

# Cellgine: Um Motor de Jogo para Simulações de Células Biológicas

Bruno C. Matias

Victor T. Sarinho

Victória O. Gomes

Lab. de Entr. Digital Aplicado (LEnDA) Lab. de Entr. Digital Aplicado (LEnDA) Lab. de Entr. Digital Aplicado (LEnDA)  
Univ. Est. de Feira de Santana (UEFS) Univ. Est. de Feira de Santana (UEFS) Univ. Est. de Feira de Santana (UEFS)  
Feira de Santana, Bahia, Brasil Feira de Santana, Bahia, Brasil Feira de Santana, Bahia, Brasil  
brunoclaudinomatias@gmail.com vsarinho@uefs.br victoria.oliveiragomes@gmail.com

**Resumo**—Apesar dos avanços da era digital, o aprendizado na grande maioria das instituições de ensino ainda acontece de forma defasada, seja através da transmissão de conhecimentos com base em tecnologias antigas, seja através de abordagens de ensino cada vez menos efetivas com o passar dos anos. Partindo do princípio de que metodologias ativas de ensino podem ser usadas como uma importante ferramenta de ensino, este artigo descreve o desenvolvimento do Cellgine, um motor de jogo que fornece recursos de imagem e software para ajudar na construção de jogos e ferramentas voltadas para o ensino de citologia.

**Palavras-chave**—motor de jogo, jogos sérios, citologia, simulação

## I. INTRODUÇÃO

A citologia é um ramo de estudo que apresenta conceitos base da biologia relacionados a estrutura, funções, comportamentos e desenvolvimento de células. Trata-se de um ramo fundamental para o entendimento dos demais conceitos presentes em outras áreas da biologia, o qual apresenta um conteúdo que é frequentemente considerado como um dos assuntos mais complexos a serem aprendidos pelos estudantes [1].

Para Damasceno e Marin [2], a aprendizagem plena só acontece de forma contínua e progressiva quando se utilizam ferramentas que permitem o desenvolvimento da aprendizagem, principalmente quando se desenvolve a imaginação do aluno em determinada área. Porém, segundo Linhares [3] e Oliveira [1], o ensino de biologia ainda é muitas vezes baseado em imagens estáticas, o que limita o aluno a ter uma visão inerte dos conhecimentos abordados em citologia, a qual foge da realidade que consiste em uma célula que está em constante atividade. Desta forma, as células, que não são visíveis a olho nu, são visualizadas apenas no imaginário do estudante, sendo necessário propor novos métodos de ensino que levem o aluno a entender e a se interessar pelo assunto.

Oliveira [1] também escreve em seu artigo sobre como a aprendizagem dos jovens contemporâneos acontece de forma diferente em relação às gerações anteriores, os quais tendem a aprender mais interagindo com as tecnologias diversas disponíveis, a exemplo dos jogos digitais que podem ser direcionados para temáticas específicas. Assim, partindo de elementos, mecânicas e dinâmicas de jogos digitais disponíveis, tem-se a possibilidade de criar situações diversas digitalmente

interativas e gamificadas, capazes de fornecer motivações e desafios para que o conhecimento do estudante seja construído de uma forma ativa e divertida para o mesmo.

Seguindo a premissa de uso de tecnologias no âmbito da educação de uma forma gamificada, o presente trabalho mostra o desenvolvimento do *Cellgine*, um motor de jogo voltado para a construção de software direcionados para o ensino de citologia. Trata-se de um conjunto de artefatos de software capazes de simular estruturas e comportamentos de células biológicas, os quais complementam os recursos de um motor de jogo escolhido de modo a permitir a produção de jogos digitais sérios, bem como a criação de ambientes de simulação e demais ferramentas desejadas, com foco na área de citologia.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### A. O Ensino de Biologia

O primeiro contato que os estudantes tem com a Citologia é no ensino fundamental, e muitos deles apontam os assuntos abordados como complexos, visto que existem muitas partes e processos biológicos de nomes científicos longos, os quais muitas vezes são memorizados e repetidos de forma mecânica [2], [3]. Além disso, conforme Hurtado e García [4], é afirmado que dentro dos conteúdos de biologia existem diversos pontos de vista e definições para um mesmo tópico, o que pode ampliar a dificuldade de assimilação do conteúdo pelo estudante.

### B. Metodologias Ativas de Ensino

Nos métodos de ensino ativos, os alunos têm a curiosidade e a autoaprendizagem estimuladas, onde o conhecimento não é simplesmente passado como algo abstrato e que deve ser memorizado pelo aluno [5]. Especificamente dentro do ensino da biologia, também existe a necessidade de se utilizar métodos mais ativos de ensino [6], para buscar abordagens que visem primariamente a fixação do conteúdo, ao invés da simples memorização dos processos descritos.

Fazendo uma breve análise do conteúdo estudado pela mesma, é possível verificar a existência de diferentes pontos de vista e definições para um mesmo tema, bem como a existência de várias nomenclaturas de difícil entendimento que são basicamente memorizadas [4]. Além disso, na citologia, as estruturas (células) estão em atividade constante, mas dentro

da sala de aula as mesmas são mostradas apenas por meio de imagens estáticas, sem equipamentos que permitam uma boa observação e identificação das estruturas celulares [3]. Essas necessidades se tornam ainda maiores quando se observa que a citologia é um conhecimento básico, cujos conceitos são utilizados em outras áreas da biologia e explorado em cursos de saúde e afins [2].

### C. Jogos Sérios

Jogos sérios são ferramentas importantes amplamente usadas nas metodologias ativas de ensino [2]. Tratam-se de jogos com o propósito de transmitir conhecimento, ao invés de visar prioritariamente o entretenimento dos jogadores [7]. Porém, isso não significa que jogos sérios não possam ser divertidos ou que não possam entreter os seus jogadores, uma vez que ambas as características costumam ser buscadas para garantir o prazer durante a construção do conhecimento.

### D. Motores de Jogos

O objetivo de um motor de jogo é agrupar funções básicas e fundamentais para o desenvolvimento de jogos, as quais podem conter interações com periféricos de entrada e saída e ter desde a mecânica até a renderização de cenários e personagens [8]. Motores de jogos permitem que seus usuário se concentrem na construção das regras de um jogo em si, ao invés de se preocupar com detalhes técnicos necessários para a sua produção [9]. Vale resaltar que, por mais genérico que um motor de jogo possa ter sido desenvolvido, estes ainda são tipicamente projetados para classes específicas de jogos [8]. Motores de jogos também podem possuir códigos reaproveitáveis de outras aplicações feitas para o mesmo fim, permitindo que se reaproveite software e dê enfoque na implementação de componentes mais especializados para o seu objetivo [9].

## III. METODOLOGIA

O objetivo do Cellgine é fornecer recursos, tanto gráficos quanto técnicos, para o desenvolvimento de outros software voltados a área de citologia. É válido salientar que o foco de desenvolvimento do Cellgine é para a construção de ferramentas que terão fins educacionais, as quais tornam possível para os alunos visualizarem de forma menos abstrata e com o devido movimento as várias estruturas celulares junto com as suas funções e dinâmicas existentes.

Espera-se do Cellgine a representação de características das células, tipos de células, organelas (unidades menores que compõem as células), dinâmicas celulares, interações e funções básicas, incluindo divisão celular, produção de energia e tipos de transporte de substâncias. Os recursos serão exibidos por imagens que remetem ao modelo genérico celular utilizado normalmente nas aulas de biologia, tendo a capacidade de retirar limitações de abstrações que normalmente são impostas pelo aprendizado utilizando somente imagens estáticas.

Os recursos que o Cellgine propõe fornecer para o ensino de citologia estão dentro da parte visual e de mecânicas. A ferramenta irá conter pacotes de imagens e animações prontas

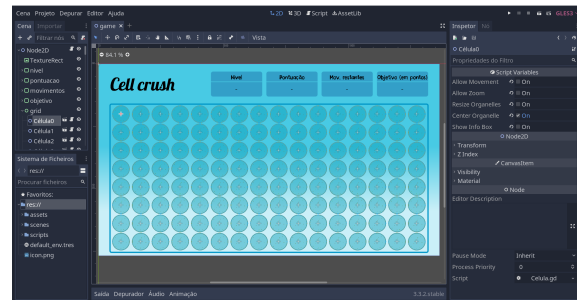


Fig. 1. Utilização do Cellgine no Godot.

para o uso, das várias organelas presentes em células eucariotes (vegetal e animal) e procariontes (seres unicelulares). Além disso a ferramenta irá fornecer as funções que executam algumas dinâmicas celulares (como divisão celular e bomba de sódio-potássio), sendo esses os recursos mais essenciais que irão facilitar a construção de ferramentas educacionais na área.

Com relação ao processo de desenvolvimento do Cellgine, este irá reaproveitar recursos de um outro motor genérico, neste caso o Godot Engine (versão 3.2), que é um motor de jogo de código aberto que fornece alguns recursos pré-fabricados para o desenvolvimento de jogos 2D e 3D [10]. O uso do Godot para a produção do Cellgine evita a necessidade de se reinventar os recursos básicos que todo motor de jogos normalmente fornece para os programadores, permitindo assim uma maior enfoque na parte biológica do motor proposto.

Para o desenvolvimento de um novo projeto de ensino de citologia com o Godot, basta o agregar o Cellgine ao seu projeto base para que ele possa ter acesso aos recursos de citologia disponíveis. Caso o desenvolvedor queira ter acesso a funções específicas de células implementadas, basta realizar a programação desejada com base nos *scripts* de funções fornecidas pelo Cellgine para desenvolver o simulador/jogo de interesse. Para fins de ilustração, a Fig. 1 apresenta o uso dos recursos do Cellgine no ambiente Godot. Nela é possível observar: a disponibilidade de recursos do Cellgine capazes de serem adicionados ao projeto, configurações realizadas em elementos do Cellgine aplicados na cena (painel “Script Variables”), e a realização de um projeto de jogo com base nos recursos de citologia utilizados.

### A. Modelando Células e Estruturas Citoplasmáticas

Para cada programa desenvolvido com base no Cellgine, existem células que podem ser especializadas em procariontes (células menos complexas, como a dos seres unicelulares) ou eucariotes (todos os outros tipos de célula, tanto vegetal quanto animal). Cada tipo de célula possui uma lista de funções específicas que podem ser executadas. Além disso, também existem organelas específicas que podem ser adicionadas a cada uma delas, de acordo com o desejo/necessidade do desenvolvedor.

Além das organelas possuírem visuais diferentes, suas funções únicas fazem com que cada uma tenha características distintas das outras, não permitindo implementar todas em so-

mente um modelo, exigindo assim um nível de especialização próprio para cada organela modelada. Como exemplo, uma proteína transmembranar atravessa a membrana plasmática, facilita a passagem de substâncias maiores e elétrons, realiza a bomba de sódio-potássio, entre outras características específicas, fazendo com que a mesma seja representativamente mais “complexa” que um ribossomo que somente fica *visualmente* parado dentro do citoplasma.

Com relação às estruturas criadas para o Cellgine, além de recursos visuais, estas possuem recursos de informação sobre organelas específicas. Assim, o programador pode inserir informações sobre as organelas em uma ferramenta a ser construída, ou querer que algumas animações sejam executadas com a devida explicação sobre o que está acontecendo. Todas as organelas possuem imagens próprias que foram adicionadas como recurso importante para o projeto.

### B. Animando e Executando Funções Celulares

Dentro do Cellgine, na pasta *scenes*, tem-se as cenas que compõem o motor de jogo. Cada cena representa uma classe, incluindo a célula, que receberá as organelas como filhas dela. Quando uma célula é construída, usando a função de criar estruturas presente no seu script, o objeto célula instancia uma organela da classe desejada, adiciona ela como filha e então deixa salvo em uma lista interna que indica quais estruturas intracelulares ela possui. Essa lista interna é usada para a divisão celular, onde a célula que será gerada recebe uma cópia dessa lista que será usada para construir suas próprias estruturas.

Uma cena (ou classe) de uma das estruturas intracelulares já possui como recurso um *AnimatedSprite* com o nome de “Textura”, que é um recurso do Godot que facilita a animação, executando sequências de sprites predefinidos. Qualquer estrutura do Cellgine já possui ao menos um sprite, garantindo sua representação normal e estática. Esse sprite é nomeado como “default”. Caso a cena possua outras animações pré definidas, estas serão listadas na ferramenta.

Quando a cena (organela) possui alguma animação extra, seu *script* associado possui um método que irá usar a propriedade “Textura” para executar a respectiva animação. Como exemplo, a proteína transmembranar possui uma animação referente a bomba de sódio-potássio a qual, quando executada, irá criar as respectivas partículas de sódio e potássio e realizar a animação no conjunto e tempo certo. Essa mesma lógica é usada para todas as classes que possuem alguma animação. Até mesmo durante a divisão celular, que, caso existam organelas mais ativas durante o processo, como por exemplo o DNA, a célula não só irá iniciar sua animação de divisão como também irá acessar suas estruturas internas e fazer as mesmas se prepararem para realizar a divisão.

As estruturas celulares (tanto internas quanto a membrana plasmática) possuem componentes de colisão adicionados (*CollisionShape2D* do Godot), os quais permitem dar uma *shape* de colisão para um objeto. A partir desse *shape* de colisão, diferentes eventos podem ser inferidos para uma estrutura celular, tais como outros objetos entrando na área de

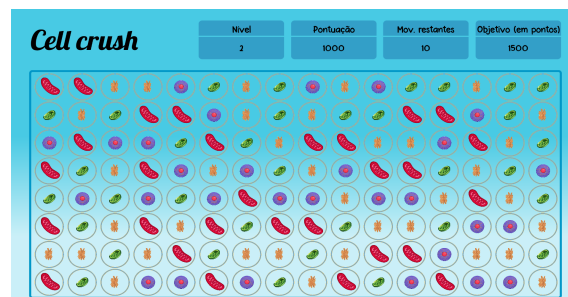


Fig. 2. Tela do nível 2 do jogo Cell Crush.

colisão, clique do mouse em cima da estrutura, entre outros. Como resultado, o *shape* de colisão se torna responsável em definir como as estruturas celulares irão interagir com outros objetos e como irão tratar eventos de entrada e saída de elementos de jogo e de usuário, efetuando ou não ao final a execução de scripts de funções celulares programados.

## IV. RESULTADOS OBTIDOS

Considerando que o Cellgine é um motor de jogos, é natural pensar em construir jogos com o mesmo. Neste sentido, após o desenvolvimento de uma versão inicial do Cellgine, iniciou-se o desenvolvimento de jogos sérios com o motor proposto, de modo a receber um feedback inicial da sua capacidade de produção de sistemas, bem como realizar a identificação de características que devem ser melhoradas.

### A. Cell Crush

Como primeiro jogo desenvolvido a partir dos recursos disponibilizados pelo Cellgine, *Cell Crush* (Fig. 2) é um jogo estilo *match 3 puzzle* onde o agrupamento de elementos deve ser feito com as células que possuírem organelas iguais. *Cell crush* segue as mecânicas e dinâmicas do famoso jogo de puzzle *Candy Crush*, contabilizando pontos para o jogador quando este agrupar três ou mais células em uma dimensão.

Para a construção do Cell Crush foram utilizados os recursos visuais do Cellgine, imagens da membrana e de estruturas celulares, e os recursos de colisão de objetos adicionados, os quais são usados para o sistema de arrastar e soltar (*drag'n'drop*). O restante do projeto pode ser resumido a simples regras de jogo, esquema de pontuação e painéis de organização visual. Com relação a construção do jogo, foi possível implementar a estrutura do Cell Crush em aproximadamente 10 horas.

### B. Simulador Citológico

Um simulador de células também foi construído com base no Cellgine, de modo a auxiliar na produção de ferramentas digitais para o ensino de citologia por usuários que não possuem conhecimentos de programação. Sua tela principal é mostrada na Fig. 3, e apresenta um painel do lado esquerdo indicando os elementos adicionados, um painel inferior com os resultados de ações celulares realizadas, e um painel central contendo duas células que foram adicionadas, sendo a primeira

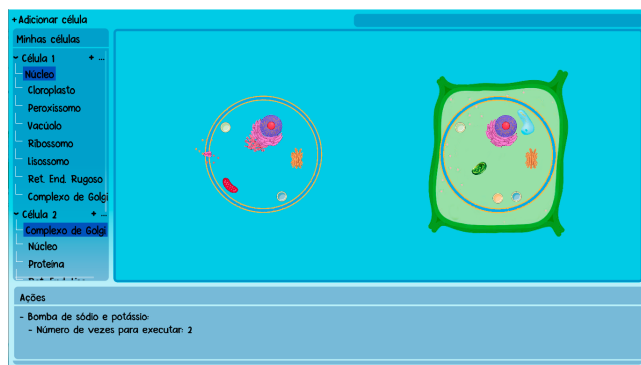


Fig. 3. Tela inicial do Simulador Citológico desenvolvido a partir do Cellgine.

(a esquerda) um modelo genérico de células normalmente encontradas em animais, e a segunda uma célula vegetal.

Com relação a interface do simulador, no painel “Minhas células” o usuário poderá acompanhar quantas células já adicionou na simulação atual, bem como todas as organelas que compõem cada uma delas. Para adicionar novas células, basta clicar no botão do canto superior esquerdo. Em seguida, aparecerá uma janela pop-up solicitando ao usuário que escolha entre as duas opções de células disponíveis para adicionar: “Procarionte” ou “Eucarionte”. Caso seja escolhido eucarionte, é possível escolher entre célula animal ou vegetal, a qual irá conter parede vegetal e permitir adesão de estruturas exclusivas de plantas, como o cloroplasto.

No painel “Minhas células” é possível adicionar novos itens às células, bastando clicar no botão “+” disponível ao lado do nome de cada uma das células. No estado atual do simulador, quinze itens podem ser adicionados a uma célula, sendo onze organelas e quatro moléculas químicas que atuam em algum processo específico.

No painel “Ações” (Fig. 3), são exibidas as ações associadas a cada uma de suas células e suas organelas. Para adicionar ações, basta ir no painel esquerdo que exibe suas células e clicar no símbolo de reticências e então selecionar “Adicionar Ação”. Quando uma ação for adicionada, ela será exibida no painel de ações e a célula irá executar a ação selecionada.

As ações disponíveis até o momento são: divisão celular; transporte ativo, podendo ser bomba de sódio-potássio ou transporte por vesículas (endocitose e exocitose); transporte passivo, como a osmose; e o envelopamento de proteínas.

O painel principal do simulador (centro da tela) apresenta todas as células adicionadas na simulação, bem como a execução das ações selecionadas. Também é possível aumentar e diminuir o zoom para ver alguns detalhes e experienciar melhor os processos selecionados, focando em partículas menores e mais discretas quando desejado ou mantendo uma visão mais ampla caso o objetivo seja ver a célula como um todo.

O simulador também trabalha com a mecânica de *drag’n’drop*, onde o usuário pode posicionar a célula em uma posição mais adequada enquanto adiciona outros tipos de células. Além disso, como forma de fornecer algumas informações sobre os itens apresentados dentro das células,

o usuário pode clicar na imagem do elemento que deseja conhecer, e uma janela pop-up é apresentada mostrando as informações da respectiva estrutura.

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O Cellgine ainda se encontra em processo de desenvolvimento, mas já apresenta sinais positivos de viabilidade para a realização de jogos e de ferramentas educacionais de apoio para o estudo e aprendizado da citologia. De fato, com relação a criação de jogos a partir do Cellgine, este apresentou uma boa redução no custo de tempo de produção para o jogo teste Cell Crush produzido. Já para o simulador desenvolvido, Cellgine demonstrou a possibilidade de se criar inúmeras estruturas customizadas com tipos de células e organelas distintas, simulando de forma eficiente e animada os elementos e comportamentos de citologia disponibilizados.

Com relação aos recursos oferecidos pelo Cellgine, os quais complementam os recursos de produção de jogos oferecidos pelo Godot, este torna possível a exploração de partes e processos menores de células (recurso de zoom), permitindo assim realizar comparações com células de tipos diferentes. Através da manipulação virtual de estruturas criadas, Cellgine também permite que células possam mudar de tamanho, posição e serem comparadas com outros modelos de células disponibilizados. Processos que são rápidos e pequenos em relação ao tamanho total da célula também podem ser vistos com mais detalhes, conforme as simulações virtualmente disponibilizadas pelo mesmo.

Para as próximas etapas de desenvolvimento do Cellgine, espera-se realizar a criação de documentos e manuais para facilitar a utilização do mesmo, bem como a realização de ajustes finais com base no feedback que se espera obter de profissionais da área de ensino de biologia.

## REFERENCES

- [1] F. E. d. Oliveira, “Jogos eletrônicos como metodologia alternativa no ensino de citologia,” 2014.
- [2] M. T. S. Damasceno and Y. A. O. Marin, “O jogo como ferramenta para o ensino e motivador da aprendizagem de conceitos associados ao tema citologia no ensino fundamental,” *Anais XI Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências*, pp. 1–9, 2017.
- [3] I. Linhares and O. M. Taschetto, “A citologia no ensino fundamental,” *O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. 1ed. Curitiba: SEED*, vol. 1, pp. 1–25, 2011.
- [4] M. T. Hurtado and F. G. García, “Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal,” *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, no. 2, pp. 177–200, 2003.
- [5] A. Diesel, A. L. S. Baldez, and S. N. Martins, “Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica,” *Revista Thema*, vol. 14, no. 1, pp. 268–288, 2017.
- [6] M. R. F. Paiva, J. R. F. Parente, I. R. Brandão, and A. H. B. Queiroz, “Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa,” *SANARE-Revista de Políticas Públicas*, vol. 15, no. 2, 2016.
- [7] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [8] A. Bessa, C. T. Sousa, C. E. Bezerra, I. Monteiro, H. Bandeira, and R. Souza, “O desenvolvimento de um motor multiplataforma para jogos 3d,” 2007.
- [9] M. R. Benin and S. P. Zambiasi, “Proposta de uma ferramenta focada no ensino do desenvolvimento de jogos eletrônicos,” 2010.
- [10] Godot, “The game engine you waited for,” <https://godotengine.org/>, fevereiro de 2019.