

# Dominó Químico: Jogo Educativo para o Ensino-Aprendizagem das Funções Químicas Inorgânicas

Natan Hespanhol dos Santos

Victor Travassos Sarinho\*

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Lab. de Entretenimento Digital Aplicado – LEnDA, Brasil

## RESUMO

Jogos didáticos vêm ganhando espaço como instrumento motivacional para aprendizagem. A disciplina de Química está presente na grade curricular de escolas ao redor de todo o mundo e é uma matéria fundamental para a formação do conhecimento como um todo. Dominó Químico é uma ferramenta lúdica que busca conciliar diversão e prazer com o ganho de conhecimentos em funções químicas inorgânicas proporcionados aos jogadores. Este artigo apresenta as etapas de produção de uma versão digital do jogo Dominó Químico, destacando aspectos de design, construção e validação do jogo final produzido. Como resultado, obteve-se uma versão leve, interativa e multiplayer do jogo Dominó Químico, capaz de estimular a aprendizagem e a participação dos alunos nas aulas de química inorgânica.

**Palavras-chave:** funções químicas inorgânicas, jogo didático, aprendizado baseado em jogos, dominó químico, jogos digitais.

## 1 INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações, além da energia envolvida nessas transformações [1]. Sua aplicação ocorre tanto na análise e produção de alimentos, medicamentos e vestuários, como também na compreensão das reações químicas que ocorrem dentro do nosso corpo [2]. O estudo da química possibilita o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que nos cerca, a qual permite a análise, compreensão e utilização da mesma em diversas atividades do nosso cotidiano [3].

A abordagem tradicional de apresentação dos assuntos de Química aos estudantes da educação básica, usando apenas livros, escrita de conteúdos e explanação oral como recursos didáticos, não tem estimulado os estudantes a interagir com o objeto de estudo em questão [4]. Os conteúdos são apresentados de forma descontextualizada, fazendo com que os assuntos não sejam bem aceitos pelos estudantes, que acabam considerando a química uma ciência de difícil compreensão, e com um estudo dependente apenas de memorização [4]. Como resultado, tem-se na falta de motivação a principal causa do desinteresse dos alunos no ensino de química, sendo ocasionada quase sempre pela metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, atuando apenas como um repassador de conteúdos [5].

Os jogos educativos apresentam no contexto atual conteúdos e atividades práticas com objetivos educacionais baseados no lazer e diversão, motivando o acesso ao conhecimento de forma mais prazerosa. Tais jogos trazem, como consequência da abordagem pedagógica aplicada, uma facilitação na aprendizagem do aluno, bem como um auxílio na construção da autoconfiança e da motivação para a aquisição de conhecimentos diversos pelo mesmo [5].

Buscando promover a cognição e o aprendizado de estudantes de química, desenvolveu-se o jogo Dominó Químico [4]. Trata-se de uma ferramenta lúdica que busca auxiliar os professores na realização de aulas de química inorgânica de uma maneira mais interativa, de modo a despertar o interesse e a participação estudantil durante as atividades de aprendizagem em sala de aula.

Este artigo apresenta as etapas de produção aplicadas no desenvolvimento da versão digital do jogo Dominó Químico, tendo como base as regras e elementos previamente definidos na sua versão física baseada em cartões representativos [4]. Para tal, a seção 2 apresenta as etapas de produção da versão digital do jogo Dominó Químico, destacando o levantamento de requisitos e design conceitual da versão digital, ambiente de produção escolhido, aspectos arquiteturais e de modelagem do jogo. A seção 3 mostra os resultados obtidos com o jogo produzido, destacando a execução de partidas completas em salas multiplayer como processo final de validação do jogo. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros a serem realizados.

## 2 METODOLOGIA

Partindo do jogo físico testado com sucesso no ensino das funções químicas inorgânicas (Figura 1), e contando com o auxílio de especialistas na área de jogos digitais e de química inorgânica, aplicou-se as seguintes etapas de projeto na construção da versão digital do jogo Dominó Químico: especificação de requisitos, design e arquitetura do jogo digital, construção do jogo, testes e análise de resultados obtidos.

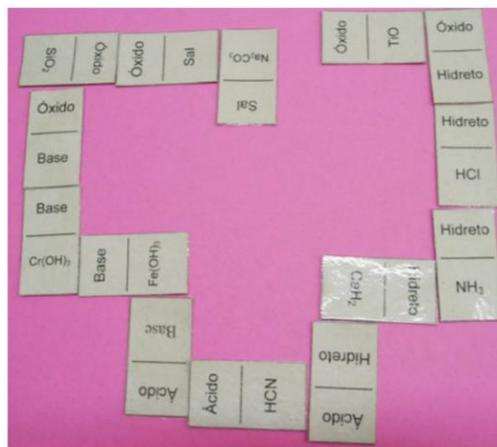


Figura 1: Versão física do Dominó Químico [4].

### 2.1 Especificação de Requisitos

As regras do jogo Dominó Químico se assemelham às regras do dominó popularmente conhecido, mudando o uso de valores numéricos (1, 2, 3, 4, 5 e 6) pelo uso de funções inorgânicas

\*e-mail: vsarinho@uefs.br

representadas em sua fórmula direta ou pelo seu nome de função. Com relação as pedras consideradas “buchas”, estas são diferentes do dominó comum, uma vez que são compostas por tipos de função diferentes.

A listagem abaixo apresenta as regras gerais aplicadas ao jogo:

- Todos os jogadores recebem o mesmo número de pedras iniciais, escolhidas aleatoriamente;
- O sentido do jogo é horário;
- Buchas são pedras compostas somente pelo nome da função inorgânica, por exemplo: Ácido | Óxido;
- A pedra Ácido-Hidreto dá início ao jogo;
- Caso as pontas do jogo possuam funções ou substâncias as quais nenhum jogador tenha algo que se encaixe o jogo é considerado como travado;
- Vence o jogo quem conseguir relacionar a maior quantidade de funções e substâncias, consequentemente tendo o menor número de pedras na mão (em caso de jogo travado) ou não possuindo pedras.

Outro requisito importante levantado para a versão digital do jogo foi decidir se o jogo deveria ser executado em um único computador ou se deveria ser jogado em rede. Como o maior problema do jogo ser aplicado em um único computador seria a possibilidade dos adversários visualizarem as pedras de quem estivesse jogando na sua respectiva vez, optou-se pela execução em rede, tendo assim cada jogador um computador individual para jogar.

Para simplificar o desenvolvimento de uma versão inicial do jogo em rede, foi especificado nesta etapa que a rede do jogo seria restringida apenas para redes locais fechadas.

## 2.2 Design do Jogo Digital

Com os requisitos do jogo devidamente elucidados, seguiu-se para a etapa de design do jogo, na qual foi aplicado o método Game Design Canvas (GDC) [6]. A partir do GDC obtido (Tabelas 1 e 2) foi possível visualizar a ideia geral dos principais aspectos do projeto do jogo, tais como design e a prototipação do jogo, definições, conceito, controle, jogabilidade, mecânica e ambiente. Como resultado, obteve-se um quadro geral de informações do jogo a ser desenvolvido, capaz de consolidar as etapas anteriores do projeto (requisitos e especificações mais gerais), e de servir como um guia para as próximas etapas do mesmo, tais como a preparação do ambiente de jogo e definição de interfaces com o jogador.

Tabela 1: Game Design Canvas do Projeto.

Definições	Conceitos
- Nome: Dominó Químico;	- Jogo educativo baseado no jogo de dominó popularmente conhecido. Sendo criado com intuito de aprimorar e motivar estudantes no ensino de funções inorgânicas químicas;
- Plataforma: PC;	- Tipo: Tabuleiro digital baseado em turnos;
- Gênero: Jogo de Mesa;	- Visão: Topo superior;
- Público Alvo: Interessados em química, estudantes do ensino médio e vestibulandos que estejam estudando funções químicas inorgânicas.	- Gênero: Tabuleiro, baseado em pedras e educacional;
	- Quantidade de Jogadores: 4 (em rede local).

Tabela 2: Game Design Canvas do Projeto (cont.).

Jogabilidade	Fluxo de Jogo	Controle
- Pedras distribuídas automaticamente (assim que a partida é iniciada);	- Jogador cria uma sala, os que desejam jogar juntos entram nesta sala, o criador da sala inicia o jogo;	- Passar vez (botão);
- Jogar pedra.	- Ao iniciar o jogo é apresentada a mesa de jogo, onde cada jogador tem o direito de encaixar uma pedra na sua vez;	- Arrastar e soltar pedras.
	- Vence o jogo quem esgotar as pedras na mão ou quem possui menos pedras, caso ninguém tenha algo que encaixe com as pedras na mesa.	

Um rascunho da mesa de jogo (Figura 2) foi elaborado tendo como base as informações da visão do jogador, quantidade de jogadores, jogabilidade e controle informadas pelo GDC. O rascunho também mostra a ideia de como será a disposição das informações e elementos do jogo, como por exemplo, a disposição na tela, os botões principais (fechar jogo e “passar vez”), o número atual de pedras de cada jogador, e a instrução de início de jogo indicando que deve se iniciar com a pedra Ácido-Hidreto.

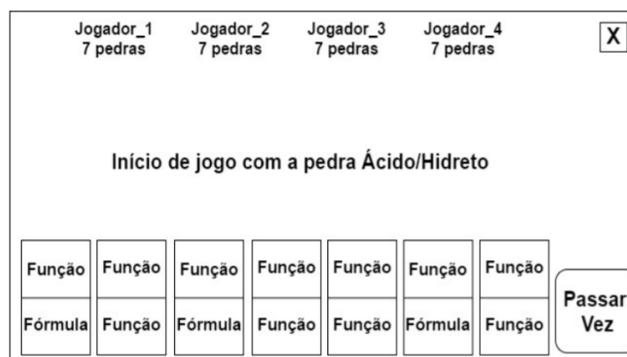


Figura 2: Rascunho da mesa do jogo.

## 2.3 Desenvolvimento e Construção do Jogo

Para esta etapa de desenvolvimento, foi escolhido o motor de jogo Godot [7] por ser multiplataforma, open source e relativamente usável para o desenvolvimento de jogos 2D em comparação aos demais ambientes de desenvolvimento de jogos. Godot também possui uma forte comunidade de apoio, a qual permite uma rápida resolução de problemas bem como o esclarecimento de maiores dúvidas com relação a produção de jogos digitais diversos [8].

Com relação a arquitetura geral do jogo desenvolvido, dividiu-se o mesmo em três componentes principais: *Lobby*, *Table* e *GameState*.

*Lobby* é responsável por receber comandos do jogador por meio da tela inicial. Ele realiza o gerenciamento de salas do jogo, agrupando todos aqueles que querem jogar uma mesma partida.

*Table* representa o jogo em si, sendo encarregado de processar atividades como o sorteio, ordenação e movimentação das pedras. *Table* também decide de quem é a vez, checa as condições de vitória, e verifica se o jogo está travado ou se o jogador esgotou o seu número de pedras.

*GameState* é responsável por realizar a comunicação em rede entre os jogadores e por armazenar as principais variáveis e constantes do jogo. Ele permite: a união dos diversos nós da rede; a sincronia do estado atual do jogo; e o repasse dos sinais de conexão recebidos de classes responsáveis por cuidar da estrutura de rede.

A estrutura geral do projeto pode ser vista na Figura 3, apresentando: a estrutura de *Lobby* recebendo dados dos menus na tela inicial; a estrutura *Table* coordenando os elementos do jogo; e a estrutura *GameState* realizando o interfaceamento entre *Lobby* e *Table* e estabelecendo a rede de comunicação do jogo através de classes inerentes do Godot.

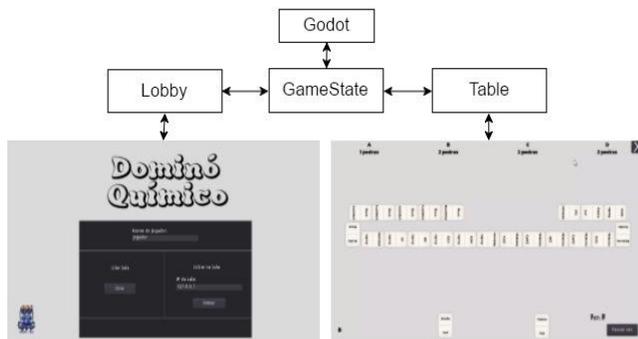


Figura 3: Visão geral da estrutura do jogo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a finalização das etapas de design e construção deste projeto, obteve-se um protótipo inicial da versão digital do jogo Dominó Químico. Esta versão apresenta uma tela inicial de criação de salas multiplayer para o jogo (Figura 4), uma tela com a sala de jogo (Figura 5), uma tela com a mesa inicial de pedras e jogadores de uma determinada partida (Figura 6), e uma tela de finalização de partida indicando um ou mais possíveis vencedores de uma partida (Figura 7).

Com relação ao fluxo de execução do jogo, tem-se que uma partida se inicia após a conexão da quantidade mínima de jogadores especificados para uma sala. A tela inicial de criação de salas multiplayer (Figura 4) é responsável por indicar a quantidade mínima de jogadores necessários para uma partida e o endereço IP do jogador criador de uma partida (mestre).



Figura 4: Tela inicial do jogo.

Após a criação da sala, os jogadores entram na mesma e ficam no aguardo em uma sala de espera (Figura 5) até atingir o mínimo de jogadores necessários para executar o comando de “iniciar partida” pelo criador da sala.

Após a partida ser finalmente iniciada, o jogo apresenta a tela contendo a mesa inicial do jogo (Figura 6). Esta tela apresenta um conjunto de pedras distintas para cada jogador, sendo estas sorteadas pelo jogador criador da partida.



Figura 5: Tela de sala de espera.

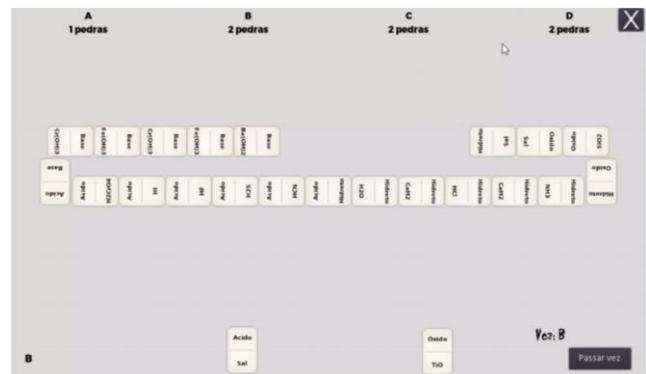


Figura 6: Tela do jogo em andamento.

A execução de uma partida ocorre de acordo com as regras pré-definidas para o jogo, tais como:

- Jogador com a pedra ácido-hidreto inicia a partida;
- Encaixe de pedras deve seguir a lógica de que uma substância deve encaixar na função correspondente e vice-versa;
- Cada jogador deve jogar uma pedra por vez;
- Jogador pode passar a vez caso não tenha uma pedra.

No final, ganha o jogo quem esvaziar primeiro a “mão” de pedras, ou quem tiver menos pedras caso o jogo esteja travado. A tela de finalização da partida (Figura 7) irá apresentar o jogador vencedor da partida, ou um empate caso existam jogadores com a mesma quantidade de pedras ao final da partida.

Para fins de validação do jogo produzido, foram efetuadas diversas simulações de partidas multiplayer do início ao fim, através de diferentes instâncias do jogo em um mesmo computador e em computadores diferentes espalhados por uma rede local. Como resultado, percebeu-se que o processo de criar sala, aguardar jogadores, iniciar e jogar partidas funcionou de forma adequada em todos os testes realizados.

Casos de testes de aceitação também foram preparados e aplicados de forma exaustiva durante a bateria de testes realizada no jogo. Ao final, todas as funcionalidades avaliadas apresentaram um comportamento dentro do esperando, garantindo assim as funcionalidades mínimas esperadas para este projeto.

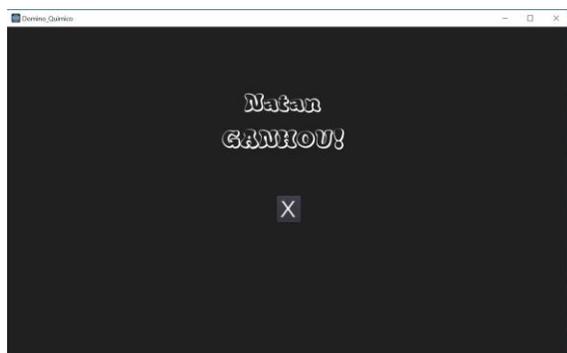


Figura 7: Tela de finalização do jogo.

Ao realizar os testes em cada funcionalidade base do jogo, também foi analisado o comportamento do jogo em casos excepcionais. Como exemplo, para a queda de conexão de jogadores, existem dois tratamentos possíveis a depender se os jogadores estão na etapa de criação de sala ou se estão ativos em uma partida do jogo. Caso um jogador não-servidor perca a conexão, este simplesmente some da sala nas demais telas do jogo. Caso o jogador desconectado for o jogador servidor, a sala é desfeita e todos voltam para a tela inicial com um aviso de que o servidor se desconectou. No caso de um jogador se desconectar durante uma partida do jogo, esta partida é desfeita e todos os demais jogadores voltam para a tela inicial com um aviso de que um jogador foi desconectado.

Com relação as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do jogo, foram identificadas algumas limitações na programação da mecânica do jogo e na comunicação em rede. Se tratando da mecânica do jogo, houve uma dúvida de que seria melhor tratar as pedras do jogo como objetos físicos 2D, com colisão entre elas, ou como objetos sem colisão, sendo estes simplesmente responsivos apenas a eventos do mouse. Com a experimentação das duas opções, pôde-se notar que a segunda era a melhor alternativa, onde a resposta do jogo se apresentou mais rápida e sem erros aleatórios em alguns momentos.

Outro problema enfrentado se refere ao estabelecimento da sincronia de variáveis e elementos do jogo entre todas as instâncias na rede. Até o presente momento, a versão compilada do Godot disponível no site oficial (versão 2.1) não apresentava recursos de comunicação em rede oficialmente disponibilizados, chamado de *High Level Multiplayer*. Para utilização deste recurso foi necessário buscar *night buildings*, presentes apenas em compilações não-oficiais de terceiros.

#### 4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma versão digital do jogo Dominó Químico [9], uma ferramenta digital multiplayer capaz de auxiliar as atividades de ensino de funções químicas inorgânicas em sala de aula. Para este fim, etapas de especificação, design, construção e testes de software, indicadas e adaptadas para o desenvolvimento do respectivo jogo, foram realizadas com sucesso. O motor de jogo Godot também garantiu o suporte tecnológico necessário para o desenvolvimento da versão multiplayer do jogo, através de uma arquitetura mestre/escravo e chamadas *Remote Procedure Call* – RPC entre instâncias de jogadores disponibilizadas em cada partida.

Do ponto de vista de usabilidade, o jogo atende bem as necessidades e simula de forma satisfatória o que seria o jogo físico em sua versão digital. Apesar de ainda estar longe de ser o ideal ou o mais prático de ser jogado, ele se mostrou simples, intuitivo e leve o suficiente para ser executado em redes de computadores de desempenho limitado, a exemplo dos

laboratórios de computação disponíveis em escolas públicas brasileiras.

É válido pontuar que é função do educador motivar o estudante e decidir quais as melhores maneiras de se inserir jogos durante as aulas. Assim, este jogo se apresenta como mais uma ferramenta dentre as tantas possíveis para estimular e tornar o ensino de química mais lúdico e educativo dentro de uma dinâmica prazerosa para todos os envolvidos.

Dentre os trabalhos futuros, é necessário tornar mais fácil o método de criação de salas, através da listagem e da possibilidade de escolha direta de salas criadas pelos usuários conectados à rede, eliminando assim a necessidade de digitar o endereço IP da sala para entrar no jogo. A adaptação do projeto para dispositivos móveis também está prevista no futuro próximo, uma vez que a arquitetura do jogo desenvolvido e a abordagem de exportação do motor de jogo escolhido são compatíveis para a realização de tal atividade. Uma nova arquitetura web também será disponibilizada no futuro a partir das etapas de requisitos e de design desenvolvidas, permitindo assim a execução de partidas de Dominó Químico sem se preocupar com a localização em rede dos jogadores interessados.

A aplicação de testes do jogo com estudantes de química do ensino médio também será realizada em um futuro próximo. Esta etapa será conduzida por um estudante de Licenciatura em Química que irá avaliar a usabilidade do jogo, bem como os ganhos de aprendizagem do mesmo como ferramenta de apoio ao ensino de pessoas que estão estudando química ou funções inorgânicas pela primeira vez.

#### REFERÊNCIAS

- [1] J. R. V. Fogaça. Introdução à Química. [Online]. Available: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/2>.
- [2] C. Salgado. Química no cotidiano. [Online]. Available: <http://educacao.globo.com/artigo/quimica-no-cotidiano.html>.
- [3] D. Colinvaux and S. P. Cardoso. Explorando a Motivação para Estudar Química. *Química Nova* 23, no. 3, 2000.
- [4] M. F. M. Paixão. Lo lúdico como estratégia didáctica para el aprendizaje de las funciones de Química Inorgánica en la enseñanza medi en Feira de Santana, Brasil. *Revista Cubana de Química*, v.XXIV, pp. 105-113, 2012.
- [5] F. S. F. Pereira. Uso de Jogos Educativos como Aliado no Processo de Aprendizagem de Química. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, Cajazeras, v.1, Ed. Especial, pp. 505-515, 2016.
- [6] D. Vekony. Game Design Canvas – Seu projeto de jogo em 1 página!. [Online]. Available: <http://www.marketinggames.com.br/game-design-canvas/>.
- [7] Godot. Multi-platform 2D and 3D open source game engine. [Online]. Available: <https://godotengine.org/>.
- [8] Godot Community. [Online]. Available: <https://godotengine.org/community>.
- [9] N. H. Santos. Dominó Químico. [Online]. Available: <https://github.com/natan-hs/dominioquimico>.