

## JOGO DIDÁTICO “SÍNTESE PROTEICA” PARA FAVORECER A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA CELULAR

*Didatic Game "Protein Synthesis" In Order To Promote Learning In Cell Biology*

**Naele Coelho da Rocha** [naelerocha@gmail.com]

**Bianca Vasconcelos** [bia10.mlp@gmail.com]

**Jeniffer Colares Maia** [jenny.colares18@gmail.com]

**Maria Izabel Gallão** [izagalao@gmail.com]

**Diego Adaylano Monteiro Rodrigues** [diegoadaylano@gmail.com]

**Denise Cavalcante Hissa** [denisehissa@gmail.com]

*Universidade Federal do Ceará*

*Av. Humberto Monte 2977, Campus do Pici, Fortaleza – Ceará, CEP: 60455-760*

### Resumo

Este relato de experiência descreve e discute uma estratégia educativa desenvolvida para a disciplina de Biologia Celular Geral da Universidade Federal do Ceará. Tendo em vista a complexidade do conteúdo "Ribossomos e Síntese de Proteínas", com conceitos e fenômenos que escapam a percepção sensorial dos alunos, o atual trabalho propõem a elaboração e aplicação de um jogo didático que possa facilitar a aprendizagem dos alunos. Esse estudo descreve as motivações que apoiaram a criação do recurso "Síntese Proteica", bem como sua elaboração e aplicação em sala. Ainda, debate sobre o uso do jogo como um instrumento de aprendizagem e mostra que o mesmo potencializou o ganho de conhecimento no processo ensino-aprendizagem, aliando a aprendizagem ao prazer.

**Palavras-chave:** Ludicidade, Síntese de proteínas, Recurso didático, Biologia Celular, Ensino de Biologia

### Abstract

This experience report describes and discusses an educational strategy developed for the discipline of Cell Biology of the Universidade Federal do Ceará - Brazil. Due to the complexity of the topic "Ribosomes and Protein Synthesis", with concepts and phenomena that escape the perception of the students, the current work proposes the development and implementation of a game that can facilitate student learning. This study describes the motivations that supported the creation of the game "Protein Synthesis", how this game was developed and how it was applied in the classroom. Also, it debates over the use of the game as a learning tool and shows the game potential in gaining knowledge in the teaching-learning process combined with pleasure.

**Keywords:** Didatic Game, Protein Synthesis, Teaching Resource, Cell Biology, Biology Education

## Introdução

Para uma aprendizagem significativa faz-se necessário o envolvimento do aluno e sua ousadia para se colocar frente a problemas, buscar soluções e experimentar novos caminhos; diferente da aprendizagem mecânica, na qual o aluno limita seu esforço apenas a memorizar ou estabelecer relações diretas e superficiais com o objeto de ensino (BRASIL, 1997).

Ou seja, cada aluno é sujeito de seu processo de aprendizagem, enquanto o professor é o mediador na interação dos alunos com os objetos de conhecimento. Pois, como disse Freire (1996), “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Na disciplina de Biologia Celular, boa parte de seus conteúdos possuem certa complexidade para o entendimento do aluno. Como por exemplo, a síntese proteica, que é o processo no qual as proteínas são sintetizadas, as moléculas estruturalmente mais complexas e funcionalmente mais sofisticadas que conhecemos. Esse assunto contém conceitos e fenômenos que muitas vezes escapam a percepção sensorial dos alunos, tornando-se fundamental o auxílio de recursos didáticos para explanação desse conteúdo.

Os jogos didáticos são recursos que estimulam a cognição e as relações interpessoais; conferindo não apenas o conhecimento aos alunos e um melhor relacionamento com professor e colegas, mas também permite associar o lúdico a um sentimento de prazer (COSTA, 2012). O termo lúdico tem sua origem na palavra latina "ludus" que quer dizer "jogo" referindo apenas ao jogar, ao brincar, porém, o termo passou a ser reconhecido como traço essencial do comportamento humano, apresentando importâncias específicas para todas as fases da vida humana (MAURÍCIO, 2006). Sendo utilizado não somente quando jovem, adolescente ou criança; mas também, quando adulto, homens e mulheres (ALVES, 2014).

Quando aplicado em aula, o jogo não é simplesmente um “passatempo” para distrair os alunos. Ao contrário, quando possui objetivos bem definidos, ocupa lugar de extraordinária importância na educação escolar. Estimula o crescimento e o desenvolvimento do aluno, as faculdades intelectuais, a iniciativa individual, a observação e conhecimento das outras pessoas (TEZANI, 2006).

Desse modo, pensou-se na elaboração e aplicação de um jogo didático a fim de auxiliar a aprendizagem do assunto " Ribossomos e Síntese de Proteínas " na disciplina de Biologia Celular Geral para estudantes do 1º semestre do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará – UFC.

## Elaboração do Jogo

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Biologia Celular do Departamento de Biologia com alunos do Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Licenciatura e Bacharelado, da UFC no período de 2015.1.

A Biologia Celular Geral é uma disciplina do primeiro semestre da Universidade Federal do Ceará constituída de aulas teóricas e aulas práticas. O fato de alguns conteúdos vistos em teoria, como "Ribossomos e Síntese de Proteínas", ainda não possuírem aula prática equivalente, levou à motivação pela escolha de se trabalhar com esse conteúdo, somado a uma percepção por parte dos

professores da disciplina de que muitos alunos têm dificuldade em compreender os processos biológicos envolvidos com a síntese de proteínas, deduzido pela baixa taxa de acerto nas questões de prova.

Antes de iniciar a elaboração do jogo, delimitou-se os principais objetivos a serem alcançados: entender o código genético e como este é lido; identificar as macromoléculas envolvidas na síntese de proteínas; conhecer os 20 tipos diferentes de aminoácidos que compõe as proteínas, bem como suas propriedades químicas; correlacionar os aminoácidos constituintes com o enovelamento de uma proteína; estabelecer relação entre a estrutura primária de uma proteína e sua função.

O jogo “Síntese Proteica” foi fundamentado teoricamente com base em livros (KARP, 2005; CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013) e no site *RCSB Protein Data Bank* (RCSB PDB), um banco de dados de sequência e estruturas de proteínas. O jogo consiste de um kit proteína, que contém Fita de RNA mensageiro - RNAm, códon de iniciação, stop códon ou códon de finalização, tabela universal dos nucleotídeos, aminoácidos e RNA transportador - RNAt.

Para a confecção do kit foram utilizados materiais de baixo custo (Figura 1), para simular o RNAm e RNAt fez-se uso de argila para confeccionar as peças com encaixe, permitindo aos alunos perceber a combinação entre elas, ou seja, que cada sequência de bases existentes no RNAt se encaixe perfeitamente com uma sequência de bases na fita de RNAm. Além da argila, foram utilizados palitos de dentes para unir o aminoácido ao RNAt, e com papel A4 e plástico adesivo foram feitas as etiquetas que identificaram tanto o RNAm, o RNAt e os aminoácidos. Para a ligação peptídica de um aminoácido a outro foi utilizado velcro, assim como para montar o RNAm. As cores com as quais foram pintadas as esferas representando os aminoácidos seguiu um padrão oficial de cores que se referem às características dos mesmos, a qual também foi disponibilizada para as equipes no formato de uma tabela (Figura 1). Os ribossomos foram feitos com cartolina e o delineamento dos seus sítios ficou aparente pela utilização de lápis coloridos (sítios A, P e E).



**Figura 1.** Materiais utilizados para a confecção do jogo "Síntese Proteica" e tabela que representa o código genético e seus respectivos aminoácidos.

As peças finalizadas dos códons de RNAm, dos anticódons de RNAt e dos aminoácidos podem ser visualizadas na Figura 2. Foram elaborados Kit's para três diferentes proteínas. As proteínas escolhidas foram Histona (PDB 2NQB), Porina (PDB 1AOS) e Hemoglobina normal e falciforme (PDB 1NEJ). A escolha deu-se para demonstrar algumas das características que podem influenciar na estrutura de uma proteína. Como as proteínas em sua grande maioria são formadas por

seqüências de mais de 100 aminoácidos, selecionamos uma pequena seqüência de 16 aminoácidos de regiões com características bem representativas.

**Kit proteína 1 - Histona:** Esse kit tem por finalidade mostrar que, por possuir em sua estrutura primária rica nos aminoácidos Lisina e Arginina (aminoácidos com caráter básicos), essas proteínas possuem afinidade por compostos ácidos, sendo por isso que as histonas compõem os nucleossomos e ligam-se ao DNA, sendo responsáveis pelo empacotamento do DNA.

**Kit proteína 2 - Porina:** Esse kit procura facilitar o entendimento de que algumas proteínas de transporte de membrana, como a porina, possuem um caráter anfifílico, por possuir regiões hidrofóbicas e outras hidrofílicas. A presença de uma região transmembrana é devida a presença de uma grande quantidade de aminoácidos com caráter hidrofóbico (apolares).

**Kit proteína 3 - Hemoglobina normal x hemoglobina anemia falciforme:** Esse kit busca relacionar a presença de uma mutação com a modificação da estrutura primária e consequentemente a alteração função da Hemoglobina.



Figura 2. Peças finalizadas do jogo "Síntese Proteica".

### Aplicação do Jogo

O jogo "Síntese Proteica" foi aplicado para as turmas do primeiro semestre de licenciatura e bacharelado do curso de Graduação em Ciências Biológicas, período letivo 2015.1, havendo a presença de um professor da disciplina como mediador da aula contando com o auxílio de monitores que já haviam cursado a disciplina em semestres anteriores. O jogo foi aplicado em dois momentos, um primeiro momento para a turma de licenciatura e outro para a turma de bacharelado, formando assim dois grupos de estudo. Cada aplicação teve a duração de 2 h.

As peças de cada Kit das proteínas Histona, Porina e Hemoglobina normal e falciforme ficaram dispostas em mesas separadas (Figura 3). Assim, ao primeiro contato, os alunos entraram em sala e puderam analisar as peças, sua disposição nas mesas e tentar entender do que se tratava a aula. Estimulando a curiosidade dos alunos, passo essencial no ato de jogar (ALVES, 2014).

A primeira turma na qual o jogo foi aplicado foi a turma de licenciatura, com 11 estudantes, que se dividiram em grupos e ocuparam as mesas presentes no laboratório (3 a 4 alunos por Kit). De

início, os alunos se mostraram calados e tímidos, demonstrando estranhamento pela ausência de vidrarias ou outros tipos de equipamentos, essa etapa caracterizou um passo de ambientação (Figura 4). Ao longo da prática, os alunos demonstraram ganhos de sociabilidade, interação em grupo e afetividade.

Visto que, as aulas teóricas não estiveram acompanhando as aulas práticas os alunos apresentaram uma certa dificuldade em reconhecer as peças; por outro lado, os alunos não possuíam ideias pré-concebidas, havendo uma maior liberdade para explorar o lúdico (BORGES, 2002). E, de acordo com os conceitos oriundos do ensino médio e da apresentação do jogo à turma, a assimilação de conteúdo foi aos poucos se tornando mais fácil. Em cada mesa havia um manual com orientações e instruções para utilizar o jogo. Nessa primeira experiência, não houve uma abordagem inicial da teoria, e os alunos então iniciaram a montagem do jogo de acordo com o seu manual.



**Figura 3.** Disposição das peças de um dos Kits do jogo "Síntese Proteica" antes de iniciar a aula.



**Figura 4.** Início da aula para aplicação do jogo "Síntese Proteica", turma de graduação para licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará - UFC.

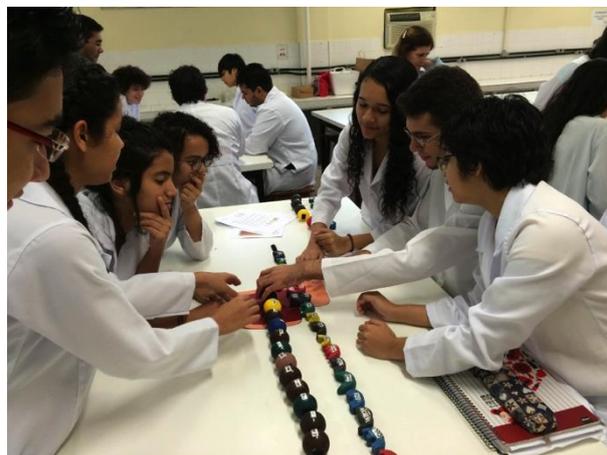
Após a montagem da fita de rRNA os alunos foram indagados sobre os passos seguintes da síntese proteica: como ocorria a ligação dos aminoácidos, a função do ribossomo e seus sítios. Estes ficaram um pouco confusos, demonstrando uma deficiência do conteúdo, sendo necessária uma pequena explicação teórica acerca do assunto por parte do professor. Conforme iam movimentando a subunidade maior e menor do ribossomo percebiam a importância dele na síntese proteica e demonstravam surpresa por isso. A cada ligação dos aminoácidos, os alunos percebiam o início da formação proteica, sua estrutura e forças intermoleculares que atuam ali (Figura 5). Além disso, puderam perceber mudanças na cadeia e anormalidades causadas por isso, como no caso da fita da anemia e sua mutação causando a anemia falciforme.

Com a turma seguinte houveram algumas mudanças, pois além de a turma ser maior, com 19 estudantes (6 a 7 alunos por Kit), estes eram mais extrovertidos e participativos. A aula teve início com perguntas, feitas pelo professor, sobre o tema, a fim de consultar o conhecimento que tinham sobre o assunto, já que, assim como a outra turma, os alunos ainda não haviam tido a aula teórica. Uma breve aula com conceitos foi dada pelo professor no decorrer da aplicação do jogo, para que assim os alunos pudessem trabalhar seguindo seu ritmo.

Novamente, as peças foram apresentadas e os alunos começaram a se ambientar com o jogo e seus objetivos. Buscaram as instruções no manual e facilmente conseguiram montar a fita e seus encaixes, podendo perceber suas ligações, conformação e seus diferentes tipos de aminoácidos. Pelo fato da turma se apresentar mais numerosa, o tempo gasto foi menor, mas talvez o rendimento não tenha sido o mesmo, pois a proporção de material presente para cada aluno era pouca e por isso apresentou certa dispersão (Figura 6).



**Figura 5.** Primeira aplicação do jogo "Síntese Proteica", turma de graduação para licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará - UFC.



**Figura 6.** Segunda aplicação do jogo "Síntese Proteica", turma de graduação para bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará - UFC.

Além do jogo principal "Síntese Proteica", outro kit educacional "Construindo modelos de aminoácidos e Proteínas", desenvolvido na Universidade de São Paulo – USP, foi utilizado, ao final da aula, como material auxiliar para abordagem do conteúdo. Esse kit permitiu que os alunos observassem a configuração da estrutura tridimensional da proteína montada por eles inicialmente. Com isso, o conceito de hélice  $\alpha$  e folha  $\beta$  foi introduzido e eles puderam associar também a relação da estrutura e suas funções. Ao final da aula, foi possível perceber que os alunos estavam mais ambientados com o assunto, associando-o ao lúdico e ao sentimento de prazer.

Após as práticas foram distribuídos questionários que puderam ajudar a avaliar a opinião dos alunos quanto a prática.

## Resultados Alcançados

Em ambas as turmas os objetivos foram alcançados, pois foi proporcionado ao aluno uma visão geral da constituição das proteínas, como elas são sintetizadas, função do ribossomo, apresentação dos componentes da síntese (RNAm, RNAt, aminoácidos) e conhecimento dos principais tipos de aminoácidos, de forma divertida, estimulando a curiosidade e percepção dos alunos sobre como e onde tal evento ocorre nos seres vivos.

Alguns aspectos do jogo "Síntese Proteica", já apontados como importantes por Alves (2014), provavelmente facilitaram a assimilação do tema abordado e mantiveram o aluno concentrado para jogar:

1. Estética do jogo: Pelo fato do jogo apresentar peças coloridas correspondentes, com formatos diferentes, encaixes próprios e manipulação fácil, permitiu um fácil reconhecimento do que se tratava e como o jogo iria funcionar.

2. Objetivos: Os objetivos do jogo eram bem claros, instintivamente os alunos sabiam que precisariam montar a fita de RNAm e encaixar o RNAt com as bases correspondentes.

3. Instruções: Como as instruções foram simples e objetivas, carregava uma linguagem de fácil compreensão, os alunos foram capazes de montar o jogo sem necessitar de acompanhamento o tempo todo.

4. A dificuldade: O jogo tem a capacidade de estimular a curiosidade e trazer novidades. Quando uma pessoa interage com alguma atividade muito difícil, sendo sua habilidade pequena, ela fica ansiosa. Por outro lado, quando se coloca uma tarefa muito simplificada, onde a dificuldade é menor do que a habilidade da pessoa, isso acaba deixando-a entediada. Portanto, o ideal seria que a dificuldade exposta se apresente igual à habilidade da pessoa. Conforme o grau de dificuldade do jogo ia aumentando os alunos se mantinham mais engajados, primeiro com o reconhecimento das peças, seguindo com o encaixe do ribossomo e por fim as ligações entre aminoácidos e mudanças de sítio no ribossomo. Este fato manteve os alunos atentos, pois o jogo não era fácil ao ponto de os alunos desistirem e tão pouco difícil a ponto do aluno achar impossível.

5. O sistema de *feedback*: É de grande importância o aluno receber um estímulo capaz de apontar o seu progresso, fazendo com que ele se sinta mais motivado em finalizar a prática. Essa motivação foi percebida, pois ao terminarem a síntese e observarem a sequência de aminoácidos que formava a proteína, os alunos já buscaram mais coisas a fazer, tentando entender os próximos passos. Demonstrando que estavam tendo êxito na prática, o que impulsionou a vontade de continuar jogando.

Percebeu-se que na primeira aula, os alunos demoraram mais para chegar ao objetivo final do jogo, demonstraram mais insegurança e fizeram mais perguntas ao longo do jogo. Ao responderem os questionários, todos os alunos demonstraram ser favoráveis a implementação dessa nova aula no programa da disciplina e julgaram a aula com notas entre 9 e 10. Na segunda aula, alguns ensinamentos de conceitos teóricos acompanharam a prática (como sítios do ribossomo, ligações realizadas, função de cada molécula), criando uma autonomia maior para a montagem do jogo sem a necessidade de tirar dúvidas ou esclarecimentos com maior frequência. Eles chegaram mais rapidamente ao objetivo final do jogo e demonstraram mais confiança enquanto jogavam. Por outro lado, como aspecto negativo, estes últimos alunos tiveram uma menor liberdade para explorar o lúdico (BORGES, 2002). Na segunda turma, por ser mais numerosa, apenas alguns alunos movimentavam as peças, dando margem a dispersões e conversas secundárias. Todos os alunos do bacharelado também responderam sim quando foram indagados se gostariam que houvesse aquela prática no programa da disciplina, e as notas ficaram entre 8 e 10.

Acredita-se que diferenças na aplicação do jogo entre turmas sempre irão existir, pois pessoas diferentes possuem formas e ritmos diferentes de aprendizado, compreendendo diferentes estilos de aprendizagem. Assim como as pessoas não aprendem da mesma maneira, também não jogam da mesma maneira. Existem pessoas que jogam pela competição, pessoas que jogam pelo prazer do desafio, outros que jogam pelo aspecto social e os que jogam pelo prazer da descoberta (ALVES, 2014). Desse modo, uma aula envolvendo o uso de jogos, dificilmente vai ser reproduzida sempre com o mesmo rendimento de aprendizagem, e depende bastante dos alunos envolvidos e da interação entre eles e o professor.

## Considerações Finais

A elaboração e a aplicação em sala do jogo "Síntese Proteica" atuaram na facilitação do aprendizado dos alunos da disciplina de Biologia Celular Geral. Vale ressaltar que o jogo "Síntese Proteica" não torna as aulas teóricas indispensáveis, sendo uma abordagem pedagógica auxiliadora para que o professor atinja seus objetivos atuando de forma prazerosa. Vale ressaltar, a flexibilidade que o jogo oferece em sala de aula, podendo ser utilizado antes ou após a aula teórica e permite abordar diversos pontos desse conteúdo, como a importância das proteínas, suas funções na célula, como elas são sintetizadas e o que uma mutação em um gene pode ocasionar. Além da aprendizagem da teoria, o jogo instiga o pensar independente do aluno, bem como sua criatividade ao lidar com um assunto que é abstrato por ser de nível molecular e possibilita que o aluno tenha uma visão própria sobre o assunto.

## Referências

- ALVES, F. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática**. 1ª Ed. São Paulo: Editora DVS. 152 p. 2014.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3. 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : EC/SEF, 126p. 1997.
- CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **A Célula**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Manole. 2012.
- COSTA, V. G. da. **A Ludicidade como estratégia didática para o ensino de matemática**. XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino. UNICAMP, Campinas. 2012.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no primeiro grau**. São Paulo: Editora Atual. 124 p. 1986.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª Ed. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1996.
- KARP, G. Biologia Celular e Molecular: **Conceitos e experimentos**. 3ª Ed. Barueri: Editora Manole. 2005.
- MAURÍCIO, J. T. **Aprender Brincando: O Lúdico na Aprendizagem**. 2006. Disponível em: <http://www.profala.com/arteducesp140.htm>.
- PROTEIN DATA BANK – PDB. **Biological Macromolecular Resource**. Disponível em: <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
- TEZANI, T. C. R. **O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos**. Educação em Revista, v. 7, p 1-16. 2006. Disponível em:

<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=621> . Acesso no dia 13/06/2015 às 14:00.

### **Agradecimentos**

A Raphael Alves Feitosa, docente do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, pelas considerações referentes a este trabalho.