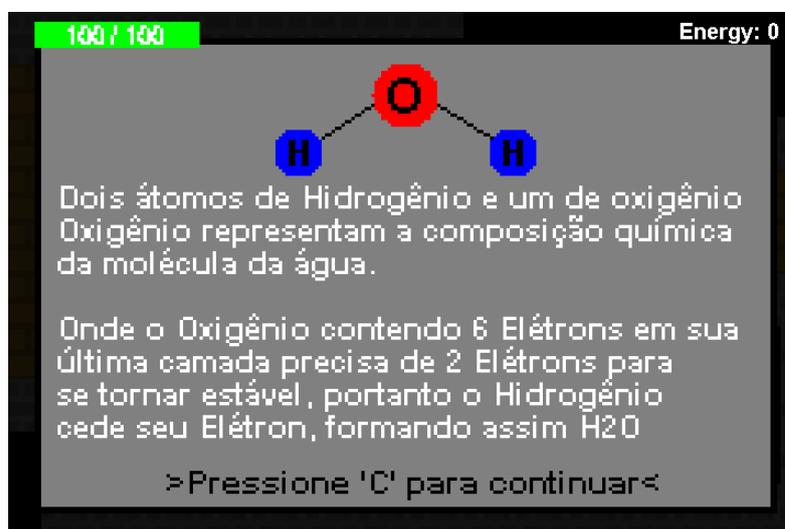
Figura 13 – Diálogo Técnico (Estrutura Atômica Oxigênio) - Pandalf



Os conteúdos apresentados no jogo são todos estudados em sala, e estão na narrativa do jogo para auxiliar na compreensão dos conceitos. As ações estão diretamente ligadas aos átomos e as moléculas formadas, além das falas relacionadas ao próprio personagem Pandalf. É demonstrado também a ligação que os átomos fazem para formar moléculas, e por consequência, da ligação é são formados diversos conteúdos visíveis e com interação de maneira direta. Como exemplo, na primeira fase são apresentados os elementos "H" Hidrogênio e "O" Oxigênio, que ao

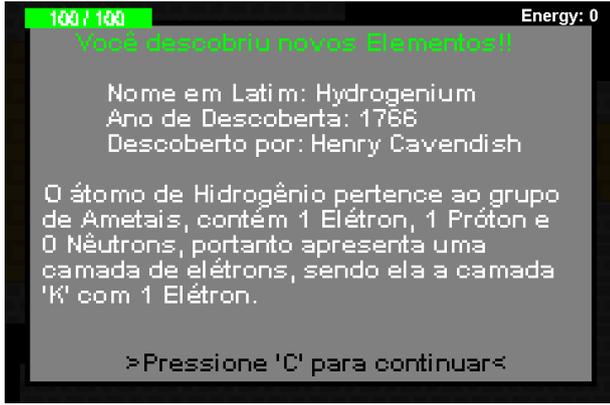
se ligarem formam a água, de estrutura molecular  $H_2O$  igualmente demonstrado na Figura 5, contudo, apresentado de forma mais simplista *in game*, como visto na Figura 14.

Figura 14 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular) - Pandalf



Todo o escopo do jogo é construído a fim de deixar o conteúdo menos massante possível, ser interpretado como ferramenta, e mostrar que é viável utilizar conceitos e materiais didáticos para a criação de um mundo totalmente novo, com sentido e modelando o abstrato. Por enquanto, na versão beta (primeira) utiliza-se apenas um estilo de *gameplay*, que consiste em derrotar inimigos para prosseguir. Nas Figuras 15, 16, 17 e 18 são apresentados alguns elementos e as interações de conteúdos encontradas nas fases.

Figura 15 – Diálogo Descritivo (Hidrogênio) - Pandalf



100 / 100 Energy: 0

Você descobriu novos Elementos!!

Nome em Latim: Hydrogenium  
Ano de Descoberta: 1766  
Descoberto por: Henry Cavendish

O átomo de Hidrogênio pertence ao grupo de Ametais, contém 1 Elétron, 1 Próton e 0 Nêutrons, portanto apresenta uma camada de elétrons, sendo ela a camada 'K' com 1 Elétron.

>Pressione 'C' para continuar<

Figura 16 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular Hidrogênio) - Pandalf

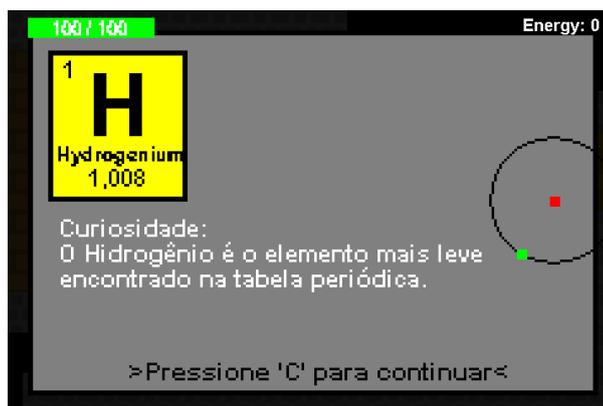


Figura 17 – Diálogo Descritivo (Ouro) - Pandalf

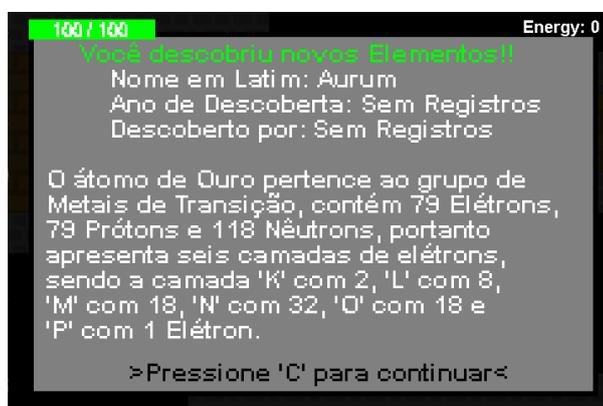


Figura 18 – Diálogo Técnico (Estrutura Molecular Ouro) - Pandalf



#### 4.4 PRINCIPAIS CÓDIGOS

Como todo software, seu código e seu objetivo precisam estar trabalhando lado a lado. A utilização da linguagem JAVA traz consigo muitas oportunidades de autoria e originalidade, no entanto, o faz muito mais complexo e denso conforme for alongando o desenvolvimento. Todo o desenvolvimento de um jogo se dá por meio de um *loop* principal, o qual é contínuo para que sempre haja atualizações gráficas e ativações de métodos.

A [Figura 19](#) representa o *loop* principal, encontrado na classe Game, onde são

inicializados todos os elementos e objetos encontrados pelas fases, atribui condições e organiza os métodos principais, para que se dê a continuidade do jogo. O método em questão, chama-se Render, que é responsável pela inicialização dos objetos contidos no jogo. Neste caso, todos separados em listas e organizados em sequência de execução. Com isso, cada elemento encontrado na leitura do mapa será renderizado de acordo com a localização dos gatilhos de leitura.

Figura 19 – Código-Fonte Principal (Método Render)

```
public Game(){
    rand = new Random();
    addKeyListener(this);
    addMouseListener(this);
    setPreferredSize(new Dimension(WIDTH*SCALE,HEIGHT*SCALE));
    initFrame();
    //inicializando abstratos.
    ui = new UI();
    image = new BufferedImage(WIDTH, HEIGHT, BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
    elements = new ArrayList<Elements>();
    spritesheet = new Spritesheet("/elements6.png");
    entities = new ArrayList<Entity>();
    enemies = new ArrayList<Enemy>();
    bullets = new ArrayList<Bullet>();

    spritesheet = new Spritesheet("/spritesheet2.png");
    player = new Player(0,0,16,16,spritesheet.getSprite(32, 0, 16, 16));
    entities.add(player);
    world = new World("/level" + CUR_LEVEL + ".png");

    menu = new Menu();
}
```

A leitura dos mapas é padronizada, conforme a disposição de cores encontradas em cada pixel da imagem, onde cada cor é destacada com códigos em hexadecimal. A leitura é feita de forma contínua e aplicando a textura disponibilizada, efetuando a troca de cada elemento contido na imagem, alterando a escala para que fique de forma utilizável para o jogo. As Figuras 20 e 21 demonstram o código-fonte, e a Figura 22 trata-se do mapa da primeira fase antes da leitura pixel a pixel.

Figura 20 – Código-Fonte de Leitura dos Mapas

```
public World(String path) {
    try {
        BufferedImage map = ImageIO.read(getClass().getResource(path));
        int[] pixels = new int[map.getWidth() * map.getHeight()];
        tiles = new Tile[map.getWidth() * map.getHeight()];
        WIDTH = map.getWidth();
        HEIGHT = map.getHeight();
        map.getRGB(0, 0, map.getWidth(), map.getHeight(), pixels, 0, map.getWidth());
        for(int xx = 0; xx < map.getWidth(); xx++) {
            for(int yy = 0; yy < map.getHeight(); yy++) {
                int pixelAtual = pixels[xx + (yy * WIDTH)];
                tiles[xx + (yy * WIDTH)] = new FloorTile(xx*TILE_SIZE, yy*TILE_SIZE, Tile.TILE_FLOOR);

                switch(pixelAtual) {
                    case 0xFF000000 : //FLOOR
                        tiles[xx + (yy * WIDTH)] = new FloorTile(xx*TILE_SIZE, yy*TILE_SIZE, Tile.TILE_FLOOR);
                        break;

                    case 0xFFFFFFF : //WALL
                        tiles[xx + (yy * WIDTH)] = new WallTile(xx*TILE_SIZE, yy*TILE_SIZE, Tile.TILE_WALL);
                        break;

                    case 0xFF0026FF : //PLAYER
                        Game.player.setX(xx*TILE_SIZE);
                        Game.player.setY(yy*TILE_SIZE);
                        break;

                    case 0xFFFF0000 : //ENEMY
                        Enemy en = new Enemy(xx*TILE_SIZE, yy*TILE_SIZE, TILE_SIZE, TILE_SIZE, entity.ENEMY_EN);
                        Game.entities.add(en);
                        Game.enemies.add(en);
                        break;

                    case 0xFFFF7FFF : //WEAPON
                        Game.entities.add(new Weapon(xx*TILE_SIZE, yy*TILE_SIZE, TILE_SIZE, TILE_SIZE, entity.WEAPON_EN));
                        break;
                }
            }
        }
    }
}
```



Figura 23 – Código-Fonte de Declaração das Strings

```

public String[] frases = new String[102];
public static boolean showMessage = false;
public boolean show = false;
public int pag = 0, maxPag;
public int curIndexMsg = 0, fraseIndex = 0;

public Pandalf Oatrasado(int x, int y, int width, int height, BufferedImage sprite) {
    super(x, y, width, height, sprite);
    frases[0] = "Você descobriu novos Elementos!!";
    frases[1] = ">Pressione 'C' para continuar<";
    frases[2] = "Descoberto por:";
    frases[101] = "Pandalf, O Atrasado";

    switch(Game.CUR_LEVEL) {

    case 1:

        pag = 1;
        maxPag = 8;

        //
        frases[100] = "Olá jovem Mago!! É ótimo vê-lo de pé...";
        frases[99] = "mas ainda me parece meio fraco...";
        frases[98] = "não é muito de falar então...";
        frases[97] = "Pois bem pequeno mago, percebi que é";
        frases[96] = "sensível aos elementos primários,";
        frases[95] = "e isso é muito bom, essas letras que está";
        frases[94] = "vendendo são poderosas... são conhecidas";
        frases[93] = "como elementos primários e quem possuir";
        frases[92] = "o poder de controla-las será considerado";
        frases[91] = "como Mago Supremo, ou o Criador.";
        frases[90] = "Agora vou explica-las para você.";

        frases[89] = "Agora que você já conhece, vejamos o que";
        frases[88] = "aconteceu, você consegue combila-los, e";
        frases[87] = "combinados formam moléculas poderosas";
        frases[86] = "mas o que formou?! vamos ver agora...";
        frases[85] = "INCRIVEL, formou ÁGUA!!";
        frases[84] = "Vamos ver como é formado!!";
    }
}

```

Para a renderização da tela é necessário saber o level atual e quais páginas serão apresentadas, onde ao clicar uma tecla, é efetuada a troca de página pelo fato de aumentar o número que corresponde a página. A [Figura 24](#)

Figura 24 – Código-Fonte de Renderização das Telas

```

public void render(Graphics g) {
    super.render(g);
    if(showMessage) {
        //JANELA

        Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
        g2.setColor(new Color(0,0,0,220));
        g2.fillRect(0, 0, Game.WIDTH*Game.SCALE, Game.HEIGHT*Game.SCALE);
        g.setColor(Color.black);
        g.fillRect(8, 8, Game.WIDTH - 15, Game.HEIGHT - 15);
        g.setColor(Color.gray);
        g.fillRect(10, 10, Game.WIDTH - 19, Game.HEIGHT - 19);
        g.setFont(new Font("Arial", Font.BOLD, 10));
        g.setColor(Color.black);
        g.drawString(frases[1], 48, 147);

        if(Game.CUR_LEVEL == 1) {
            switch(pag) {
            case 1 :
                g.setFont(new Font("Arial", Font.BOLD,10));
                g.drawString(frases[101], 15, 20);
                g.setColor(Color.white);
                g.drawString(frases[100], 15, 30);
                g.drawString(frases[99], 15, 40);
                g.drawString(frases[98], 15, 50);
                g.drawString(frases[97], 15, 60);
                g.drawString(frases[96], 15, 70);
                g.drawString(frases[95], 15, 80);
                g.drawString(frases[94], 15, 90);
                g.drawString(frases[93], 15, 100);
                g.drawString(frases[92], 15, 110);
                g.drawString(frases[91], 15, 120);
                g.drawString(frases[90], 15, 130);

                break;
            }
        }
    }
}

```

O desenvolvimento do jogo não traz complexidades no seu desenvolvimento, porém acaba inflando o código pela quantidade de variáveis que precisam ser alocadas para a renderização. O jogo por si só não pesa para o processamento de computadores mais antigos, por se tratar de rederizações de pixels e elementos 2D, não exigindo de placa gráfica para suportá-lo.

#### 4.5 FEEDBACK DE JOGADORES

De acordo com o desenvolvimento, foi enviado uma cópia do jogo para que jogadores pudessem enviar suas críticas de acordo com o que era apresentado. Os jogadores escolhidos foram professores e adolescentes, para ter um olhar tanto de um educador quanto de um educando. O *feedback* para um desenvolvedor é uma das partes mais importantes para seu desenvolvimento, pois para que se tenha uma melhor experiência é necessário saber os problemas que ainda persistem, como erros de inteligência artificial ou até mesmo erros de conteúdos trabalhados.

De modo geral as críticas enfatizam que o *gameplay*, apesar de simples é de fácil entendimento e fácil usabilidade. Portanto, apresenta um *Bug* com os inimigos, onde no qual ficam presos em pontos do mapa, ao encostarem nas paredes tanto por cima quanto por baixo, deixando a desejar a imersão.

As falhas encontradas sobre os conceitos, ficam em formas de apresentação dos conteúdos, como a troca do termo "camada de elétrons", para "camadas eletrônicas", ou "níveis eletrônicos", sugestão dada por uma professora de Química do ensino superior, médio e nono ano de ensino fundamental. Além dessa troca, foi sugerido a alteração do termo "ceder elétrons" por "compartilhar elétrons", com o intuito de trazer a oportunidade de discutir em sala os conceitos de ligação covalente.

Outra sugestão dada, por um professor da área de Química, seria a implementação de um sistema de questões ao final de fases, trazendo assim a necessidade dos alunos prestar mais atenção nos diálogos com Pandalf.

Já o *feedback* dado pelos adolescentes, giram em torno das partes técnicas, como movimentações, aspectos de jogabilidade e erros de continuidade, portanto, agregam sobre como manusear a história e formas de desenvolver o *gameplay*.

#### 4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Com isso, apresentamos de forma geral o jogo ConnElement, sendo uma ferramenta de apoio ao processo de ensino aprendizagem de elementos químicos e composição de substâncias químicas, tanto para o aluno quanto para o professor. A ideia principal é proporcionar ao jogador uma forma diferenciada e intuitiva de aprender conteúdos de Química através de um jogo RPG baseado em elementos da tabela periódica.

## 5 CONCLUSÃO

Os conteúdos de química, principalmente os atrelados aos elementos químicos e suas combinações para formar substâncias, é uma das áreas educacionais que falta ser melhor explorada, onde o desenvolvimento de novos ambientes digitais se faz essencial. Com isso, é de grande valia desenvolver jogos educacionais que auxiliem em qualquer um dos processos de ensino-aprendizagem de conteúdos da tabela periódica. O jogo ConnElement permite a aprendizagem de conteúdos através de um RPG em 2D levando aos usuários uma forma lúdica de aprendizagem.

É notável que os jogos digitais educacionais de maneira geral exercem uma enorme influência tanto em jovens quanto em adultos. Observa-se que é de suma importância 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 seu lado positivo, pois evidenciar diversas formas de aprendizagem sempre traz novas experiências, que no futuro podem ser usadas como fonte para próximas tentativas.

ConnElement foi proposto com o objetivo de se tornar uma nova ferramenta de apoio às aulas tanto presenciais quanto online. Entretanto, foi necessário embasá-lo em conceitos verídicos e concretos, que ao final de sua experiência possa ser gratificante utilizá-lo como auxílio as aulas. De acordo com os *feedbacks* recebidos, o jogo apesar de simples cumpre o prometido, no entanto ainda se há muito a melhorar e destacar.

Toda a experiência aqui obtida, demonstra sem sombras de dúvidas, que a busca por novos métodos de ensino é crucial para que se haja uma melhor comunicação entre os alunos e professores das próximas gerações. É de grande valia trazer tecnologias digitais de informação e comunicação para que sirvam de apoio, tragam diversidade e novas oportunidades de abordarem assuntos antes não vistos em forma de jogo digital educacional.

### 5.1 LIMITAÇÕES

As dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho foram entre desenvolver um algoritmo eficaz para a realização das tarefas propostas, como aplicar efeitos, diferenciar objetos e aplicar atributos, e conseguir manter o foco no ensino que está sendo proposto.

A linguagem JAVA apesar de ser completa e com diversos recursos, acaba demandando um extenso tempo de desenvolvimento, e muitos métodos ficam inviáveis de serem executados na linguagem. Por não ser linguagem especializada em desenvolvimento de jogos, acaba não trazendo consigo métodos já desenvolvidos, onde em uma *engine* gráfica, já faz cálculos de gravidade, colisão, movimentação, telas de diálogo e interação predefinidas.

Porém, buscou-se a utilização da linguagem, pois apresenta uma facilidade de acesso grande e o baixo custo exigido para o desenvolvimento do projeto, atribuindo assim menor

custo de desenvolvimento, e possibilitado o uso em diversas plataformas que aceitam o uso da linguagem em seu sistema.

## 5.2 TRABALHOS FUTUROS

O jogo ConnElement continuará em desenvolvimento e otimização, principalmente no desenvolvimento de novas fases e inserções de conteúdo. Com isso, progressos são esperados com trabalhos futuros, tais 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 e também acesso a informações deixadas em meio ao cenário do jogo.

O *feedback* dos usuários torna-se muito importante, pois diante de tais críticas, são visualizadas novas formas de abordar temas e novos aspectos de *gameplay*, tais como: como aplicar questionários ao final de fases específicas; lutas contra chefes; ou, até mesmo a descoberta de um elemento muito importante. Para que seja mantido a importância da leitura dos diálogos, trazer diversidade de conteúdos o universo do jogo, tais como são facilmente aplicáveis os conceitos de física e matemática, que geralmente atuam em paralelo.

Contudo, é visível que ainda se há muito em que melhorar e adaptar. Porém, esta pequena parcela já desenvolvida nos mostra que é possível trabalhar com jogos na educação, aplicando conceitos estudados em sala em um mundo fictício que pode tornar tanto conceitos abstratos em realidade, tanto como conceitos complexos em *puzzles* de fases. Neste caso, trazendo uma forma diferente de apresentar os conteúdos para alunos.

## Referências

- AGUIAR, A. P. S. Electronic games and portuguese language teaching: some reflections. *Linguagem e Tecnologia*, Belo Horizonte, Brasil, 2017. Citado na página 9.
- AIRES, S. et al. Chute certo: Um jogo digital educativo para auxiliar no processo de alfabetização. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 2019. Citado na página 9.
- ALVES, L. Metais, semimetais e ametais. <<https://www.preparaenem.com/quimica/metais-semimetais-e-ametais-.htm>>, 2017. Citado na página 21.
- ASSUNÇÃO, F. N.; ARAÚJO, N. M. S. 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, 2017. Citado na página 9.
- ATKINS, P.; JONE, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 7. ed. São Paulo: Bookman, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 16, 17 e 19.
- BATISTA, C. **Tabela Periódica**. Brasil: <<https://www.todamateria.com.br/tabela-periodica/>>, 2019. Citado na página 20.
- BATISTA, C. **Ligação Iônica**. Brasil: <<https://www.todamateria.com.br/ligacoes-quimicas/>>, 2020. Citado na página 23.
- BATISTA, C. **Ligações Covalentes**. Brasil: <<https://www.todamateria.com.br/ligacoes-quimicas/>>, 2020. Citado na página 23.
- BATISTA, C. **Ligações Metálicas**. Brasil: <<https://www.todamateria.com.br/ligacoes-quimicas/>>, 2020. Citado na página 23.
- BRANDIZZI, A. V. N. **Programação orientada a objetos com Java**. [S.l.]: DevMedia, 2010. Citado na página 27.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. [S.l.]: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Citado na página 17.
- BROUGÈRE, G. **Le jeu dans la pédagogie préescolaire depuis le Romantism**. I e II. Paris: Université Paris V, 1993. Citado na página 13.
- CANTO, A. R.; ZACARIAS, M. A. Utilização do jogo super trunfo Árvores brasileiras como instrumento facilitador no ensino dos biomas brasileiros. *Ciências e Cognição*, Rio de Janeiro, 2009. Citado na página 14.
- CLKER-FREE-VECTOR-IMAGES. **Átomo**. Brasil: <<https://pixabay.com/pt/users/clker-free-vector-images-3736/>>, 2012. Citado na página 18.
- DIAS, D. L. Características dos gases nobres. <<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/caracteristicas-dos-gases-nobres.htm>>, 2015. Citado na página 21.
- DIAS, D. L. Halogênios. <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/halogenios.htm>>, 2020. Citado na página 21.

DIAS, D. L. Metais alcalinoterrosos. <<https://www.preparaenem.com/quimica/metais-alcalinoterrosos.htm>>, 2020. Citado na página 21.

ESTUDOCOMCALTELA. **Camadas de energia dos átomos**. Brasil: <<http://estudocomcaltela.blogspot.com/2014/06/camadas-niveis-de-energia-dos-atomos.html>>, 2014. Citado na página 19.

FIORIO, R. et al. Linguisticun: Uma ferramenta de auxílio ao ensino da língua portuguesa e à linguística computacional. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2019. Citado na página 9.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. Atlans, São Paulo, Brasil, 2017. Citado na página 26.

GRANDO, R. C. O jogo da educação : Aspectos didáticos - metodológicos do jogo na educação matemática. Unicamp, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 14.

GUEDES, G. T. A. **UML 2 - Uma Abordagem Prática**. [S.l.]: Novatec, 2018. Citado na página 30.

HENRIOT, J. **Sous couleur de jouer : La métaphore ludique**. [S.l.]: José Corti Editions, 1989. Citado na página 13.

HOFFMANN, L. F.; BARBOSA, D. N. F.; SANTOS, P. R. D. Aprendizagem baseada em jogos digitais educativos para o ensino da matemática. Revista Cocar, 2016. Citado na página 9.

JOYBITS. **Doodle God**. Brasil: <<http://joybits.org/>>, 2010. Citado na página 24.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. São Paulo: Cortez Editora, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.

LIRA, J. C. L. Metais de transição. <<https://www.infoescola.com/quimica/metais-de-transicao/>>, 2017. Citado na página 22.

LOPES, A. R. C. Hibridismo de discursos curriculares na disciplina escolar química. Workshop: A pesquisa em educação química no Brasil: abordagens teórico-metodológicas, 2003. Citado na página 17.

MESQUITA, J. P. Ensino de história e jogos digitais: Experiência com rpgad para o ensino da independência do Brasil na Bahia. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEDUC), UNEB- Universidade do Estado da Bahia, 2018. Citado na página 9.

MORAIS, E. V. D.; CASTRO, M. P. de; SANTOS, U. N. dos. Jogos digitais como ferramenta de auxílio na alfabetização: Um relato de experiência. Revista Tecnologias na Educação, 2018. Citado na página 9.

NEVES, J. Metais alcalinos. <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/metais-alcalinos>>, 2019. Citado na página 20.

OLIVEIRA, G. M. de S.; SILVA, M. F. da. 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, 2018. Citado na página 9.

- PEDROLO, C. Actínídeos. <<https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/actinideos/>>, 2017. Citado na página 22.
- PEDROLO, C. Lantanídeos. <<https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/lantanideos/>>, 2017. Citado na página 21.
- PERES, F. et al. 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, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 24.
- PRAZERES, E. F. dos; SILVA, B. M. V. Jogo digital e história local: uma experiência com o quiz cametaense. Revista Cocar, Belém, Brasil, 2020. Citado na página 9.
- QUEVEDO, R. T. Ametais. <<https://www.infoescola.com/quimica/ametais/>>, 2016. Citado na página 20.
- RECLOAK. **Little Alchemy**. Brasil: <<https://littlealchemy.com/>>, 2017. Citado na página 24.
- ROMANELLI, L. I. O professor e o conceito Átomo. Química nova na escola, São Paulo, 1996. Citado na página 18.
- ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da química na escola: Movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. Ciência e Educação, 2005. Citado na página 17.
- SANTOS, W.; ALVES, L. Pajed: Um programa de avaliação de jogos digitais educacionais. Revista Cocar, 2019. Citado na página 9.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: Benefícios e desafios. CINTED-UFRGS, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- SCHACH, S. R. **Engenharia de Software - Os Paradigmas Clássico e Orientado a Objetos**. 7. ed. [S.l.]: Amgh Editora, 2009. Citado na página 28.
- SILVA, I. K. O.; MORAIS, M. J. O. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. Holos, Dezem. 2011. Citado na página 14.
- SóQUÍMICA. **SóQuímica**. Brasil: <<https://www.soq.com.br/jogos/>>, 2020. Citado na página 24.
- TEPFENHART, W. M.; LEE, R. C. **Uml and Java**. 1st. ed. USA: Prentice Hall PTR, 2002. ISBN 0130672386. Citado na página 26.
- VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes**. [S.l.]: Vera John-Steiner, 1980. Citado na página 12.
- XAVIER, J. L. et al. 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, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 24.
- YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. Jogos para o ensino de física, química e biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado? Jan-Abr. 2014. Citado na página 24.