

**UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL PRÓ-REITORIA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**Patrícia Jaqueline Arakaki**

**PROPOSTA DE PROTOTIPAR COM UM JOGO NO ESTILO “INVESTIGAÇÃO  
CRIMINAL” UTILIZANDO CONHECIMENTOS DE ESTEQUIOMETRIA QUÍMICA.**

**São Caetano do Sul - SP  
2022**

**PATRÍCIA JAQUELINE ARAKAKI**

**PROPOSTA DE PROTOTIPAR COM UM JOGO NO ESTILO “INVESTIGAÇÃO CRIMINAL” UTILIZANDO CONHECIMENTOS DE ESTEQUIOMETRIA QUÍMICA.**

**Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado Profissional - da Universidade Municipal de São Caetano do Sul como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação.**

**Área de concentração: Formação de Professores e Gestores**

**Orientador: Prof. Dr. Alan Cesar Belo Angeluci**

**São Caetano do Sul - SP**

**2022**

## INTRODUÇÃO

A proposta foi prototipar com um jogo no estilo “Investigação Criminal”, no qual o aluno busca pistas para definir a resolução de um caso e, ao encontrá-las, analisa-as utilizando conhecimentos de estequiometria química. Com isso, o estudante se engaja e participa mais da resolução dos problemas, adquirindo, conseqüentemente, o conhecimento. Essa ideia surgiu em virtude da grande quantidade de vezes que os alunos nos procuraram para perguntar algo sobre a série “CSI: Investigação Criminal”.

O objetivo foi criar um jogo investigativo que incluísse os conceitos iniciais de estequiometria. Dessa forma, o *game* auxiliaria o usuário. Ademais, desenvolvemos uma aplicação que abordasse os conceitos mais avançados relacionados à estequiometria.

O jogo envolve uma morte, cuja causa os alunos devem investigar. Nesse propósito, está inclusa a contextualização dos conceitos de estequiometria, no que se refere às análises qualitativas e quantitativas de amostras colhidas na cena, envolvendo a química forense. Trata-se de uma área que desperta a curiosidade dos estudantes, que costumam questionar como ela funciona. Assim, pretende-se envolver o aluno na narrativa do jogo.

O jogo inicia-se com uma pequena introdução. Nela se comenta que foi encontrado um corpo de uma pessoa do sexo feminino, com cerca de 60 anos, de classe média alta, em sua própria residência. A casa não tinha sinais de arrombamento e não havia sangue, embora a vítima apresentasse algumas escoriações no corpo. A polícia foi acionada por vizinhos que estranharam a ausência da mulher nos encontros habituais, bem como o fato de não responder às mensagens e ligações.

As autoridades descobriram se tratar de uma viúva, cujo único filho morava na mesma cidade, mas não tinha bom relacionamento com a mãe. Os vizinhos relataram que a vítima apresentava perda de memória e início de depressão. Ela foi encaminhada ao IML, onde se iniciam as análises.

Inicialmente, realiza-se uma análise visual, na qual se verificam alguns hematomas nas pernas e costas, bem como algumas marcas de pontos cirúrgicos na altura do quadril e na barriga. Há também necrose nos rins e fígado

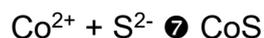
e, por essa razão, é necessário fazer o exame toxicológico. Encaminha-se, então, uma amostra do fígado, e a personagem deve analisar o sangue.

A primeira análise relaciona-se à presença de arsênio, a fim de determinar a possibilidade de envenenamento (70 a 180 mg). A reação para determinação é a seguinte (Teste de Gutzeit):



Nesse caso, foi introduzida a questão relacionada ao número de mols dos coeficientes estequiométricos. No teste, a detecção de arsênio é obtida pela presença de um sólido escuro, a prata metálica (Ag). Por meio da reação, verificamos que, para cada 1 mol de  $\text{AsH}_3$ , há a formação de 6 mols de Ag. Assim, mediante a condução de cálculos baseada em número de mols, conclui-se que a pessoa não sofreu envenenamento por arsênio. Essa condução será auxiliada por uma personagem secundária, parceira da principal. O auxílio pode ser por meio de texto ou de vídeo.

Na sequência, parte-se para a tentativa de identificação por cobalto. A reação para identificação do cobalto é a seguinte:



O CoS (sulfeto de cobalto) forma um sólido preto e, dessa forma, determina-se o quanto de cobalto há no corpo. Vale ressaltar a necessidade de encontrar uma tabela periódica para obter as informações de massas molares, e o aluno deve procurar, no espaço do jogo, onde ela se encontra. Ao encontrá-la, verifica-se que foram encontrados 91g de sulfeto de cobalto e pede-se quanto de cobalto havia na pessoa. Algumas dicas são fornecidas para que o aluno compreenda o que deve ser feito. Elas o auxiliam no entendimento de questões de estequiometria que envolvem massa e transformação de número de mols em massa. Ao finalizar o cálculo, conclui-se que a quantidade de cobalto está elevada no corpo do indivíduo e, provavelmente, essa é a causa da morte. Dessa constatação, emerge o questionamento: como a vítima teve acesso a essa quantidade de cobalto? E a investigação continua.

Na terceira etapa, solicita-se a realização do exame para identificação de cromo, cuja reação é:



O composto hidróxido de cromo (III) tem coloração verde-musgo, o que possibilita a sua identificação. Segue-se novamente o cálculo de massa molar, bem como a transformação entre massa molar e número de mols para condução dos cálculos. Verifica-se também elevada quantidade de cromo na vítima.

Pede-se, então, que o aluno procure na internet as possíveis causas de morte e, entre elas, está a verdadeira: envenenamento por cobalto e cromo, em razão das próteses no quadril, realizadas até 2006. Assim, elas começaram a se deteriorar e a liberar esses metais no corpo humano.

As questões são apresentadas na forma de alternativas e, ao selecionar uma alternativa errada, há um auxílio, a fim de que o usuário possa refazer a questão de forma correta.

Para desenvolver o artefato, focalizaram-se três itens interligados às classes de problemas: viabilidade (implementação de jogos que possam ser disponibilizados aos alunos, provavelmente de forma *on-line* via computador, a fim de que os testes se realizem e seja possível analisar o quanto a narrativa é envolvente e se auxilia a aprendizagem de estequiometria); utilidade (auxílio na aprendizagem de estequiometria, com a ideia da proporcionalidade nela existente e do cálculo de massa molar); e representação (produzida por meio de representação didática dos fenômenos, bem como de algumas mais básicas sobre os conceitos; além disso, contextualiza-se a utilização desse conteúdo, que influencia os conceitos que podem ser abordados no *game*). Esses três itens são envolvidos para que a mecânica do jogo transcorra de forma interessante ao usuário.

A construção do artefato ocorreria via *RPG maker*<sup>1</sup>, por ser uma ferramenta de uso bem intuitivo, que disponibiliza as funções necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem desejados. Ademais, ela permite a publicação do projeto final de maneira online. O *RPG maker*<sup>1</sup> é uma ferramenta para a criação de videogames muito utilizada para que os usuários do produto possam interpretar uma personagem. Ela dispõe de uma série de motores de jogo, que são uma biblioteca com diversos personagens, cenários e funções que

---

<sup>1</sup> A ferramenta de desenvolvimento *RPG maker*, está disponível em: <https://www.rpgmakerweb.com/products/rpg-maker-mz>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.

facilitam o desenvolvimento do jogo por pessoas que não têm conhecimento aprofundado sobre programação.

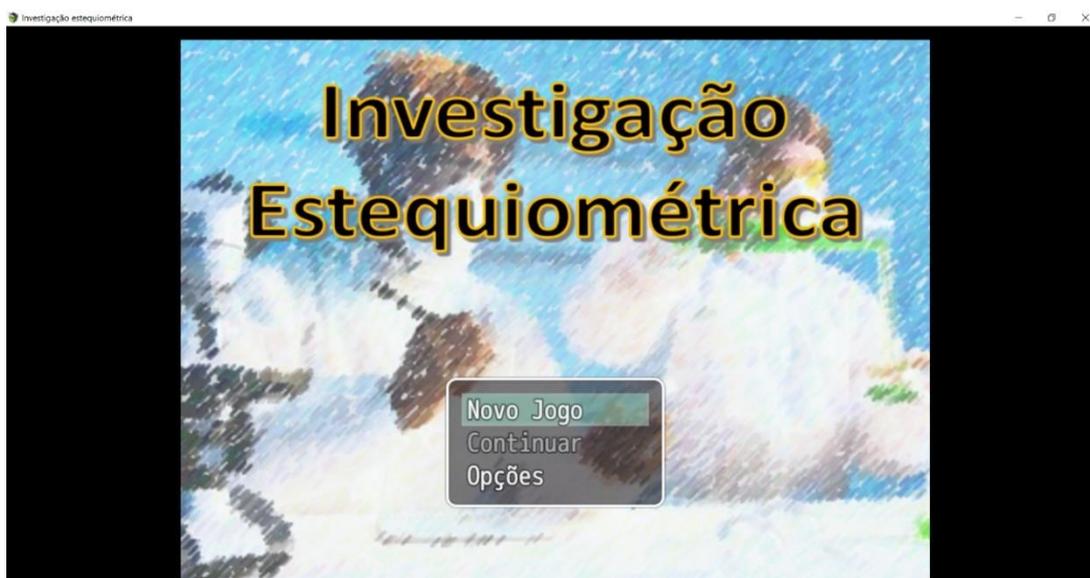
---

Desse modo, utilizamos as funcionalidades pré-programadas da plataforma, a fim de realizar as composições de cenários e personagens. Para elaborar as questões, valemo-nos dos eventos da plataforma, assim como os diálogos entre os personagens foram utilizados as opções dos eventos préprogramados para poder colocar as questões e auxílios.

O produto foi denominado “Investigação Estequiométrica”, cuja tela inicial pode ser visualizada na Figura 1. Nessa tela, é possível controlar as opções pelo *mouse* e pela seleção via teclado.

Na seção “Opções”, podem-se selecionar o volume e a velocidade de locomoção da personagem.

Figura 1: Tela inicial de “Investigação Estequiométrica”



Fonte: Autoria própria

Na Figura 2, observamos o mapa principal finalizado, em que a quantidade de prédios da versão inicial foi reduzida a fim de auxiliar os usuários a encontrar os prédios para o decorrer do jogo. Ademais, foi adicionada a ajuda em relação aos comandos, por meio da seleção da personagem secundária mais próxima. Com isso, deu-se ao usuário a opção de querer ou não acesso a essa informação.

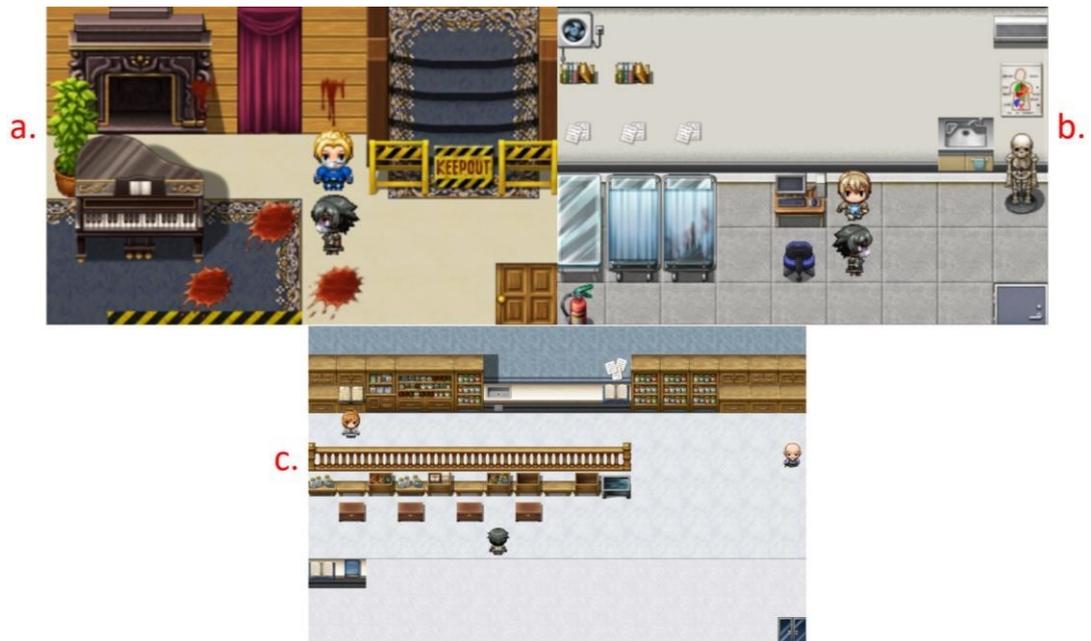
Na Figura 3, observamos os três mapas secundários, numerados 3a, 3b e 3c. Eles correspondem, respectivamente, à casa da vítima, ao Instituto Médico Legal (IML) – para onde a vítima foi levada após ser encontrada – e ao laboratório, no qual foram realizados os testes toxicológicos. Todos dispõem de portas que levam ao mapa principal, localizadas no canto inferior direito, padronizando, desse modo, a saída dos mapas. Os dois primeiros ambientes destinam-se a produzir a narrativa e a provocar a imersão do usuário; já no terceiro, ocorrem as questões relacionadas à aprendizagem.

Figura 2: Imagem do mapa principal



Fonte: Elaboração própria.

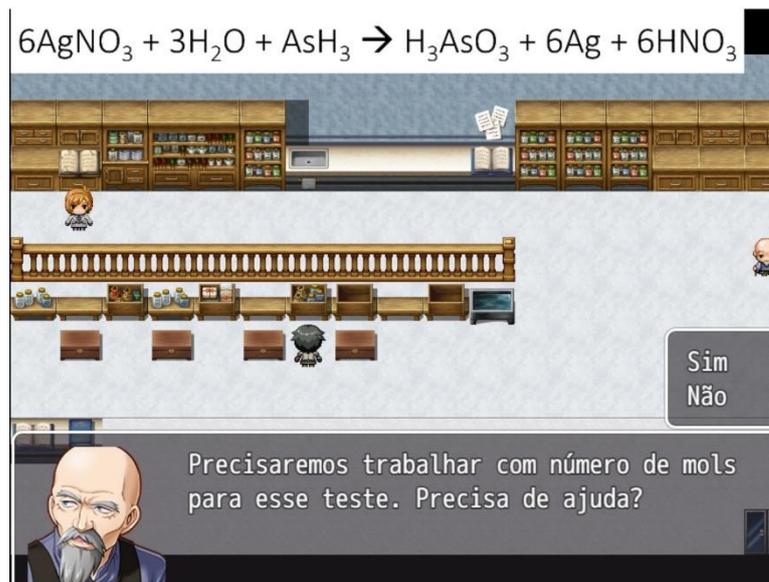
Figura 3 - Mapas secundários



Fonte: Elaboração própria.

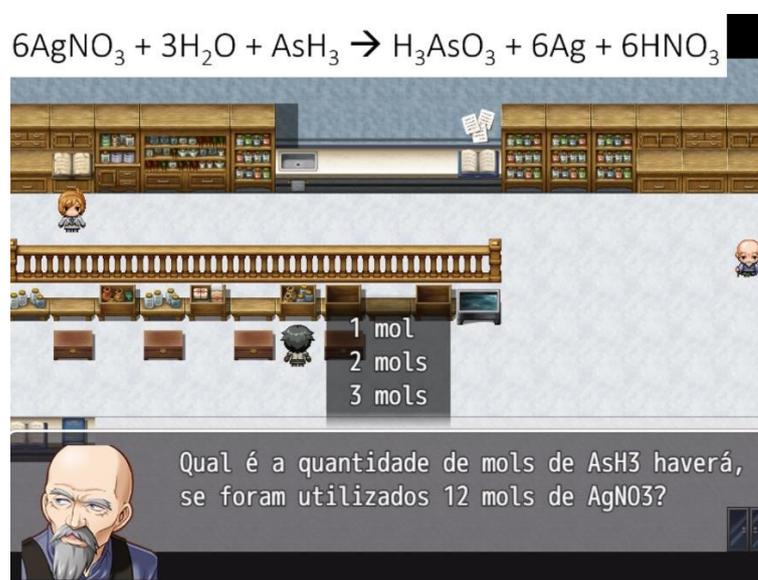
Foi adicionada a personagem João como mentor da personagem principal, que pode ser acionado pelo personagem principal. Ele introduz e contextualiza as razões de se realizar determinada reação química e informa o que é necessário saber. Após a introdução, questiona ao jogador se precisa de auxílio (Figura 4). Em caso afirmativo, João encaminha outra questão, na qual se verifica se o interesse é por um conteúdo na forma de texto ou de vídeo – ambos de autoria própria e breves, a fim de evitar perda de imersão no jogo. Em caso negativo, surge a pergunta para que o jogador selecione a alternativa correta (Figura 5).

Figura 4: João apresentado a opção de ajuda ao jogador



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: João apresentando a questão sobre a relação mol-mol ao jogador



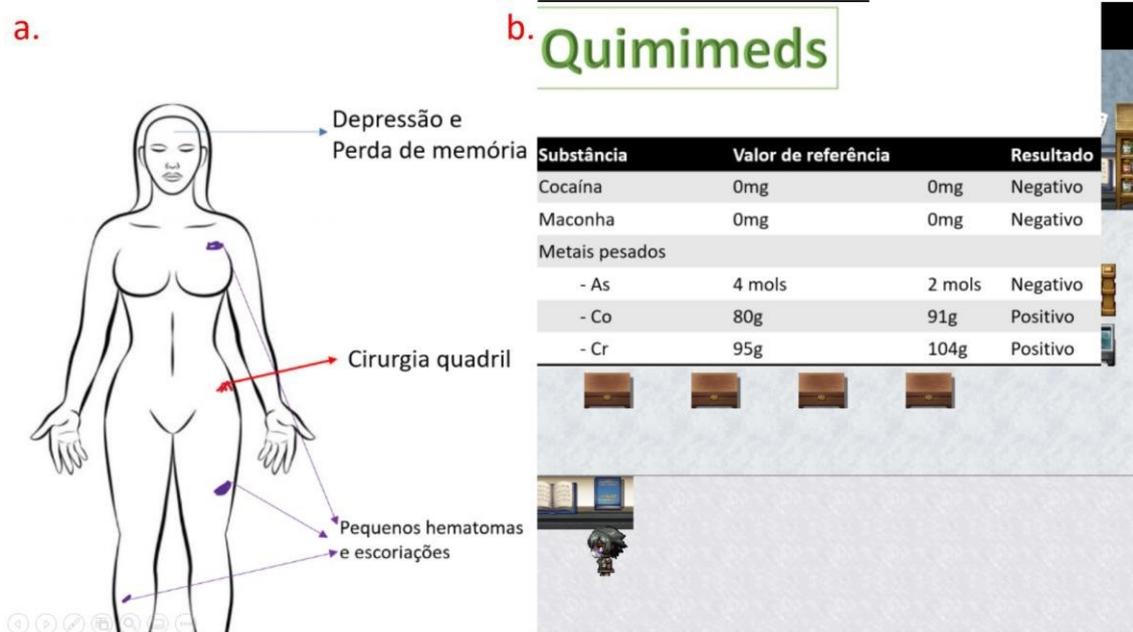
Fonte: Elaboração própria.

Em caso de acerto, o jogador recebe uma informação positiva. Caso contrário, João apresenta um possível motivo de o jogador ter errado e dá uma dica de correção para que ele volte e refaça a questão.

Ao finalizar cada um dos testes, são colocados parâmetros (fictícios) para determinar se o teor de cada metal pesado analisado é ou não excessivo. Ao término do jogo, é possível acessar novamente um resumo com todos os dados. Na Figura 6a, estão as informações obtidas no IML e, na Figura 6b, estão as informações obtidas no laboratório, a partir dos cálculos estequiométricos. João

solicita que o jogador busque a informação do que ocorreu na internet e, com base nessas discussões, medeia-se uma discussão sobre a causa da morte.

Figura 6: Resumo dos dados coletados durante o jogo



Fonte: Elaboração própria.

É possível acessar um vídeo demonstrativo do jogo por meio do *link* [https://drive.google.com/file/d/18rOoHsxSCUCu2zCqmXrd9nbpP2e\\_xoXE/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/18rOoHsxSCUCu2zCqmXrd9nbpP2e_xoXE/view?usp=sharing).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Acesso em: 30 de dezembro de 2021