

---

**Sistema Web com modelo aberto do estudante  
para acompanhamento da aprendizagem em  
jogos digitais educativos no contexto de  
Química**

---

**Roberto Costa Tupinambá**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Monte Carmelo - MG  
2023

**Roberto Costa Tupinambá**

**Sistema Web com modelo aberto do estudante  
para acompanhamento da aprendizagem em  
jogos digitais educativos no contexto de  
Química**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Rafael Dias Araújo

Monte Carmelo - MG

2023

*Dedico este trabalho primeiramente à minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me em todas as etapas da minha vida. A vocês, minha gratidão eterna por cada palavra de incentivo, por cada gesto de carinho e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava de minhas próprias capacidades. Vocês são a minha fortaleza e a razão pela qual eu continuo a lutar e a buscar meus sonhos.*

*Em seguida, dedico este trabalho a todos os professores que cruzaram meu caminho durante esta jornada acadêmica. Agradeço por compartilharem não apenas seus conhecimentos, mas também suas experiências de vida. Cada lição aprendida, cada conselho recebido, cada momento de superação foram fundamentais para a minha formação, não apenas como profissional, mas também como pessoa. Vocês foram faróis que iluminaram meu caminho, e por isso, minha gratidão será sempre infinita. Este trabalho é um reflexo de todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação. A todos vocês, minha mais sincera gratidão.*

---

# Agradecimentos

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a algumas pessoas especiais que desempenharam um papel crucial na minha jornada acadêmica e na conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, agradeço por todo o amor, apoio e encorajamento que vocês me deram ao longo da minha vida. Vocês me ensinaram o valor do trabalho duro, da perseverança e da integridade.

Aos meus professores na universidade, Rafael Dias Araújo, Ana Claudia Martinez e Thiago Pirola Ribeiro, agradeço por abrir as portas para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Vocês não apenas compartilharam seu conhecimento e experiência comigo, mas também me desafiaram a pensar criticamente e a buscar a excelência em tudo o que faço. Vocês me inspiraram a ser o melhor que posso ser e a fazer uma diferença positiva no mundo.

A todos vocês, minha mais sincera gratidão. Este trabalho não seria possível sem vocês.

*“O importante é nunca deixar de questionar. A curiosidade tem sua própria razão de existir.”*

*(Albert Einstein)*

---

# Resumo

Um grande desafio da atualidade na área da computação aplicada a educação se encontra na dificuldade do mapeamento do nível de conhecimento de um estudante, ou de um grupo de estudantes, e na capacidade de criar ferramentas de modo a tornar o ensino mais simples, dinâmico e atrativo. Porém, não basta propor novas ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem, é necessário mostrar as evidências coletadas durante esse processo aos atores envolvidos. Na perspectiva dos estudantes, é importante que eles saibam seu nível de conhecimento. E, do ponto de vista dos professores, é importante permitir que eles identifiquem com mais facilidade as dificuldades de seus estudantes. Ao se observar o cenário atual do processo de ensino, nota-se uma carência de ferramentas digitais para que ambos, professores e estudantes, consigam monitorar o nível de aprendizado em uma determinada matéria e acompanhar as dificuldades de cada estudante e de uma turma na sua totalidade. Com isso, o presente trabalho propõe a criação de um sistema Web interativo que possibilita aos professores e estudantes o acompanhamento do processo de aprendizagem por meio de atividades e interações realizadas em jogos digitais educativos no contexto de Química. Para que isso aconteça, será utilizado um modelo aberto do estudante para o acompanhamento visual da aprendizagem. Com isso, espera-se implantar uma ferramenta que facilite a vida do professor em acompanhar as dificuldades de seus estudantes e também auxiliar os próprios estudantes no reconhecimento do seu nível de conhecimento nos assuntos para que eles consigam identificar os pontos que necessitam de mais estudos.

**Palavras-chave:** Acompanhamento da aprendizagem, Jogos digitais educativos, Química, Educação, Sistema Web.

---

# Abstract

A great current challenge in the area of computing applied to education lies in the difficulty of mapping the level of knowledge of a student, or a group of students, and in the ability to create tools in order to make teaching simpler, more dynamic, and attractive. However, it is not enough to propose new tools to support the learning process, it is necessary to show the evidence collected during this process to the actors involved. From the students' perspective, it is important that they know their level of knowledge. And, from the teachers' point of view, it is important to allow them to more easily identify their students' difficulties. When observing the current scenario of the teaching process, there is a lack of digital tools for both teachers and students to monitor the level of learning in a given subject and follow the difficulties of each student and of the class as a whole. With this in mind, the present work proposes the creation of an interactive Web system that allows teachers and students to monitor the learning process through activities and interactions performed in educational digital games in the context of chemistry. For this to happen, an open student model will be used to visually monitor learning. With this, we hope to implement a tool that will facilitate the teacher's life in monitoring the difficulties of their students and also help the students themselves to recognize their level of knowledge in the subjects so that they can identify the points that require further studies.

**Keywords:** Learning tracking, Educational digital games, Chemistry, Education, Web system.

---

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Tabela Periódica dos Elementos (IUPAC, 2023). . . . .	17
Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso do sistema. . . . .	23
Figura 3 – Visão geral da arquitetura do sistema. . . . .	25
Figura 4 – Organização do código-fonte do sistema. . . . .	26
Figura 5 – Tela de exibição da Tabela Periódica. . . . .	27
Figura 6 – Informações do elemento químico Ar e das estatísticas do estudante sobre este elemento. . . . .	28
Figura 7 – informações de acertos e erros das fases relacionadas com um elemento químico específico e lista de fases de jogo para o estudante jogar. . . . .	28
Figura 8 – Tela principal que o professor visualiza após efetuar o login. . . . .	29
Figura 9 – Tela de fases de jogo que permite professor acompanhar as atividades dos estudantes dentro do jogo educativo. . . . .	30
Figura 10 – Tela de cadastro, listagem, alteração e exclusão de quizzes. . . . .	31
Figura 11 – Tela que lista todos os quizzes de todas as turmas e fases. . . . .	32
Figura 12 – Tabela que lista todas as turmas do professor, permitindo que ele escolha uma para ver mais informações. . . . .	33
Figura 13 – Gráfico de aproveitamento da turma por fase. . . . .	33
Figura 14 – Gráficos de estatísticas da fase e estatística da questão. . . . .	34
Figura 15 – Lista de estudantes e opção de vincular e desvincular fases. . . . .	35
Figura 16 – Tela com informações estatísticas de um estudante em específico. . . . .	35
Figura 17 – Tela principal do sistema do estudante. . . . .	36
Figura 18 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre atratividade do ensino da Tabela Periódica (TP) aos estudantes. . . . .	38
Figura 19 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a motivação do ensino dos elementos químicos somente com livro texto. . . . .	38
Figura 20 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a contextualização dos elementos químicos por estudantes. . . . .	39

Figura 21 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre ferramenta para auxílio ao ensino da TP. . . . .	40
Figura 22 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a utilidade de um jogo digital contextualizado para ensino da TP. . . . .	40
Figura 23 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre fator motivador para um jogo digital contextualizado. . . . .	41
Figura 24 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 1 . . . . .	50
Figura 25 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 2 . . . . .	51
Figura 26 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 3 . . . . .	52

---

# Lista de siglas

**API** Interface de Programação de Aplicação (do inglês, *Application Programming Interface*)

**GLA** Análise de Aprendizado em Jogos (do inglês, *Game Learning Analytics*)

**HTML** Linguagem de Marcação de HiperTexto (do inglês, *HyperText Markup Language*)

**OLM** Modelo Aberto do Estudante (do inglês, *Open Learner Model*)

**OEM** Open Environment Model (Modelo Aberto para Diversão)

**SQL** Linguagem de Consulta Estruturada (do inglês, *Structured Query Language*)

**TIC** Tecnologias de Informação e Comunicação

**TP** Tabela Periódica

**TCC** Trabalho de Conclusão de Curso

---

# Sumário

1	INTRODUÇÃO . . . . .	12
1.1	Problema . . . . .	13
1.2	Questões de Pesquisa . . . . .	13
1.3	Objetivos . . . . .	14
1.4	Organização da Monografia . . . . .	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .	15
2.1	Modelo Aberto de Estudante . . . . .	15
2.2	Game Learning Analytics . . . . .	16
2.3	Tabela Periódica . . . . .	17
2.4	Trabalhos Relacionados . . . . .	18
3	DESENVOLVIMENTO . . . . .	21
3.1	Método . . . . .	21
3.2	Casos de Uso . . . . .	22
3.3	Arquitetura . . . . .	24
3.4	Modelo Aberto do Estudante . . . . .	27
3.5	Prova de conceito . . . . .	29
4	RESULTADOS . . . . .	37
4.1	Pesquisa de Opinião com Professores . . . . .	37
4.2	Teste preliminar com os estudantes . . . . .	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	43
5.1	Principais Contribuições . . . . .	43
5.2	Trabalhos Futuros . . . . .	44
5.3	Contribuições em Produção Bibliográfica . . . . .	44
	REFERÊNCIAS . . . . .	46

**APÊNDICES**

**49**

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PROFESSOR . . . . . 50**

---

## Introdução

Um grande desafio no campo da computação aplicada a educação, atualmente, é a dificuldade de mapear o nível de conhecimento de um estudante ou grupo de estudantes, bem como a capacidade de criar ferramentas que tornem o ensino mais personalizado, dinâmico e atraente para eles. Tais dificuldades são perceptíveis também quando se fala no aprendizado dos elementos químicos da Tabela Periódica.

A TP é uma ferramenta utilizada nas escolas para ensinar Química, por facilitar o estudo dos elementos químicos devido à sua organização (CISCATO; PEREIRA; CHEMELLO, 2015), entretanto, ela, por si só, não contém informações acerca do entendimento sobre onde os elementos químicos estão presentes no cotidiano das pessoas. Ao ensiná-la, o método expositivo com explanação de cada elemento e suas características pode não ser a melhor estratégia, visto que os estudantes, além de meramente observar, são forçados a memorizar símbolos e propriedades sem compreender efetivamente a conexão com a sua vida diária.

Alguns elementos possuem propriedades semelhantes, entretanto, podem possuir diversas aplicabilidades e podem ser encontradas em nosso cotidiano. Um bom exemplo disso são o flúor e o cloro que são classificados como ametais, elementos que não dissipam o calor e são maus condutores de corrente elétrica. No entanto, o flúor é encontrado no nosso dia a dia na pasta de dente para prevenção de cáries (JARDIM; MALTZ, 2005), já o cloro, presente na solução de hipoclorito de sódio, por oxidar a matéria orgânica, é utilizado no tratamento de águas, e isso significa que ele elimina ou impede a proliferação de bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças (MEYER, 1994).

Hoje em dia já existem algumas ferramentas digitais (LEITE, 2019), como jogos e aplicativos, e também ferramentas não digitais, como jogos de cartas e tabuleiros, para o apoio ao ensino da TP. Se o educador escolher usar ferramentas não digitais em sala de aula, ele poderia monitorar a atividade e identificar possíveis desafios enfrentados pelos alunos, especialmente em uma turma de tamanho reduzido. Contudo, a medida que a turma aumenta, esse trabalho se torna cada vez mais difícil. Já no caso das ferramentas digitais existentes, apesar de ser facilmente escalável para turmas maiores, os esforços

para analisar e descobrir as dificuldades ainda existem e podem ser ainda maiores se a tecnologia não oferecer suporte para tal ação. Isso tudo se considera apenas do ponto de vista de um professor. Do ponto de vista de um estudante, o esforço para analisar e descobrir dificuldades é ainda maior. No entanto, se utilizando ainda da tecnologia, é possível permitir que professores e estudantes monitorem as atividades e suas interações na ferramenta de maneira simplificada.

Dessa forma, visando criar uma ferramenta para monitorar o aprendizado, a presente pesquisa visa à criação de um sistema de gerenciamento Web que permita ao professor acompanhar o desempenho dos estudantes e que também permita ao estudante identificar suas dificuldades a partir dos resultados das interações efetuadas em um jogo digital educativo. Tal jogo, está inserido em um contexto maior a qual essa pesquisa faz parte, onde se encontram mais outros dois estudantes atuando em diferentes áreas. Para atingir o objetivo já citado de uma forma bem transparente, será utilizada uma representação do conhecimento por meio de equívocos e dificuldades do estudante, popularmente conhecido como "modelo aberto de estudante", em que consiste basicamente na coleta de dados por meio da interação dos estudantes no sistema. Tal método permite que os estudantes analisem seu próprio modelo, de modo a encorajar comportamentos metacognitivos, como autoconsciência e autorregulação. O sistema Web pretende então, auxiliar o professor e estudantes da disciplina de Química a identificar por meio das atividades realizadas no jogo, como quais perguntas os estudantes mais erraram ou situações com maiores dificuldades, para que, assim, eles possam revisar essas questões em sala de aula.

## 1.1 Problema

O uso de ferramentas digitais de apoio ao ensino abre inúmeras possibilidades para monitoramento e acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem. No contexto específico deste trabalho, um dos desafios para o desenvolvimento reside na forma como os resultados obtidos através da interação dos estudantes com os jogos digitais serão apresentados, tanto para o professor quanto para os estudantes, de modo que eles possam compreender claramente quais tópicos ou conceitos não foram bem entendidos. Dessa forma, é importante estudar mecanismos interativos que mostrem claramente aos professores e estudantes o que o sistema sabe ou não sobre o processo de aprendizagem envolvido de forma a monitorar individualmente a aprendizagem e identificar potenciais dificuldades de cada estudante ou até mesmo da turma.

## 1.2 Questões de Pesquisa

Desta forma, por meio da utilização de um modelo aberto, o presente projeto visa responder às seguintes Questões de Pesquisa:

**QP1:** Como ferramentas específicas de apoio ao ensino contextualizado da Tabela Periódica pode auxiliar professores e alunos?

**QP2:** De que forma uma ferramenta Web pode prover mecanismos de acompanhamento da aprendizagem tanto para professores quanto para estudantes no contexto de jogos digitais educacionais para Química?

## 1.3 Objetivos

O **objetivo geral** deste trabalho é propor mecanismos baseados em tecnologia para monitoramento da aprendizagem por professores e estudantes no contexto de jogos digitais educacionais em Química.

Para atingir o objetivo geral, os seguintes **objetivos específicos** foram delineados:

- ❑ Investigar as necessidades dos professores para o ensino da TP;
- ❑ Projetar um modelo aberto do estudante;
- ❑ Estudar tecnologias e bibliotecas potenciais para uso;
- ❑ Criar ferramentas gráficas e interativas para apresentar informações coletadas de jogos digitais;

## 1.4 Organização da Monografia

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica do trabalho, abordando conceitos relevantes e estudos anteriores que embasam a pesquisa.

O Capítulo 3 detalha o desenvolvimento do projeto, incluindo a criação de gráficos de aproveitamento da turma por fase, estatísticas da fase e estatística da questão, além de uma lista de estudantes e opção de vincular e desvincular fases. Também apresenta a tela com informações estatísticas de um estudante em específico.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos, incluindo as respostas dos estudantes às perguntas de pesquisa.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, refletindo sobre a jornada de desenvolvimento do trabalho e os objetivos alcançados. Discute as principais contribuições do trabalho, as limitações encontradas e sugere trabalhos futuros para expandir e aprofundar as descobertas e inovações apresentadas. Além disso, destaca as contribuições em produções bibliográficas.

---

## Fundamentação Teórica

Neste capítulo, serão apresentados os tópicos centrais deste estudo, sendo eles Modelo Aberto de Estudante, Análise de Aprendizado em Jogos (do inglês, *Game Learning Analytics*) (GLA) e Tabela Periódica (TP). É de extrema importância conhecer um pouco destes conceitos para se ter uma boa compreensão da pesquisa. Além disso, há uma seção específica para discutir os trabalhos relacionados.

### 2.1 Modelo Aberto de Estudante

Um modelo de estudante é uma representação estruturada do conhecimento, dos equívocos e das dificuldades do estudante, onde tais dados são extraídos por um sistema de tutoria inteligente, por meio da interação do estudante com o sistema (BULL, 2004). Este modelo permite que professores entendam os pontos fortes e fracos de seus estudantes, possibilitando a instituição de ensino a fornecer suporte a um estudante específico ou a um grupo de estudantes.

Um modelo aberto de estudante, por outro lado, permite que os próprios estudantes visualizem seus dados, desenvolvendo habilidades metacognitivas como autoconsciência e autorregulação (SEGEDY; KINNEBREW; BISWAS, 2011). Tais habilidades auxiliam o estudante na reflexão sobre sua aprendizagem (FERREIRA, 2019). Além disso, os modelos abertos de estudantes podem ser usados para promover a reflexão do estudante, auxiliar os estudantes a planejar ou monitorar sua aprendizagem, permitir que os estudantes comparem seus conhecimentos com as expectativas do instrutor e permitir que os estudantes comparem seus conhecimentos aos de seus colegas (BULL; KAY, 2010).

No entanto, uma das principais dificuldades deste modelo é pensar e implementar uma maneira de representar as informações obtidas de uma forma compreensível. O sistema pode calcular dados que podem ser difíceis de compreender. É muito importante decidir quais dados mostrar ou não para um estudante, pois algumas informações podem desencorajar o estudante. Portanto, é necessário buscar mostrar os dados de uma forma estimulante.

Nesse contexto, a utilização de ontologias pode ser uma solução eficaz. Ontologia, no campo da ciência da computação, é uma representação formal de um conjunto de conceitos dentro de um domínio e as relações entre esses conceitos. É usada para modelar um domínio de conhecimento específico com a finalidade de estruturar informações para processamento por computadores. No caso dos modelos abertos de estudantes, a ontologia pode ajudar a estruturar e representar o conhecimento do estudante de uma maneira que seja facilmente compreendida tanto pelos estudantes quanto pelos professores (KAY et al., 2022).

Além disso, os modelos abertos de estudantes podem ser usados para melhorar a análise de dados de aprendizagem. Através da visualização de seus próprios dados, os estudantes podem identificar padrões e tendências em seu aprendizado, o que pode ajudá-los a tomar decisões mais informadas sobre como proceder com seus estudos (KAY et al., 2022).

Os modelos abertos de estudantes também podem ser usados para projetar dados de aprendizagem, algoritmos e processos de inteligência artificial. Isso é ilustrado em vários estudos de caso, que demonstram como os modelos abertos de estudantes podem ser usados para melhorar a qualidade da educação (KAY et al., 2022).

Em resumo, os modelos abertos de estudantes oferecem uma abordagem inovadora para melhorar a qualidade da educação. Eles permitem que os estudantes se envolvam mais profundamente em seu próprio processo de aprendizagem e tomem decisões mais informadas sobre como proceder com seus estudos. Além disso, eles fornecem aos professores uma ferramenta valiosa para entender melhor as necessidades de seus estudantes e adaptar seu ensino de acordo (FERREIRA, 2019; KAY et al., 2022).

## 2.2 Game Learning Analytics

Game Learning Analytics (GLA) é uma estratégia que utiliza técnicas avançadas de análise de dados para avaliar a eficácia do design de jogos educacionais e o processo de aprendizagem associado a eles. Ao capturar informações geradas pelos jogadores durante a interação com o jogo, é possível identificar padrões de comportamento e desempenho, além de avaliar como o design do jogo contribui para alcançar os objetivos educacionais. (GLA) pode ser aplicada em diferentes tipos de jogos, desde os voltados especificamente para a educação até jogos comerciais (MELO et al., 2020).

Ao criar um jogo educativo, os objetivos educacionais da aprendizagem e as ferramentas tecnológicas do jogo educativo se juntam, no que podemos chamar de Game Learning Analytics (GLA). Ter informações do que está acontecendo enquanto o usuário joga um desses jogos é fundamental para relacionar um jogo com o aprendizado real, e deixar de ser apenas um aprendizado teórico, para uma baseada em informações visuais ou baseadas em provas (FREIRE et al., 2016).

O (GLA) permite coletar dados sobre o desempenho do jogador, como tempo de

resposta, número de erros e acertos, e outros indicadores que podem ser utilizados para avaliar o progresso do aluno e identificar possíveis lacunas no aprendizado. Essas informações podem ser usadas para personalizar o jogo e adaptá-lo às necessidades individuais de cada aluno, tornando o processo de aprendizagem mais eficiente e engajador (FREIRE et al., 2016).

Segundo estudos de Oliveira-Neto, Rodrigues e Amorim (2019) descobriu que estudantes interagem com jogos educativos conseguem resultados superiores, comparado a grupos com atividades normais na escola que não utilizam de jogos educativos para melhorar o conhecimento.

Esta pesquisa utilizará dados gerados por meio de técnicas de GLA, para representar graficamente o progresso dos estudantes, que serão exibidos tanto para o estudante quanto para o professor.

### 2.3 Tabela Periódica

A Tabela Periódica (TP) é um modelo que agrupa todos os elementos químicos conhecidos e algumas de suas propriedades. Eles estão organizados em ordem crescente de número atômico, que é o número de prótons. Atualmente, a tabela periódica possui 118 elementos químicos, sendo 92 naturais e 26 artificiais. Cada quadrado na tabela especifica o nome do elemento químico, seu símbolo e seu número atômico (CISCATO; PEREIRA; CHEMELLO, 2015; BATISTA, 2023), conforme mostrado na Figura 1.

**IUPAC Periodic Table of the Elements**

The figure displays the IUPAC Periodic Table of the Elements. It is a grid where each cell represents an element. Each cell contains the element's atomic number (top left), its symbol (top center), its name (top right), and its atomic weight (bottom). The table is organized into groups and periods. Key features include:
 

- Group 1:** Hydrogen (H), Lithium (Li), Sodium (Na), Potassium (K), Rubidium (Rb), Cesium (Cs), Francium (Fr).
- Group 2:** Beryllium (Be), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba), Radium (Ra).
- Transition Metals (Groups 3-10):** Scandium (Sc), Titanium (Ti), Vanadium (V), Chromium (Cr), Manganese (Mn), Iron (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Copper (Cu), Zinc (Zn), Gallium (Ga), Germanium (Ge), Arsenic (As), Selenium (Se), Bromine (Br), Krypton (Kr).
- Post-Transition Metals (Groups 11-12):** Silver (Ag), Cadmium (Cd), Indium (In), Tin (Sn), Antimony (Sb), Tellurium (Te), Xenon (Xe).
- Nonmetals (Groups 13-16):** Boron (B), Carbon (C), Nitrogen (N), Oxygen (O), Fluorine (F), Neon (Ne), Silicon (Si), Phosphorus (P), Sulfur (S), Chlorine (Cl), Argon (Ar), Gallium (Ga), Germanium (Ge), Arsenic (As), Selenium (Se), Bromine (Br), Krypton (Kr).
- Halogens (Group 17):** Fluorine (F), Chlorine (Cl), Bromine (Br), Iodine (I), Astatine (At).
- Noble Gases (Group 18):** Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), Radon (Rn).
- Lanthanoids and Actinoids (Groups 3 and 7):** Groups of elements shown in separate boxes below the main table.
- Key:** A box explaining the symbols: 'atomic number' (top left), 'Symbol' (top center), 'name' (top right), 'abbreviated standard' (bottom left), and 'atomic weight' (bottom right).
- Footer:** Includes the logo of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and the text 'INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY'.

For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 4 May 2022. Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Figura 1 – Tabela Periódica dos Elementos (IUPAC, 2023).

Os períodos são as linhas horizontais numeradas, que apresentam elementos com o mesmo número de camadas eletrônicas, totalizando sete períodos. Os grupos, anteriormente chamados de famílias, são as colunas verticais, onde os elementos possuem o mesmo número de elétrons na camada mais externa, ou seja, na camada de valência. Ao todo, 18 grupos formam a TP. Muitos elementos destes grupos estão relacionados de acordo com suas propriedades químicas (CISCATO; PEREIRA; CHEMELLO, 2015; BATISTA, 2023).

A TP também é dividida em quatro blocos: **s**, **p**, **d** e **f**. Elementos representativos de transição externa e interna. Ao realizar a distribuição dos elétrons em níveis e subníveis de energia é possível identificar o subnível mais energético, sendo que ele caracteriza cada um dos grupos. Os blocos **s** e **p** formam a região dos elementos representativos, que possuem as propriedades mais típicas de cada família. Os blocos **d** e **f** formam a região dos elementos de transição, que possuem propriedades mais variadas e complexas (CISCATO; PEREIRA; CHEMELLO, 2015; Khan Academy, 2023).

A TP é uma ferramenta essencial para o estudo da Química, pois permite conhecer e comparar os elementos químicos de forma sistemática e lógica. Ela é o resultado de muitas pesquisas e descobertas científicas que ocorreram ao longo da história e que continuam acontecendo até hoje.

## 2.4 Trabalhos Relacionados

É importante destacar algumas soluções existentes e potenciais que podem ajudar a superar esses desafios. Por exemplo, a Tabela Periódica Interativa (PEREIRA; SOARES; VIANNA, 2022). Essa ferramenta foi criada com o objetivo de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de Química para os estudantes, fazendo uso das Tecnologias de Informação e Comunicações (TICs). Sua interface, rica em cores e interatividade, facilita a consulta de informações sobre todos os 118 elementos químicos, além de contar com um módulo auxiliar destinado ao estudo das famílias periódicas. A integração de uma Tabela Periódica interativa pode promover a competência tecnológica dos estudantes, facilitar a interação deles com o conteúdo de Química e despertar o interesse pelo assunto (PEREIRA; SOARES; VIANNA, 2022).

O jogo digital utilizado no estudo “Assessing the Effects of Open Models of Learning and Enjoyment in a Digital Learning Game” (HOU et al., 2022) chama-se “*Decimal Point*” e foi projetado para ensinar números decimais e operações a estudantes do 5º e 6º ano. Foram utilizadas duas versões do jogo: uma que encorajava a jogar e aprender por meio de um Modelo Aberto do Estudante (do inglês, *Open Learner Model*) (OLM) e outra que encorajava a jogar por diversão através de um Open Environment Model (Modelo Aberto para Diversão) (OEM). O modelo aberto de aprendizagem (OLM) mostrava informações sobre o desempenho do estudante no jogo, como as habilidades que ele havia dominado

e aquelas que ainda precisavam ser trabalhadas, sendo essas habilidades relacionadas a números decimais e operações, como adição, subtração, multiplicação e divisão de números decimais. Essas informações eram apresentadas em um formato visual simples e fácil de entender, permitindo que os estudantes monitorassem seu próprio progresso e identificassem áreas em que precisavam melhorar. O estudo mostrou que seguir o modelo aberto de aprendizagem ajudou a melhorar o desempenho de aprendizagem dos estudantes no jogo e nos testes.

No jogo Multiplication Game que foi utilizado no estudo “Effect of OSLM features and gamification motivators on motivation in DGBL: pupils’ viewpoint” (LEONARDOU et al., 2022), o OLM é usado para fornecer feedback aos estudantes sobre seu desempenho em relação aos objetivos de aprendizagem. O feedback inclui informações sobre as respostas corretas e incorretas, bem como sugestões para melhorar o desempenho. A conclusão do estudo foi que o jogo digital “*Multiplication Game*”, enriquecido com elementos de gamificação, pode engajar e motivar os participantes, além de ajudá-los a alcançar competência em multiplicação.

O estudo realizado por Guerra et al. (2016) apresenta uma análise aprofundada do sistema “*Mastery Grids*”, uma plataforma que integra a modelagem aberta do estudante e a comparação social para fomentar a aprendizagem autorregulada e o engajamento dos estudantes. Este sistema não se concentra em transmitir um conteúdo específico, mas sim em fornecer uma interface inteligente para o conteúdo de aprendizagem online.

A pesquisa incluiu a realização de dois experimentos em sala de aula, com o objetivo de examinar diferentes configurações do sistema e sua interação com variáveis como gênero e orientação de metas de realização. Os resultados obtidos indicaram que o sistema “*Mastery Grids*” pode exercer um impacto positivo no engajamento, desempenho e motivação dos estudantes. Esses resultados são particularmente notáveis quando o sistema é combinado com recursos sociais e um seletor de recursos.

O sistema “*Mastery Grids*” fornece aos estudantes uma variedade de informações, incluindo seu próprio progresso em diferentes tipos de conteúdo de prática, o progresso médio do grupo de referência (que pode ser a turma inteira ou apenas os melhores estudantes), e uma comparação entre o progresso do estudante e o do grupo de referência. Essas informações são exibidas em diferentes grades que mostram várias agregações de informações de progresso. Cada célula na grade representa o progresso do conhecimento do estudante em um tipo específico de conteúdo, utilizando diferentes tonalidades de verde para indicar o nível de progresso. Além disso, o sistema inclui um seletor de recursos que permite ao estudante escolher o tipo de conteúdo que deseja praticar, bem como recursos sociais que permitem visualizar e comparar o progresso de outros estudantes.

Portanto, o estudo de Guerra et al. (2016) oferece insights valiosos para educadores e desenvolvedores de tecnologia educacional que buscam criar sistemas de aprendizagem online mais eficazes e envolventes.

Além do estudo realizado por Guerra et al. (2016), outra pesquisa relevante para este trabalho é a conduzida por Akhuseyinoglu et al. (2022), que investiga o uso de exemplos práticos interativos para o ensino de programação Linguagem de Consulta Estruturada (do inglês, *Structured Query Language*) (SQL). Este estudo realizou um experimento controlado randomizado em larga escala para avaliar o impacto desses exemplos no aprendizado dos estudantes, bem como o efeito das explicações textuais fornecidas pelo sistema utilizado para apresentar os exemplos.

Os resultados obtidos indicaram que os exemplos práticos interativos podem ser uma ferramenta eficaz para o ensino de SQL. No entanto, o estudo também identificou algumas limitações. Por exemplo, os exemplos podem não ser tão eficazes para estudantes que já possuem um conhecimento prévio do assunto, ou para aqueles que preferem aprender por meio de resolução de problemas. Além disso, os exemplos podem não ser tão úteis para ensinar habilidades mais avançadas em SQL.

O sistema de prática de SQL utilizado no estudo de Akhuseyinoglu et al. (2022) incorpora um modelo aberto de aprendizado do estudante, semelhante ao sistema “*Mastery Grids*”. Este modelo permite que os estudantes monitorem seu próprio progresso e escolham o conteúdo mais apropriado para praticar. O sistema apresenta o conteúdo de aprendizagem organizado por tópicos e fornece explicações textuais passo a passo para auxiliar os estudantes a entender os exemplos práticos.

Portanto, o estudo de Akhuseyinoglu et al. (2022) oferece insights adicionais para o desenvolvimento de estratégias de ensino de programação SQL mais eficazes, complementando os achados do estudo de Guerra et al. (2016) sobre a eficácia da modelagem aberta do estudante e da comparação social para apoiar a aprendizagem autorregulada e o engajamento dos estudantes.

---

## Desenvolvimento

Este capítulo apresenta os detalhes do desenvolvimento do sistema de aprendizado baseado em jogos, cujo objetivo é proporcionar uma experiência de aprendizado interativa e envolvente para os estudantes. O método utilizado, os casos de uso considerados, a arquitetura do sistema e a prova de conceito são apresentados.

### 3.1 Método

Este projeto adotou uma metodologia ágil de desenvolvimento de software chamada *Scrum* (SUTHERLAND, 2014), baseada em planejamento incremental e interação constante com as *sprints*<sup>1</sup>, sendo executado em etapas iterativas e incrementais. Inicialmente, foram coletados e analisados os requisitos do sistema para garantir que as necessidades do usuário fossem atendidas de maneira adequada.

Em seguida, as *sprints* foram planejadas e realizadas conforme os princípios do framework *Scrum* com alguns ajustes para o contexto deste projeto. No início, uma reunião de planejamento foi realizada para estabelecer os objetivos das *sprints*, além disso, uma reunião semanal foi realizada para acompanhar o progresso, avaliar o que foi concluído e o que ainda precisava ser finalizado, bem como identificar quaisquer dificuldades encontradas durante o desenvolvimento. Como mencionado anteriormente, este projeto é parte integrante de um projeto maior envolvendo outros estudantes, e as reuniões foram realizadas em conjunto com toda a equipe. Cada *sprint* incluirá etapas de análise e projeto de requisitos, implementação, testes e lançamento do software. Esse processo será realizado com o auxílio da ferramenta Kanban (ANDERSON, 2010), que fornece uma representação visual do progresso das tarefas pendentes, em andamento, em testes e concluídas.

---

<sup>1</sup> Uma *sprint* é uma unidade de tempo fixa e curta utilizada na metodologia ágil *Scrum* para organizar o desenvolvimento de um projeto. Geralmente, uma *sprint* possui duração de duas a quatro semanas, dependendo do projeto e da equipe envolvida.

Após a implementação e teste dos requisitos das *sprints*, foi elaborada uma versão para testes com usuários selecionados, conduzindo uma pesquisa quantitativa e exploratória com estudantes de Química do Ensino Médio<sup>2</sup>.

## 3.2 Casos de Uso

Com o intuito de apresentar uma visão geral das funcionalidades propostas e os atores com perfil para cada uma, foi construído um Diagrama de Casos de Uso, mostrado na Figura 2. Como pode ser observado, há três perfis de usuários: “Administrador”, “Professor” e “Estudante”.

O ator “Professor” possui permissão para executar os seguintes casos de uso:

1. Criar uma conta: Depois do cadastro, os professores terão que aguardar a aprovação de um administrador antes de ter acesso à plataforma.
2. Cadastrar turmas: Um formulário de cadastro de novas turmas estará disponível, possibilitando que o professor gerencie várias turmas de diferentes escolas.
3. Visualizar lista de turmas criadas: Uma tabela será exibida com as turmas já criadas pelo professor, permitindo a seleção de uma delas.
4. Visualizar lista de fases cadastradas e os elementos associados: Visualizar a lista das fases cadastradas no jogo educativo, juntamente com os elementos químicos associados a cada fase, permitindo que os administradores tenham uma visão geral do conteúdo presente no jogo.
5. Criar *quiz*: Formulário que permite o professor criar um *quiz* específico para uma turma e fase selecionadas
6. Listar *quizzes* por turma: Página que permitira filtrar *quizzes* de acordo com a turma e fase selecionadas, tornando mais fácil encontrar as informações desejadas.
7. Listar todos os *quizzes*: Página que ira listar todos os *quizzes* de todas as turmas e fases juntas, permitindo uma visão geral completa dos *quizzes*. Além disso, essa opção também exibirá as alternativas das perguntas, incluindo qual alternativa foi marcada com correta, facilitando a compreensão dos resultados dos *quizzes*.
8. Alterar *quizzes*: Permitira que o professor altere um *quiz* específico de uma turma e fase, oferecendo flexibilidade para ajustar perguntas e respostas contidas nos *quizzes*.
9. Excluir um *quiz*: Permitir que o professor realize a exclusão de um *quiz* específico de uma turma e fase, tornando possível remover *quizzes* desnecessários ou incorretos. Isso ajudará a manter a organização e precisão dos dados armazenados.

<sup>2</sup> Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 12075519.3.0000.5152



Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso do sistema.

10. Visualizar estatísticas: Permitir a visualização de estatísticas do estudante, de uma fase, questão e de uma turma como um todo.
11. Visualização de estudantes matriculados em uma turma: Uma Tabela que permite ao usuário visualizar uma lista completa dos estudantes matriculados em uma turma específica, além de selecionar um estudante em particular para analisar informações individuais.
12. Possibilidade de vincular e desvincular fase de uma turma: Funcionalidade que permite que o professor vincule e desvincule fases de uma turma a qualquer momento.

Já o ator “Estudante” será possível executar as seguintes funcionalidades:

1. Criar uma conta: Depois do cadastro, o estudante já consegue acessar a plataforma tranquilamente.
2. Ingressar em uma turma: Formulário para acesso às turmas. É importante destacar que as turmas devem ser previamente criadas pelo professor na plataforma.
3. Visualizar turmas ingressadas: Lista das turmas às quais o estudante já está vinculado, possibilitando que ele clique em alguma delas para acessá-la.
4. Visualização de resultados em um elemento químico: ( fala da tabela) plataforma que permite ao estudante visualizar informações estatísticas sobre seu desempenho em relação a um elemento químico específico, facilitando a avaliação de seu domínio sobre o tema.
5. Jogar uma fase: Permitir com que o estudante jogue as fases que foram vinculadas pelo professor naquela turma

### 3.3 Arquitetura

A arquitetura do sistema, desenvolvida para este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), tem como objetivo facilitar a interação de estudantes e professores com a plataforma educacional. A arquitetura é composta por vários componentes que trabalham juntos para fornecer uma experiência de aprendizado eficaz e envolvente .

Os usuários, sejam estudantes ou professores, iniciam o processo acessando o site da plataforma por meio de um computador. Este acesso é facilitado por um navegador Web, que serve como a interface primária para a interação do usuário com a plataforma.

Uma vez que o usuário acessa o site, a solicitação é enviada para o servidor Web. O servidor Web é responsável por processar as solicitações do usuário e fornecer as respostas

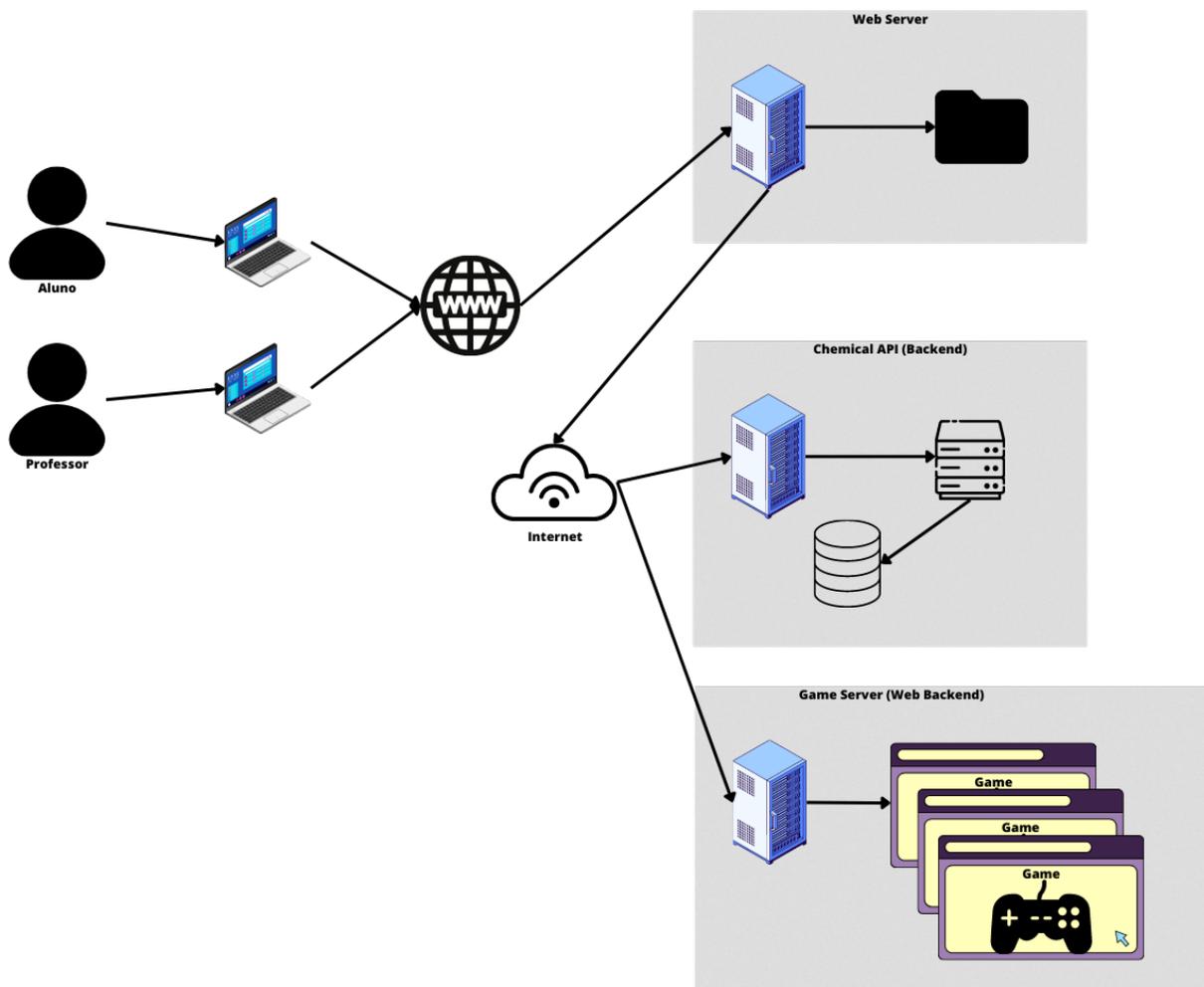


Figura 3 – Visão geral da arquitetura do sistema.

apropriadas. Atua-se como o ponto central de comunicação entre o usuário e os vários componentes do sistema.

O servidor Web se comunica com o ChemicalAPI, que é o *backend* do sistema. É válido ressaltar que tal Interface de Programação de Aplicação (do inglês, *Application Programming Interface*) (API) faz parte de outro TCC de um aluno da UFU. O processamento das solicitações do servidor Web e o fornecimento dos dados necessários são funções do ChemicalAPI. Atua-se como o cérebro do sistema, processando informações, realizando cálculos e fornecendo respostas.

Ademais, o servidor Web estabelece comunicação com o recurso educativo interativo (Jogo), responsável por gerenciar a lógica e garantir o correto funcionamento, bem como pela apresentação dos *quizzes* aos estudantes. Em resumo, a arquitetura do sistema combina várias tecnologias e componentes para fornecer um sistema que cumpra sua funcionalidade.

Na estrutura mostrada na Figura 4, o diretório raiz do projeto possui dois diretórios principais como filhos:

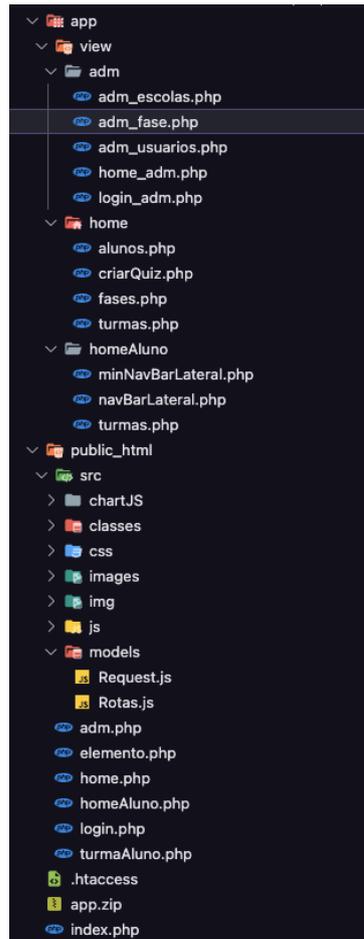


Figura 4 – Organização do código-fonte do sistema.

1. ‘app’: Este diretório é onde se encontra a lógica associada às visualizações do sistema. Dentro dela, a subpasta “view” abriga os arquivos responsáveis pelos componentes de visualização. Um exemplo é o arquivo “criarQuiz.php”, que inclui a estrutura Linguagem de Marcação de HiperTexto (do inglês, *HyperText Markup Language*) (HTML) da respectiva tela.
2. ‘public\_html’: Este diretório hospeda os arquivos públicos do sistema, distintos dos arquivos encontrados no diretório ‘app’. É aqui onde estão localizadas diversas estruturas de páginas HTML, lógicas de interface, arquivos de estilização, entre outros. Adicionalmente, o diretório contém subdiretórios com diversas bibliotecas utilizadas, incluindo o diretório “imagens” dedicado ao armazenamento das imagens do sistema.

Quanto às bibliotecas empregadas, elas incluem as versões Bootstrap 4.6.0<sup>3</sup>, jQuery

<sup>3</sup> <https://getbootstrap.com/docs/4.6/getting-started/introduction/>

3.5.1<sup>4</sup>, Slim Select 2.0<sup>5</sup>, DataTables 1.10.23<sup>6</sup>, SweetAlert2 9<sup>7</sup> e Chart.js 3.4.0<sup>8</sup>.

## 3.4 Modelo Aberto do Estudante

O modelo aberto do estudante é uma parte integrante do sistema, permitindo uma representação estruturada do conhecimento, equívocos e dificuldades do estudante. Este modelo é extraído através da interação do estudante com o sistema, permitindo aos professores entender os pontos fortes e fracos de seus estudantes, possibilitando a instituição de ensino fornecer suporte a um estudante específico ou a um grupo de estudantes.

Em meio a diversas informações que o sistema tem acesso, foi necessário escolher informações que não desmotivassem o estudante e pelo contrário ajudasse ele a continuar estudando e aprimorando o seu conhecimento. Ao selecionar um elemento químico como apresentado na Figura 5, o estudante é redirecionado para uma interface que apresenta informações abrangentes sobre o elemento químico selecionado ilustrado na Figura 6. Esta interface inclui detalhes como características gerais, propriedades físicas e atributos atômicos do elemento. Adicionalmente, o estudante tem a oportunidade de revisar quantas etapas associadas a esse elemento já foram concluídas e quantos questionários foram respondidos.

Turmas																																			
1	H																	2	He																
3	Li	4	Be													5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne								
11	Na	12	Mg													13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar								
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
55	Cs	56	Ba	57-71	**	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
87	Fr	88	Ra	89-103	**	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og

Figura 5 – Tela de exibição da Tabela Periódica.

<sup>4</sup> <https://releases.jquery.com/jquery/>

<sup>5</sup> <https://slimselectjs.com/>

<sup>6</sup> <https://cdn.datatables.net/1.10.23/>

<sup>7</sup> <https://sweetalert2.github.io/>

<sup>8</sup> <https://www.chartjs.org/docs/3.4.1/>

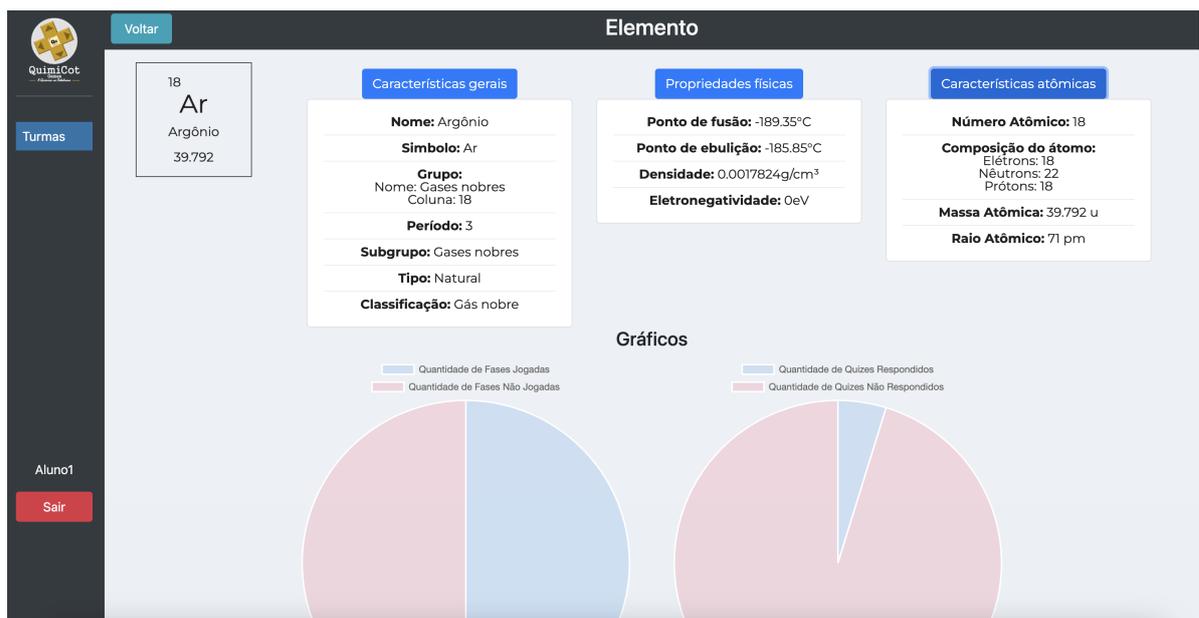


Figura 6 – Informações do elemento químico Ar e das estatísticas do estudante sobre este elemento.

Logo abaixo dessa seção, há uma lista de etapas que o professor associou à turma apresentado na Figura 7, proporcionando aos estudantes a oportunidade de aprimorar seus conhecimentos sobre os elementos químicos da tabela periódica. Além disso, a interface exibe o desempenho do estudante, incluindo a quantidade de respostas corretas, incorretas e tentativas em cada etapa. Isso permite que o estudante avalie e reflita sobre seu próprio conhecimento e progresso.

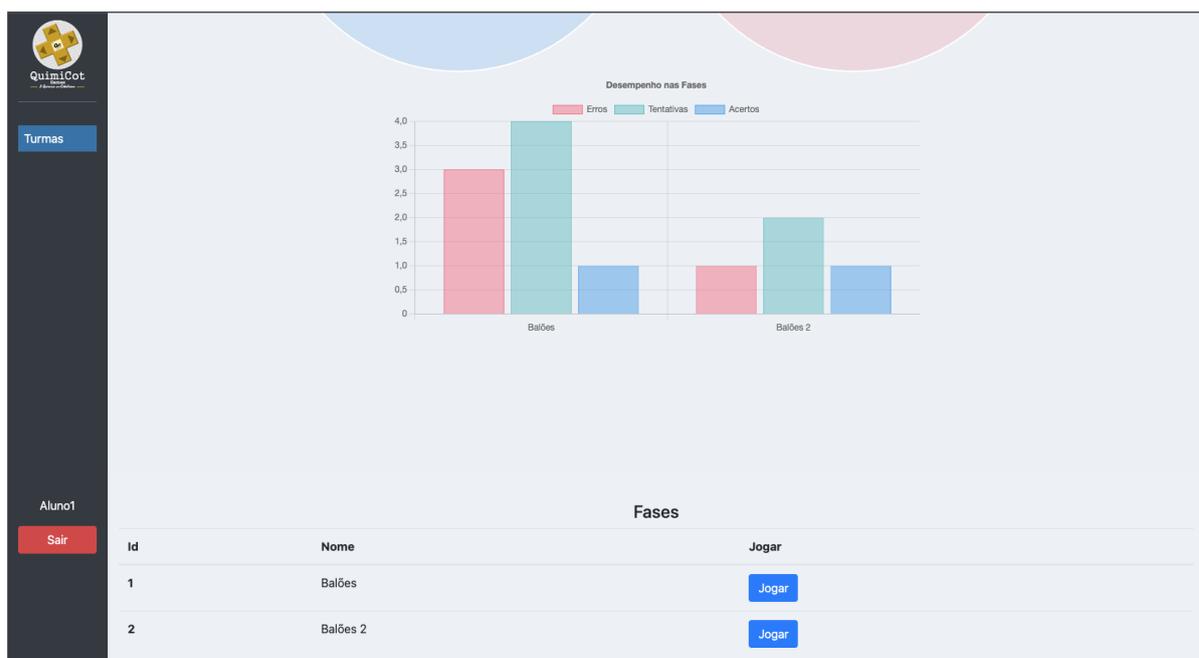


Figura 7 – informações de acertos e erros das fases relacionadas com um elemento químico específico e lista de fases de jogo para o estudante jogar.

Essa abordagem permite que os estudantes se envolvam mais profundamente em seu próprio processo de aprendizagem e tomem decisões mais informadas sobre como proceder com seus estudos. Além disso, fornece aos professores uma ferramenta valiosa para entender melhor as necessidades de seus estudantes e adaptar seu ensino de acordo.

Em resumo, o modelo aberto do estudante oferece uma abordagem inovadora para melhorar a qualidade da educação, desenvolvendo habilidades metacognitivas como autoconsciência e autorregulação nos estudantes.

### 3.5 Prova de conceito

A prova de conceito foi elaborada no intuito de criar um sistema que auxilie os estudantes a identificar suas próprias dificuldades e os professores a identificar as dificuldades de sua turma na disciplina de Química, para oferecer uma aprendizagem mais personalizada e eficaz.

A seguir será detalhado as funcionalidades disponíveis para os professores na nossa plataforma. Após o cadastro, os professores precisarão aguardar a aprovação de um administrador antes de ter acesso à plataforma. Uma vez aprovado, os professores poderão efetuar login na plataforma e se deparar com a tela principal, que possui as seguintes funcionalidades, conforme ilustrado na Figura 8.

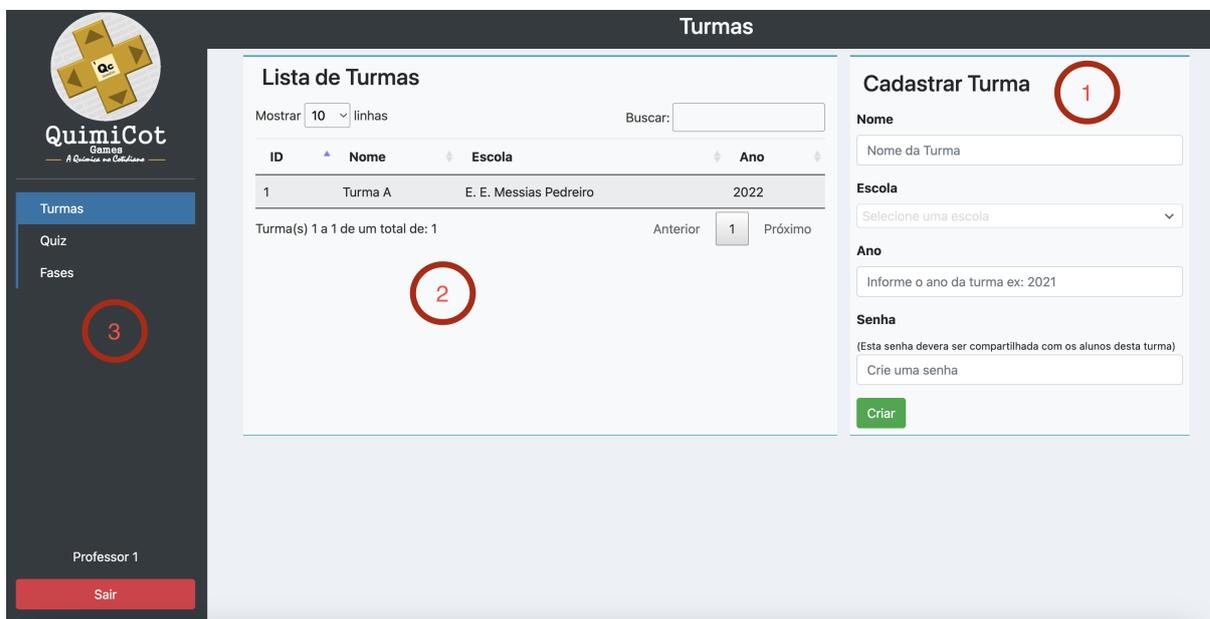


Figura 8 – Tela principal que o professor visualiza após efetuar o login.

1. Formulário de cadastro de novas turmas, permitindo que o professor monitore diversas turmas de escolas diferentes.
2. Tabela de listagem de turmas já criadas pelo professor, com opção para escolher uma das turmas.

3. Menu de navegação que permanecerá visível durante todo o sistema, facilitando a navegação entre as opções de cadastro de turmas, quizzes e listagem de fases.

A página de fases, acessível no menu lateral, é uma ferramenta valiosa que permite aos professores visualizarem as fases cadastradas no jogo educativo pelos administradores e os elementos químicos contidos em cada fase. Com o objetivo de fornecer ao professor informações precisas sobre os elementos contidos em cada fase, para com isso, ele possa criar perguntas específicas sobre esses elementos para seus estudantes em uma outra tela, contribuindo para uma aprendizagem mais personalizada e eficaz. Além disso, essa página também informa ao professor se a fase foi vinculada a alguma turma e, se sim, qual turma foi vinculada. Como ilustração, apresentada na Figura 9.

Fase	Turmas Vinculadas na fase	Elementos contidos
Balões	Turma A	Ar, He, Ne, Rn
Balões 2	Turma A	Ar, He, Ne

Figura 9 – Tela de fases de jogo que permite professor acompanhar as atividades dos estudantes dentro do jogo educativo.

A página de quizzes, acessível pelo menu lateral, é uma ferramenta que permite aos professores realizarem todas as ações relacionadas a um quiz, incluindo criação, edição, exclusão e visualização das perguntas. Essa página fornece aos professores a flexibilidade de personalizar os quizzes de acordo com as necessidades de cada turma, como ilustrado na Figura 10, pois permite que o professor escolha sempre a turma que ele quer que esse quiz seja aplicado. Isso possibilita que os professores monitorem o desempenho dos estudantes, e ofereça um *feedback* para uma aprendizagem mais personalizada.

1. O botão “Criar” redireciona o professor para uma página onde ele poderá criar um quiz específico para uma turma e fase selecionadas

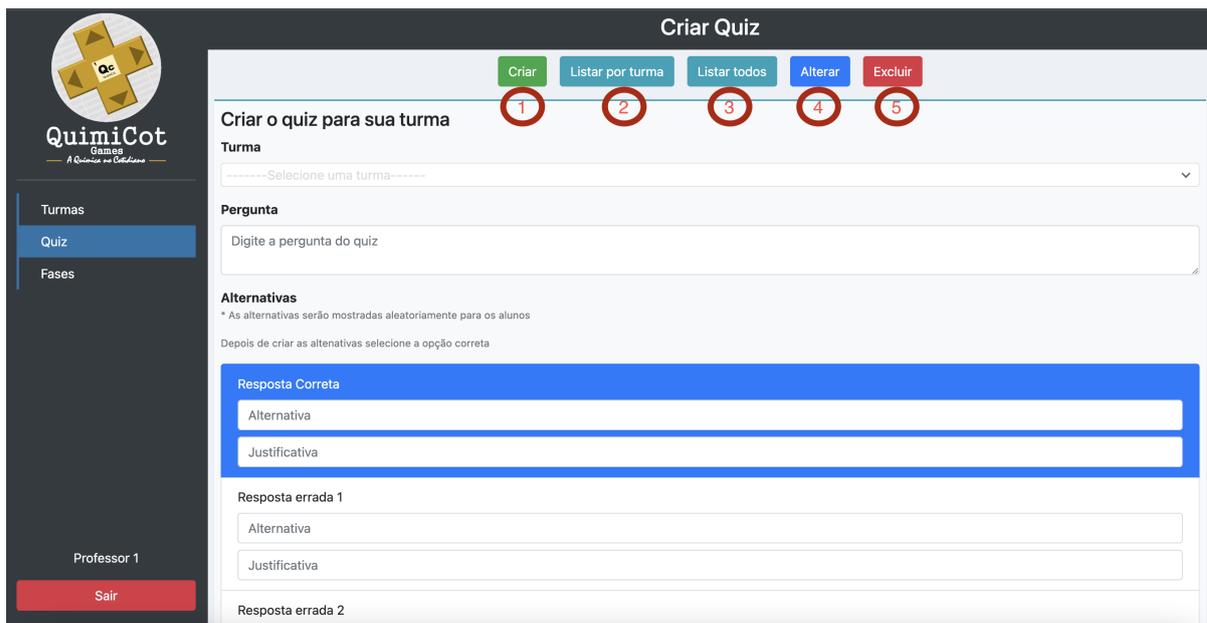


Figura 10 – Tela de cadastro, listagem, alteração e exclusão de quizzes.

2. O botão “Listar por turma” irá organizar os quizzes conforme a turma e fase selecionadas, facilitando encontrar as informações desejadas.
3. O botão “Listar todos” irá exibir todos os quizzes de todas as turmas e fases juntos, permitindo uma visão geral completa dos quizzes. Além disso, essa opção também exibirá as alternativas das perguntas, incluindo qual alternativa foi marcada como correta, facilitando a compreensão dos resultados dos quizzes. Isso será ilustrado na Figura 11.
4. O botão “Alterar” permitirá que o professor altere um quiz específico de uma turma e fase, oferecendo flexibilidade para ajustar perguntas e respostas contidas nos quizzes.
5. O botão “Excluir” permitirá a exclusão de um quiz específico de uma turma e fase, tornando possível remover quizzes desnecessários ou incorretos. Isso ajudará a manter a organização e precisão dos dados armazenados.

Ao retornar à tela principal, se pode visualizar uma tabela que lista as turmas criadas pelo professor. Essa tabela é apresentada na Figura 12. Quando o usuário passa o cursor sobre a tabela, o cursor se transforma em um ícone de olho, indicando a possibilidade de visualizar informações sobre o item. Ao selecionar um dos itens disponíveis na tabela de turmas, o usuário será redirecionado para uma tela que apresentará informações estatísticas referentes à turma em questão. Nessa tela, será possível verificar o aproveitamento da turma por fase, bem como estatísticas específicas relacionadas a uma determinada fase ou questão. É possível observar uma representação do conteúdo desta tela na Figura 13. Além disso, na figura é possível visualizar um botão

The screenshot shows the 'Listar todos os Quizes' (List all quizzes) screen in the QuimiCot application. The interface features a dark sidebar on the left with a logo and navigation links for 'Turmas', 'Quiz', and 'Fases'. The main content area has a header with buttons for 'Criar', 'Listar por turma', 'Listar todos', 'Alterar', and 'Excluir'. Below this is a table of quiz questions. The first question is selected, and a dropdown menu is open, showing alternatives: 'Hélio', 'Hidrogênio', 'Hexafluoreto de enxofre', and 'Criptônio'. The table contains the following data:

ID	Pergunta	Alternativas
1	Quando respiramos silenciosamente, as pregas vocais ficam abertas para permitir a entrada e a saída do ar. Quando produzimos a voz, as pregas vocais se aproximam. O ar, então, passa entre elas e as faz vibrar, produzindo o som. Se você tiver uma voz aguda, é porque as suas cordas vocais vibram em alta frequência. Se a sua voz for grave ou profunda, isso significa que as cordas vocais vibram em frequência. Nossa voz, como a conhecemos, é resultado do caminho que o som faz no ar atmosférico, composto majoritariamente nitrogênio. É muito comum as pessoas inalarem um gás que provoca a distorção da voz, deixando-a mais fina que o natural. Qual é o gás nobre mais comum responsável por essa distorção?	Hélio Hidrogênio Hexafluoreto de enxofre Criptônio
2	Nas condições ambiente, apresentam átomos isolados, isto é, não unidos a outros átomos, os seguintes elementos químicos:	Alternativas
3	Quantos elétrons o Neônio possui na sua camada de valência?	Alternativas
4	O Xenônio é um gás nobre que possui um brilho azul característico e é bastante raro na atmosfera terrestre. Seu uso está basicamente em lâmpadas ultravioleta, anestésico, bronzamento artificial e lâmpadas para veículos. Qual a representação desse gás no modelo atual da tabela periódica?	Alternativas
5	O criptônio é um gás nobre extremamente raro na atmosfera terrestre, utilizado em lâmpadas incandescentes e alguns flashes fotográficos. Qual o estado físico do criptônio em temperatura ambiente?	Alternativas
6	Um gás nobre situado no terceiro período da tabela periódica é o?	Alternativas
7	Nas condições ambiente, apresentam átomos isolados, isto é, não unidos a outros átomos, os seguintes elementos químicos:	Alternativas

Figura 11 – Tela que lista todos os quizzes de todas as turmas e fases.

amarelo com o símbolo de interrogação ‘?’’. Ao clicar nesse botão, será aberto um modal explicando detalhadamente como é realizado o cálculo de aproveitamento.

O termo “aproveitamento” nesse contexto refere-se ao desempenho escolar dos estudantes em uma determinada turma durante a fase indicada. O cálculo desse aproveitamento baseia-se no número de tentativas inválidas que ocorrem antes da primeira resposta correta. Para simplificar a fórmula, adota-se o termo “penalidade” para se referir a esse número de tentativas inválidas.

A fórmula para o aproveitamento de um estudante é dada por:

$$\text{Aproveitamento do estudante} = \frac{1}{1 + \text{penalidade}} \quad (1)$$

Para o cálculo do aproveitamento da questão, é realizado o somatório dos aproveitamentos de todos os estudantes que a responderam, dividido pelo número total de estudantes.

$$\text{Ap. da questao} = \frac{\sum_{n=1}^{\text{qtd. Alunos}} \text{Aproveitamento do estudante } n}{\text{qtd. Alunos}} \quad (2)$$

Por fim, para se obter o aproveitamento da fase, realiza-se a soma dos aproveitamentos de todas as questões, dividida pelo número total de questões.

$$\text{Ap. da fase} = \frac{\sum_{n=1}^{\text{qtd. Questoes}} \text{Ap. da questao } n}{\text{qtd. Questoes}} \quad (3)$$

Essas fórmulas permitem uma avaliação objetiva do desempenho dos estudantes e podem ser úteis na identificação de áreas onde eles precisam de mais ajuda. No entanto,

**Lista de Turmas**

Mostrar  linhas Buscar:

ID	Nome	Escola	Ano
1	Turma A	E. E. Messias Pedreiro	2022

Turma(s) 1 a 1 de um total de: 1 Anterior  Próximo

Figura 12 – Tabela que lista todas as turmas do professor, permitindo que ele escolha uma para ver mais informações.

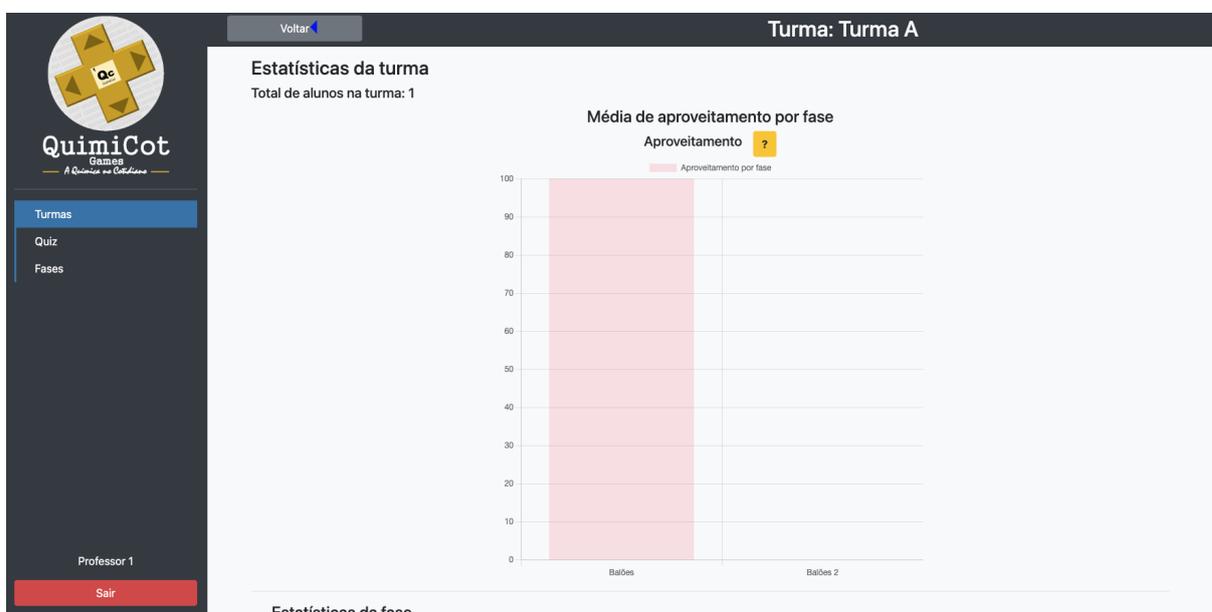


Figura 13 – Gráfico de aproveitamento da turma por fase.

é importante lembrar que o aproveitamento não é a única medida de sucesso acadêmico e deve ser considerado juntamente com outros fatores, como a participação em sala de

aula, o trabalho em grupo e a capacidade de resolver problemas.

Além disso, é possível obter estatísticas de uma fase em específica, tais como a média de acertos e erros, bem como informações estatísticas sobre as questões abordadas, incluindo a taxa de aproveitamento da questão selecionada, a quantidade de acertos, erros e tentativas realizadas, como ilustrado na Figura 14. Para calcular o aproveitamento, serão utilizadas apenas as fórmulas de aproveitamento do estudante (1) e da questão (2), já mencionadas anteriormente.



Figura 14 – Gráficos de estatísticas da fase e estatística da questão.

Na mesma tela, o professor tem acesso a mais duas funcionalidades: a capacidade de vincular e desvincular fases em uma turma, permitindo que ele controle melhor o que cada turma irá aprender individualmente; e acesso a uma lista de estudantes que ingressaram na turma usando o código da turma e a senha. Além disso, ele pode clicar em um estudante específico para ver suas estatísticas detalhadas. Essas funcionalidades são ilustradas na Figura 15.

Ao selecionar um dos estudantes, o professor será redirecionado para uma tela com as informações estatísticas do estudante selecionado, permitindo uma comparação entre o desempenho do estudante e a turma em relação à quantidade de acertos, erros e número de tentativas, como mostra a Figura 16.

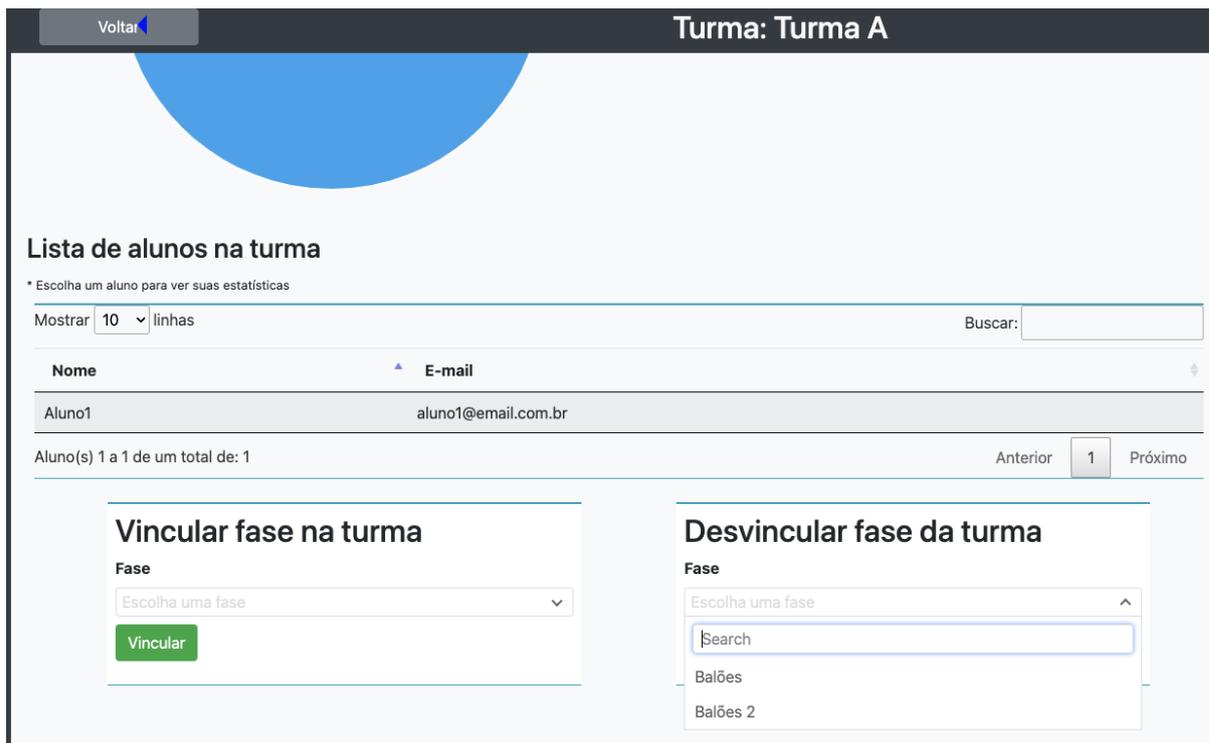


Figura 15 – Lista de estudantes e opção de vincular e desvincular fases.



Figura 16 – Tela com informações estatísticas de um estudante em específico.

Ao acessar a plataforma como estudante, a primeira tela visível é a representada na

Figura 17, na qual estão disponíveis duas funcionalidades essenciais:

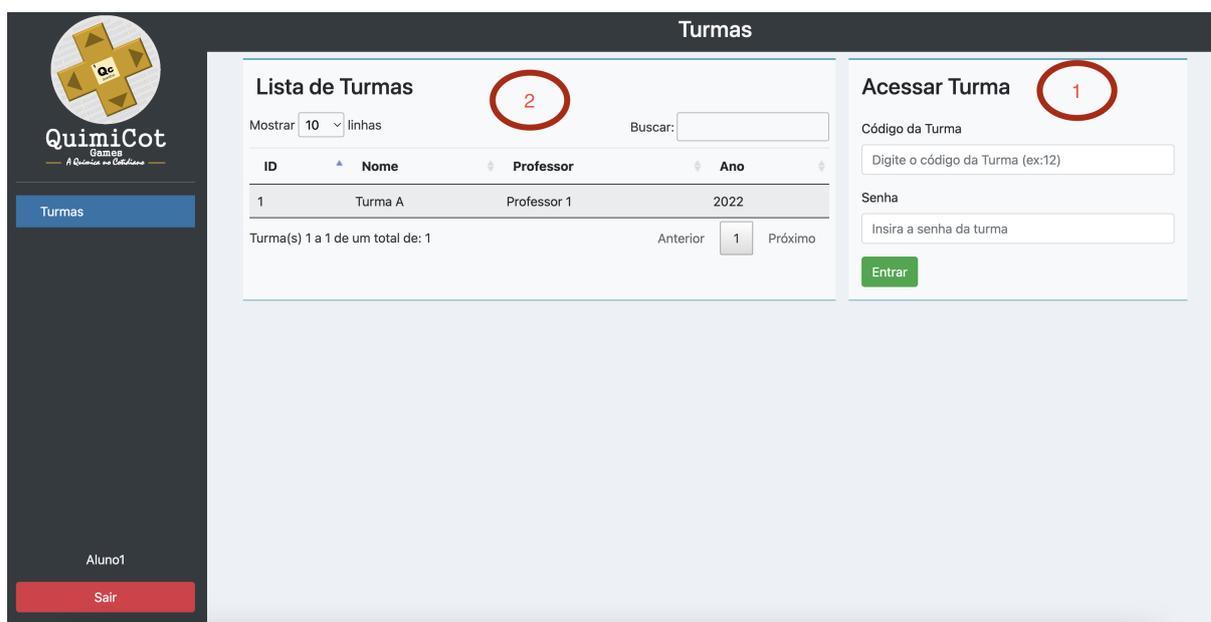


Figura 17 – Tela principal do sistema do estudante.

1. Formulário para acesso às turmas. É importante destacar que as turmas devem ser previamente criadas pelo professor na plataforma.
2. Lista das turmas às quais o estudante já está vinculado, possibilitando que ele clique em alguma delas para acessá-la.

---

## Resultados

Neste capítulo, serão abordados dois aspectos fundamentais da pesquisa em questão. Primeiro, no tópico 4.1, será discutida uma pesquisa de opinião realizada com professores de Química, visando entender suas percepções sobre o ensino da TP e o uso de ferramentas digitais no processo de ensino. Em seguida, no tópico 4.2, será apresentado um estudo realizado com estudantes para avaliar a eficácia de um jogo digital focado na TP. Ambos os tópicos são essenciais para entender a eficácia das ferramentas digitais no ensino da Química e como elas podem ser usadas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

### 4.1 Pesquisa de Opinião com Professores

Para entender melhor a percepção dos professores sobre o ensino da TP e o uso de ferramentas digitais no processo de ensino, foi realizada uma pesquisa de opinião com 38 professores de Química. Os professores participantes da pesquisa possuem diferentes níveis de experiência, variando de menos de 3 anos até mais de 8 anos de ensino de Química, e atuam em diferentes anos do Ensino Médio. A divulgação da pesquisa foi feita por e-mail e redes sociais, não havendo nenhum outro critério de seleção além de ser professor da disciplina de Química no Ensino Médio.

A pesquisa revelou que a maioria dos professores utiliza recursos além do livro didático para auxiliar no ensino, sendo a Internet o recurso mais comumente utilizado. Além disso, alguns professores também utilizam jogos físicos e digitais como ferramentas de ensino.

Quando questionados sobre o quão atrativo é o ensino da Tabela Periódica (TP) para os estudantes, as opiniões dos professores variaram (Figura 18).

Um total de 51,3% dos professores discordou ou discordou totalmente que o ensino da TP não é atrativo para os estudantes, indicando uma percepção negativa em relação à sua atratividade. Por outro lado, 37,8% dos professores concordaram ou concordaram totalmente com essa afirmação, sugerindo que eles compartilham a visão de que o ensino da TP não é atrativo. Além disso, 10,9% dos professores não concordaram nem discordaram, o que indica uma posição neutra em relação à atratividade do ensino da TP.

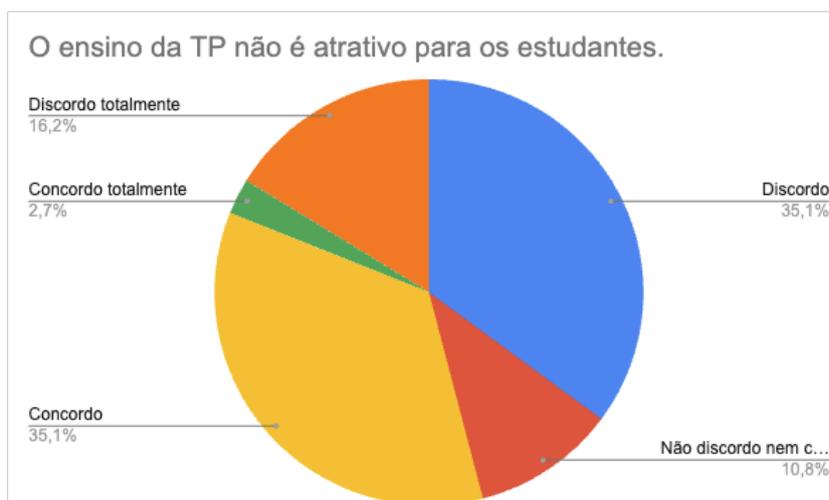


Figura 18 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre atratividade do ensino da TP aos estudantes.

A pesquisa também investigou a possibilidade de motivar os estudantes para o ensino dos elementos químicos somente com o livro didático adotado (Figura 19).



Figura 19 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a motivação do ensino dos elementos químicos somente com livro texto.

Os resultados mostraram que 67,5% dos professores discordaram ou discordaram totalmente dessa possibilidade, sugerindo que eles consideram necessário utilizar recursos além do livro didático para motivar os estudantes. Por outro lado, 5,4% dos professores não concordaram nem discordaram, refletindo uma posição neutra em relação à eficácia do uso apenas do livro didático para motivar os estudantes. Apenas 27% dos professores concordaram ou concordaram totalmente que é possível motivar os estudantes apenas com o livro didático, indicando uma visão mais otimista sobre o potencial do livro como ferramenta motivadora.

No que diz respeito à associação dos elementos químicos com objetos e/ou contextos reais no final do ano letivo, os resultados revelaram opiniões divergentes entre os professores (Figura 20).

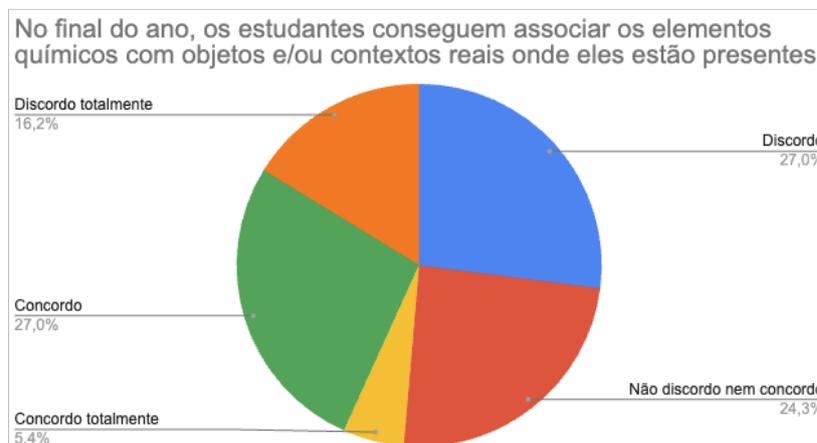


Figura 20 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a contextualização dos elementos químicos por estudantes.

Um total de 43,2% dos professores discordou ou discordou totalmente que os estudantes conseguem realizar essa associação, indicando uma percepção de dificuldade nesse aspecto. Em contraste, 32,4% dos professores concordou totalmente que os estudantes são capazes de fazer essa associação, demonstrando confiança em sua capacidade de aplicar os conceitos químicos em situações reais. Além disso, 24,3% dos professores não concordaram nem discordaram, mostrando uma posição neutra em relação a essa questão.

Quanto à disponibilidade de ferramentas de auxílio para o ensino da TP, os professores compartilharam diferentes percepções (Figura 21).

Um total de 33,3% dos professores discordou ou discordou totalmente que encontra facilmente diferentes ferramentas para auxiliar o ensino da TP, indicando uma falta de recursos disponíveis. Em contrapartida, 50% dos professores concordou ou concordou totalmente que encontra facilmente essas ferramentas, demonstrando uma percepção mais positiva sobre a disponibilidade de recursos. Além disso, 16,7% dos professores não concordaram nem discordaram, sugerindo uma posição neutra em relação à facilidade de encontrar ferramentas de auxílio.

A pesquisa também explorou a percepção dos professores sobre a utilidade de um jogo digital como ferramenta para aprendizagem e avaliação do ensino da TP (Figura 22).

A maioria dos professores, correspondendo a 72,9%, concordou ou concordou totalmente que um jogo digital é uma ferramenta útil nesse contexto, destacando seu potencial como recurso educacional. Em contraste, 13,5% dos professores discordaram totalmente, expressando uma visão cética sobre a utilidade desse tipo de jogo. Além disso, 13,5% dos professores não concordaram nem discordaram, mostrando uma posição neutra em relação à utilidade do jogo digital no ensino da TP.

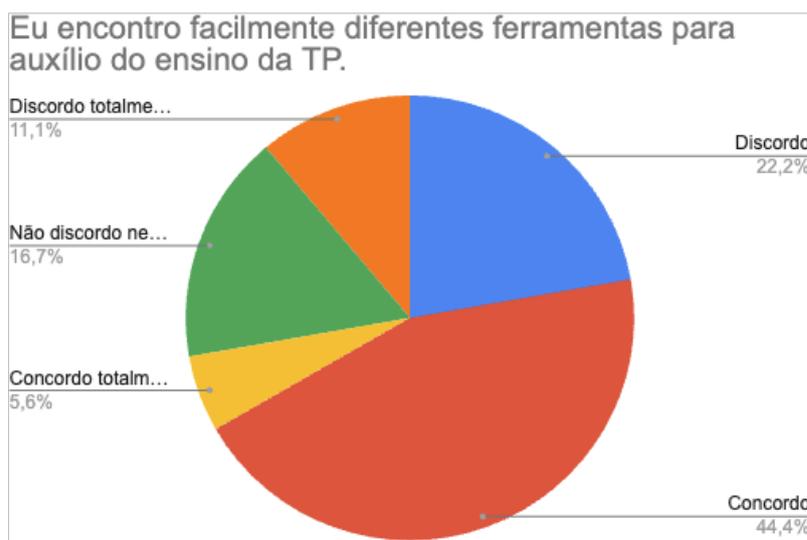


Figura 21 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre ferramenta para auxílio ao ensino da TP.



Figura 22 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre a utilidade de um jogo digital contextualizado para ensino da TP.

Por fim, os professores foram questionados sobre a motivação proporcionada por um jogo digital focado na contextualização dos elementos químicos em cenários reais em comparação ao ensino tradicional (Figura 23).

A maioria dos professores, representando 69,4%, concordou totalmente que um jogo digital nesse formato é mais motivador do que o ensino convencional baseado nas características dos elementos químicos. Por outro lado, 19,4% dos professores discordaram totalmente dessa afirmação, expressando uma visão contrária à superioridade motivacional do jogo digital contextualizado. Além disso, 11,1% dos professores não concordaram nem discordaram, adotando uma posição neutra em relação a essa questão.

Em suma, os dados revelam que os professores de Química possuem opiniões diversas

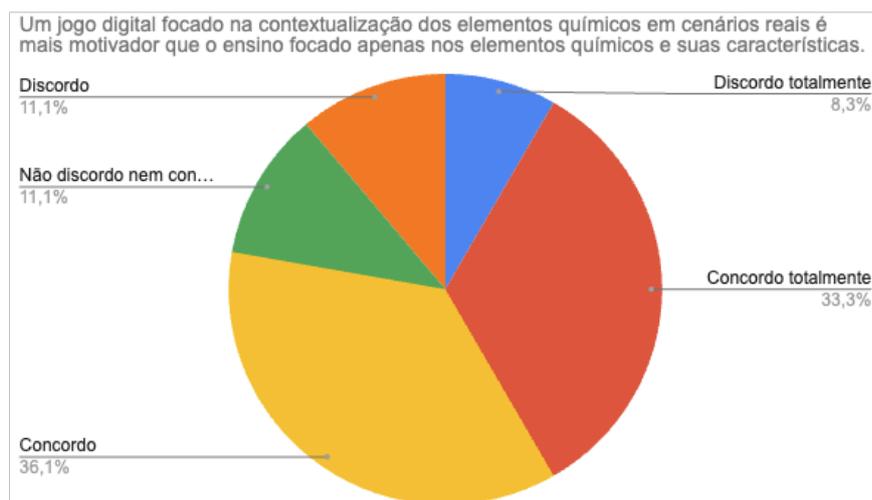


Figura 23 – Gráfico com resultado da pesquisa com professores sobre fator motivador para um jogo digital contextualizado.

em relação ao ensino da TP e o uso de ferramentas digitais. Existem preocupações quanto à atratividade do ensino da TP, a necessidade de recursos além do livro didático para motivar os estudantes, a associação dos elementos químicos com situações reais, a disponibilidade de ferramentas de auxílio e a utilidade dos jogos digitais. Essas conclusões destacam a importância de explorar estratégias pedagógicas diversificadas e recursos inovadores para tornar o ensino da TP mais atrativo, motivador e conectado com a realidade dos estudantes.

## 4.2 Teste preliminar com os estudantes

Os resultados preliminares da pesquisa realizada com cinco estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Messias Pedreiro indicam uma resposta geralmente positiva primariamente com relação aos jogos educacionais. A maioria dos estudantes relatou que o design da interface do jogo é atraente e que o conteúdo do jogo é relevante para seus interesses. Além disso, muitos estudantes sentiram que o conteúdo do jogo estava relacionado a coisas que já sabiam e que poderiam aplicar o que aprenderam no jogo.

Contudo, alguns estudantes expressaram que o jogo era mais complexo do que desejavam, com uma quantidade de informações tão vasta que dificultava identificar e memorizar os aspectos cruciais. Adicionalmente, sentiram que o jogo apresentava um alto grau de desafio.

A despeito dessas dificuldades, a maioria dos estudantes afirmou que se sentiu satisfeita ao concluir o jogo e demonstrou interesse em jogá-lo novamente. Ademais, muitos se sentiram mais habilidosos e perceberam uma evolução durante a partida.

Os estudantes também deram sugestões valiosas para aprimorar o jogo. Por exemplo,

alguns propuseram reduzir a dificuldade do jogo, enquanto outros sugeriram alterar o cenário de fundo para torná-lo mais atraente.

Em geral, esses resultados preliminares sugerem que o jogo educacional tem potencial para ser uma ferramenta eficaz para o ensino de Química no Ensino Médio. No entanto, serão necessárias mais pesquisas e refinamentos entender os impactos e a experiência dos estudantes e professores a respeito da plataforma como um todo.

---

## Considerações Finais

A pesquisa realizada e a ferramenta desenvolvida permitiram concluir que cada um desses objetivos, apesar de algumas limitações encontradas, como problemas com a versão mobile e a avaliação preliminar pequena.

A ferramenta Web, desenvolvida neste trabalho, pode prover mecanismos de acompanhamento da aprendizagem tanto para professores quanto para estudantes no contexto de jogos digitais educacionais para Química de várias maneiras.

Primeiramente, a ferramenta utiliza um modelo aberto do estudante para o acompanhamento visual da aprendizagem. Isso permite que os estudantes se envolvam mais profundamente em seu próprio processo de aprendizagem e tomem decisões mais informadas sobre como proceder com seus estudos.

Tal ferramenta também permite que os professores vejam os dados de todos os estudantes de sua turma graficamente, para cada questão de cada fase. Isso permite que o professor analise e, com base nessas informações, consiga concluir quais são as dificuldades de sua turma.

Portanto, a ferramenta Web desenvolvida neste trabalho oferece mecanismos para o acompanhamento da aprendizagem tanto para professores quanto para estudantes no contexto de jogos digitais educacionais para Química.

### 5.1 Principais Contribuições

Em suma, este trabalho une avanços técnicos com estratégias pedagógicas e visa facilitar a experiência de aprendizado do estudante e a identificação das dificuldades dos estudantes pelos professores. As contribuições podem ser entendidas em alguns pontos de vista:

- **Contribuição para a Educação Digital:** O presente estudo auxilia a educação digital ao desenvolver um sistema baseado na Web para monitorar o progresso dos estudantes em jogos digitais educativos, especificamente no contexto da Química.

- ❑ **Promoção da Autonomia do Estudante:** O sistema proposto defende a autonomia do estudante, oferecendo uma plataforma para os estudantes possam identificar áreas de melhoria e desafios pessoais através da interação com o jogo.
- ❑ **Ferramenta de Suporte ao Professor:** Este projeto apresenta uma ferramenta que permite que os professores monitorem o desempenho dos estudantes com o intuito de identificar possíveis dificuldades de aprendizado e que podem requerer mais atenção em sala de aula.
- ❑ **Avanço da Pesquisa em Sistemas de Informação:** Além disso, este trabalho contribui para a pesquisa em Sistemas de Informação ao exemplificar o uso de um “modelo aberto de estudante” em um contexto de jogo educativo digital para o contexto da disciplina de Química.

## 5.2 Trabalhos Futuros

Com base no desenvolvimento e nos resultados obtidos nesta pesquisa, é possível vislumbrar uma série de projetos futuros que poderiam expandir e aprofundar as descobertas e inovações apresentadas. Estes projetos poderiam explorar novas funcionalidades, aplicações em diferentes contextos educacionais ou até mesmo a expansão para outras áreas da ciência. A seguir, apresentamos algumas dessas possibilidades para futuras investigações e desenvolvimentos.

Uma dessas possibilidades é a avaliação da proposta com um número maior de estudantes e professores, o que permitiria uma compreensão mais ampla de sua eficácia e aplicabilidade.

Atualmente, a utilização da pesquisa está especificamente voltada para o ensino contextualizado dos elementos químicos. No entanto, há um potencial significativo para ampliar essa abordagem para outros conteúdos da disciplina. Isso poderia abrir novas portas para aprimorar o ensino e a aprendizagem em diversas áreas da ciência.

Outra possibilidade intrigante para futuras investigações e desenvolvimentos seria colocar a pesquisa em uso em um ambiente real. Isso permitiria uma avaliação prática de como as descobertas e inovações podem ser aplicadas e quais ajustes podem ser necessários para maximizar seu impacto.

Em suma, a pesquisa oferece uma base sólida para uma série de projetos futuros que podem levar a descobertas e inovações ainda mais significativas no campo da educação.

## 5.3 Contribuições em Produção Bibliográfica

Os resultados do trabalho aqui apresentado ainda não foi submetido a nenhum veículo científico, no entanto, houve uma publicação relacionada e decorrente do final da pesquisa

de Iniciação Científica e início deste Trabalho de Conclusão de Curso:

DAIREL, J. G., TUPINAMBÁ, R. C., SILVA, Y. G. P., ARAÚJO, R. D. Em direção a um ecossistema de software para apoio ao ensino de química por meio de jogos digitais. In: **Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 689–692. (DAIREL et al., 2021)

---

## Referências

- AKHUSEYINOGLU, K. et al. A study of worked examples for sql programming. In: **Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education Vol. 1**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. (ITiCSE '22), p. 82–88. ISBN 9781450392013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3502718.3524813>>. Citado na página 20.
- ANDERSON, D. J. **Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business**. [S.l.]: Blue Hole Press, 2010. Citado na página 21.
- BATISTA, C. **Tabela Periódica Completa e Atualizada 2023**. 2023. Toda Matéria. Acesso em: 14 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/tabela-periodica/>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- BULL, S. Supporting learning with open learner models. 01 2004. Citado na página 15.
- BULL, S.; KAY, J. Open learner models. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2010. v. 308, p. 301–322. ISBN 978-3-642-14362-5. Citado na página 15.
- CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E. **Química 1: Química Geral**. São Paulo: Moderna, 2015. v. 1. Citado 3 vezes nas páginas 12, 17 e 18.
- DAIREL, J. G. et al. Em direção a um ecossistema de software para apoio ao ensino de química por meio de jogos digitais. In: **Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 689–692. Citado na página 45.
- FERREIRA, V. H. **A aprendizagem de programação apoiada pelo modelo social aberto do estudante**. 1–112 p. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- FREIRE, M. et al. Game learning analytics: Learning analytics for serious games. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–29. ISBN 978-3-319-17727-4. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- GUERRA, J. et al. An intelligent interface for learning content: Combining an open learner model and social comparison to support self-regulated learning and engagement. In: **Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces**. New York, NY, USA: Association for Computing

Machinery, 2016. (IUI '16), p. 152–163. ISBN 9781450341370. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2856767.2856784>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

HOU, X. et al. Assessing the effects of open models of learning and enjoyment in a digital learning game. **Int J Artif Intell Educ**, v. 32, n. 1, p. 120–150, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40593-021-00250-6>>. Citado na página 18.

IUPAC. **Tabela Periódica de Elementos**. 2023. International Union of Pure and Applied Chemistry. Disponível em <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 17.

JARDIM, J. J.; MALTZ, M. O papel do flúor no processo de formação e controle da lesão de cárie. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 46, n. 1, p. 64–69, jan. 2005. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/RevistadaFaculdadeOdontologia/article/view/7644>>. Citado na página 12.

KAY, J. et al. Enhancing learning by open learner model (olm) driven data design. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 3, p. 18, 2022. ISSN 2666-920X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100069>>. Citado na página 16.

Khan Academy. **A tabela periódica, camadas eletrônicas e orbitais**. 2023. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/biology/chemistry--of-life/electron-shells-and-orbitals/a/the-periodic-table-electron-shells-and-orbitals-article>>. Citado na página 18.

LEITE, B. S. O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: Das cartas ao digital. **Química Nova**, p. 702–710, 2019. Citado na página 12.

LEONARDOU, A. et al. Effect of OSLM features and gamification motivators on motivation in DGBL: pupils' viewpoint. **Smart Learning Environments**, v. 9, p. 14, 2022. Citado na página 19.

MELO, D. et al. Uma estratégia de game learning analytics para avaliar level design em um jogo educacional. In: **Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 622–631. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12818>>. Citado na página 16.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, v. 10, n. 1, 1994. Citado na página 12.

OLIVEIRA-NETO, J.; RODRIGUES, R.; AMORIM, A. Uma abordagem de game learning analytics para identificação de habilidades de leitura e escrita no ensino infantil. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, v. 30, n. 1, p. 1571, 2019. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8890>>. Citado na página 17.

PEREIRA, L. H.; SOARES, L. H.; VIANNA, C. A. F. J. Tabela periódica interativa: Uma proposta para o ensino de química. In: **TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS: METODOLOGIAS, TÉCNICAS E AMBIENTES EM PESQUISA -**

**VOLUME 2.** e-Book: Editora Científica Digital, 2022. p. 141–159. Citado na página 18.

SEGEDY, J. R.; KINNEBREW, J. S.; BISWAS, G. Modeling learner's cognitive and metacognitive strategies in an open-ended learning environment. In: **Advances in Cognitive Systems: Papers from the 2011 AAI Fall Symposium (FS-11-01)**. Palo Alto, California, USA: AAI Press, 2011. p. 297–304. Citado na página 15.

SUTHERLAND, J. **Scrum: A Arte de Fazer o Trabalho na Metade do Tempo**. São Paulo: LeYa, 2014. Citado na página 21.

# Apêndices

## Questionário Professor

Indique a sua maior titulação: \*

Graduação

Especialização

Mestrado

Doutorado

Sua maior experiência se concentra na atuação de qual(is) ano(s) do Ensino Médio? \*

1º ano

2º ano

3º ano

Você é professor(a) de Química da \*

Rede pública

Rede privada

Há quanto tempo no ensino de Química? \*

Até 3 anos

Entre 3 e 8 anos

Mais de 8 anos

Figura 24 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 1

Você utiliza outros recursos além do livro texto para auxiliar no processo de ensino dos conteúdos ministrados? \*

Sim

Não

Se sim, dos itens listados abaixo, qual(is) você utiliza com maior frequência?

Internet

Jogos físicos

Jogos digitais (para celular ou computador)

Outros aplicativos (para celular ou computador)

Responda as afirmativas de acordo com a escala "discordo totalmente" até "concordo totalmente":

	Discordo totalmente	Discordo	Não discordo nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
O ensino da TP não é atrativo para os estudantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É possível motivar os estudantes para o ensino dos elementos químicos somente com o livro texto adotado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 25 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 2

No final do ano, os estudantes conseguem associar os elementos químicos com objetos e/ou contextos reais onde eles estão presentes.	<input type="radio"/>				
Eu encontro facilmente diferentes ferramentas para auxílio do ensino da TP.	<input type="radio"/>				
Eu encontro facilmente ferramentas para auxiliar o ensino contextualizado dos elementos da TP.	<input type="radio"/>				
Um jogo digital é uma ferramenta útil para aprendizagem e avaliação do ensino da TP.	<input type="radio"/>				
Um jogo digital focado na contextualização dos elementos químicos em cenários reais é mais motivador que o ensino focado apenas nos elementos químicos e suas características.	<input type="radio"/>				

Figura 26 – Formulário de pesquisa com o professor - Parte 3