

## **“Biotechnological war” conceptual evaluation tool for the biotechnology and protein chemistry teaching for undergraduate and postgraduate students in biological sciences**

***“Biotechnological war” uma ferramenta de avaliação conceitual e de percepção para o ensino de biotecnologia e química de proteínas para os alunos de graduação em ciências biológicas***

Marcos Hikari Toyama<sup>1</sup>, Henrique Hessel Gaeta<sup>1</sup>; Bruna Doimi Ortolan<sup>1</sup>; Caroline Fabri Bittencourt Rodrigues<sup>1</sup>; Caroline Ramos da Cruz Costa<sup>1</sup>; Mariana Novo Belchor<sup>1</sup>, Daniela de Oliveira Toyama<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Biosciences Institute, São Paulo State University (UNESP), São Vicente, Brazil

<sup>2</sup> Castelo Branco University (UNICASTELO), São Paulo, Brazil

\*e-mail: [marcoshikaritoiyama@gmail.com](mailto:marcoshikaritoiyama@gmail.com)

### **Abstract**

Biochemistry in general is practically unanimous as a discipline with a high degree of difficulty, complex and “boring”. So, practical and creative play games as teaching methodology has been disseminated in several disciplines of biological sciences. “Biotechnological war” board game is a proposal that was initially conceived as an alternative complementary tool for biochemistry teaching of proteins and peptides, challenging students, aiming to review concepts transmitted in classroom, stimulating student’s abilities, such as their creativity, competitiveness, resource management and making possible to correlate biochemistry importance of proteins and peptides as new products. This game proved to be an excellent tool for complementary evaluation of students, which besides stimulating teamwork, also stimulated “a strong competitive spirit” within the classroom, which allowed to analyze students’ perception in relation to the theme and mainly articulated group work.

**Keywords:** Didactic game; protein chemistry; biotechnology.

### **Resumo**

A bioquímica no geral é taxada como uma disciplina com alto grau de dificuldade, complexa e “chata”. Por outro lado, a aplicação de jogos lúdicos práticos e criativos como metodologia de ensino vem se disseminando em várias disciplinas em ciências biológicas. O jogo de tabuleiro “Biotechnological war” é uma proposta pensada como uma ferramenta complementar para o ensino de bioquímica de proteínas e peptídeos, desafiando os discentes, visando rever conceitos transmitidos em sala de aula, e estimulando aptidões dos estudantes, como sua criatividade, competitividade e gestão de recursos. Possibilitando ainda correlacionar a importância da bioquímica de proteínas e peptídeos com o desenvolvimento de produtos. Este jogo se mostrou uma excelente ferramenta de avaliação complementar dos alunos, e além de estimular o trabalho em equipe, também estimulou “um forte espírito competitivo”, o que permitiu analisar a percepção dos alunos em relação ao tema e principalmente o trabalho em grupo.

**Palavras-chave:** : Jogo didático; química de proteínas; biotecnologia.

## Ficha da atividade

<b>Título</b>	“Biotechnological war”
<b>Categoria:</b>	Prêmio Nacional de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular “Bayardo Baptista Torres”: <b>Materiais didáticos ou Prática de Ensino</b>
<b>Tipo de Material/ atividade</b>	Jogo
<b>Público-alvo:</b>	Alunos de graduação em ciências biológicas e para alunos de pós-graduação.
<b>Conteúdos abordados</b>	Estrutura e Função de Proteínas e Peptídeos; Principais tipos de cromatografias; Principais ensaios biológicos, farmacológicas e bioquímicos; Estratégia; Administração de recurso; Trabalho em equipe.
<b>Objetivos educacionais</b>	Apresentar ao aluno que a temática de proteínas e peptídeos no contexto da biotecnologia de forma atual e como esta área pode ser extremamente concorrida e os projetos que envolvem a busca produtos biotecnológicos são altamente factíveis em um mercado futuro.
<b>Duração estimada</b>	Quatro horas.
<b>Materiais utilizados</b>	Tabuleiro (impresso ou projetado), cartas de objetivos, marcadores coloridos por grupo, cartas de ações, papel e caneta.
<b>Justificativa</b>	Este jogo de tabuleiro que foi baseado na plataforma do war, mas com conceitos do banco imobiliário, sendo batizado de “biotechnological war”. Este jogo tem como finalidade relacionar de forma dinâmica os diferentes conhecimentos que cercam a química de proteínas com aplicação na biotecnologia, incluindo conhecimentos de estrutura e função de proteínas, métodos de purificação, caracterização bioquímica e biológica, bem como gerenciamento de recursos. A metodologia foi desenvolvida como uma nova proposta para favorecer o estudo do tema de proteínas, sendo utilizada como uma alternativa complementar para ensino e avaliação deste tópico pelos professores dessa disciplina.

## 1 Introdução

A disciplina de Bioquímica compõe a grade de diversas graduações da área de biológicas e saúde, sendo proeminente para a formação de tais profissionais. No caso do estudo de proteínas além de ser uma temática ampla, que envolve o conhecimento de assuntos complexos, muitas vezes abstratos e multidisciplinares, o que acaba tornando uma matéria maçante, dificultando o seu entendimento pelos alunos, o que contribui para um alto percentual de reprovação dentro da disciplina [1-3]. A disciplina se insere em um contexto multidisciplinar, entretanto não é vivenciado e nem praticado de forma adequada dentro de uma sala de aula [4]. Em razão da popularização da internet, a ciência não se limita ao espaço escolar, estando presente apenas nos livros didáticos e sendo divulgada pelos docentes que ministram estas aulas. A internet tornou a informação facilmente disponível e isso se reflete no ensino da bioquímica e de outras disciplinas como a biotecnologia. Portanto, os docentes ao utilizarem ferramentas convencionais de aulas teóricas ou práticas não conseguem superar as expectativas dos alunos que contam com uma gama extensa de ferramentas na internet [5-8]. As inovações tecnológicas vivenciadas hoje contribuem de forma determinante para que conceitos clássicos de multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, relação aluno-professor e as relações entre os alunos tenham se modificado. Neste contexto, jogos educativos possuem características vantajosas para o incentivo a educação científica, trazendo uma maior sedimentação dos princípios básicos e proporcionando uma compreensão do conhecimento que foi aprendido e aplicado em situações específicas de forma lúdica [9]. Além disso, o uso de jogos educacionais podem ajudar a enriquecer o conhecimento aprendido, expondo os alunos a uma forma criativa de aprendizagem, e reavivando o entusiasmo entre os alunos pela disciplina [10]. A maioria dos jogos difere de outras estratégias educacionais devido a sua natureza competitiva e o uso de configurações prescritas limitadas por regras e procedimentos [11,12].

Portanto, criamos este jogo de tabuleiro que foi baseado na plataforma do war, mas com conceitos do banco imobiliário, sendo batizado de “biotechnological war”. Este jogo tem como finalidade relacionar de forma dinâmica os diferentes conhecimentos que cercam a química de proteínas com aplicação na biotecnologia, incluindo conhecimentos de estrutura e função de proteínas, métodos de purificação, caracterização bioquímica e biológica, bem como gerenciamento de recursos. Além disso, este jogo foi desenvolvido como uma ferramenta nova de avaliação, principalmente em relação a percepção dos alunos e docentes em relação ao andamento da disciplina, motivação dos alunos e as

relações estabelecidas pelos mesmos em sala de aula. A metodologia foi desenvolvida como uma nova proposta para favorecer o estudo do tema de proteínas, sendo utilizada como uma alternativa complementar para ensino e avaliação deste tópico pelos professores dessa disciplina.

## 2 Apresentação do material ou prática de ensino

O jogo é dividido em três fases como mostrado na figura 1, sendo que a fase denominada -1 sumariza-se pela apresentação de duas aulas teórico-práticas sobre o tema de proteínas, peptídeos aspectos gerais, purificação, conservação e preservação da estrutura e a importância da biotecnologia de proteínas e peptídeos para o desenvolvimento produtos como medicamentos e bioprodutos de interesse. Nas fases seguintes serão apresentadas as regras do jogo e os seus objetivos.

1 Fase: Aula teórico-prática (condensado)	Semana -1
2 Fase: Apresentação do jogo, Apresentação do tópicos, Sorteio dos pontos.	Semana 0
3 Fase: Envio dos papers para cada grupo/ Primeira prova dos trabalhos e apresentação.	Semana 0
4 Fase: Apresentação da parte escrita e apresentação dos seminários/ 20 minutos para cada grupo.	Semana 1
5 Fase: O jogo O jogo se inicia as 8:00 da manhã pontualmente, sorteio dos pontos. *Lembrar que os pontos sorteados e apresentados pelos grupos voltam para uma nova rodada de sorteio.	Semana 2

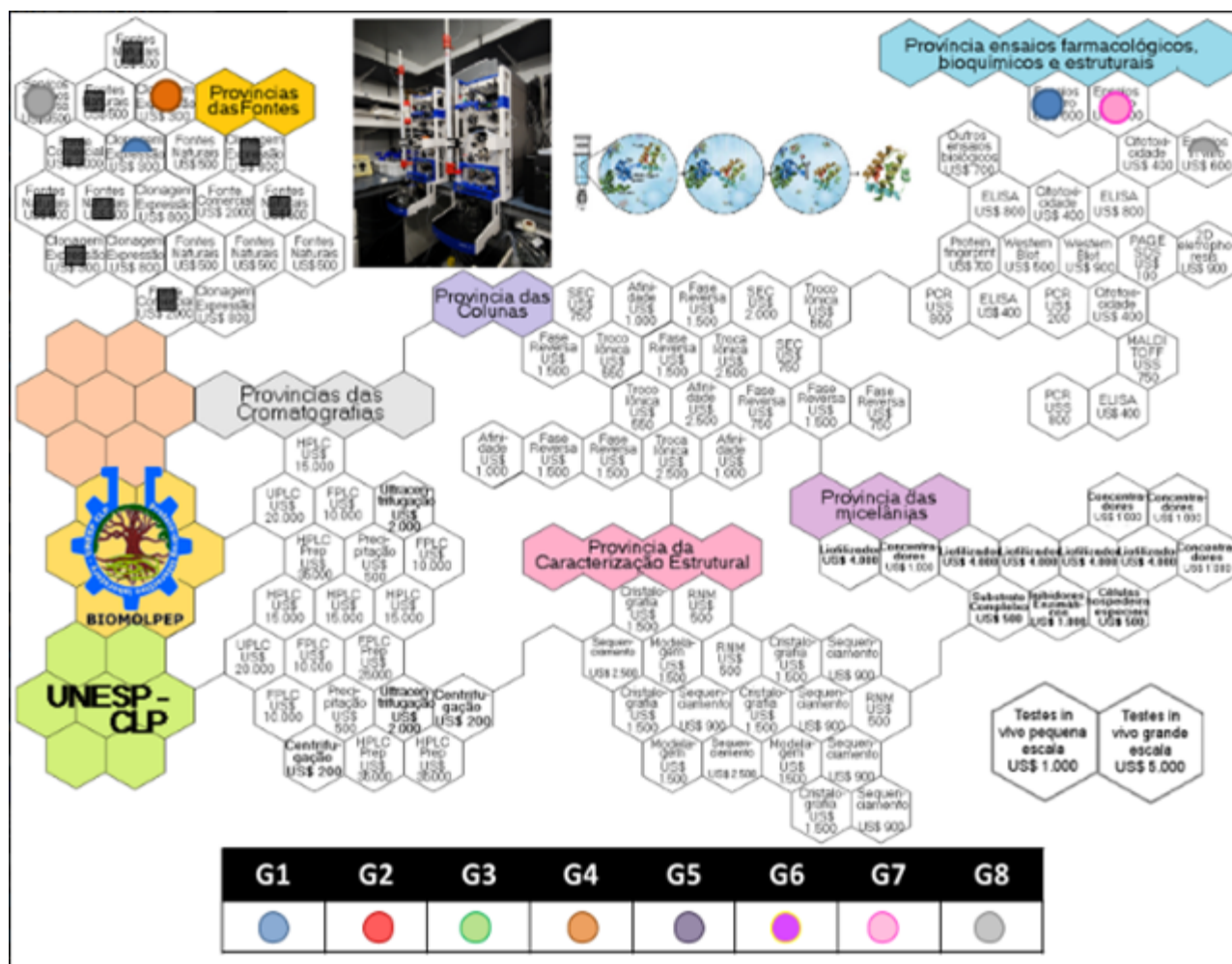
**Figura 1.** Sumário das fases do jogo.

O jogo deve ser jogado em grupos de cinco alunos e com dez temas sorteados entre 6 a 8 grupos, compreendendo até quarenta alunos. Tais temas são planejados de tal forma que englobam purificação de proteínas ou peptídeos para fins de obtenção de produtos biotecnológicos de uso terapêutico; no desenvolvimento de drogas experimentais ou na descoberta de novos peptídeos. Assim, além das aulas convencionais, também serão dados artigos científicos que deverão ser compilados em seminários pelos alunos, que deverão ser apresentados também em material impresso disponível para os demais grupos além da apresentação oral convencional. No nosso caso os temas que apresentamos aos alunos incluía artigos atuais como a descoberta de novas toxinas isoladas do veneno de serpentes como serino proteases, Fosfolipases A2, peptídeos natriuréticos, proteínas clonadas em bactérias, proteínas clonadas em vegetais, síntese química de peptídeos em larga escala, bacteriocinas provenientes do leite, lectinas vegetais. Assim, o aluno recebia além do tema, um conjunto de materiais complementares sobre os aspectos gerais da proteína; características biológicas e

funcionais; métodos de fracionamento; caracterização bioquímica e biológica; aplicabilidade para então compilar este material a fim de apresentar um quadro geral sobre o tema recebido. Na semana seguinte a apresentação dos seminários, deve ser realizado o jogo, de forma pragmática, pois pela nossa experiência se o tempo não for bem administrado, a duração do jogo pode ultrapassar as quatro horas de atividade. Antes do jogo cada grande tema recebia um número, então os grupos sorteiam sem que este recebesse o tema que tinha apresentado. Portanto o material apresentado e a parte escrita produzida pelos alunos é crucial, além disso todos os grupos também tinham acesso aos artigos e materiais complementares, e uma semana para estudar os materiais além de poder consultar outros meios de pesquisa, livros e internet, durante o jogo.

### Desenvolvimento do jogo:

Na semana anterior ao jogo serão apresentadas as regras do "Biotechnological war" e explicar alguns aspectos como o conceito de território e província presente no tabuleiro do jogo (Figura 2).



**Figura 2.** Tabuleiro do Jogo, onde mostramos as províncias.



O tabuleiro é dividido em províncias, cada uma com seus respectivos territórios e cada uma com um preço, que podem ou não ser necessários para o desenvolvimento do objetivo sorteado. Cada grupo de alunos sorteará um tema baseados nos temas apresentados pelos outros grupos na semana anterior ao jogo. Dessa forma evitaremos que o grupo trabalhe o seu tema de seminário e que todo jogo se baseie no material de outros grupos. Antes do início cada grupo terá 15 minutos para planejar suas ações. O objetivo principal do jogo é desenvolver todo o projeto sorteado com a metodologia mais adequada o possível, de acordo com o tema sorteado, com ao menos 1 território em cada província (caso não seja feita a compra, está deverá ser justificada com base científica). Ao sortear os objetivos e no decorrer do jogo os grupos poderão se deparar com duas variações de objetivos (Figura3):

- Objetivo Acadêmico - ter ao menos 2 caracterizações estruturais e 1 farmacológico bioquímico podendo ou não terminar com teste in vivo.
- Objetivo Comercial - ter ao menos 1 em caracterização estrutural e 1 farmacológico bioquímico ou 2 em farmacológicos e bioquímicos, além do ensaio in vivo obrigatório final (caso não usar esse último ter uma boa justificativa).

<b>Card 1</b> <b>Objetivos:</b> Comercialização  <b>Proteína:</b> Protease Fungo, bactéria e outros organismos  BIOMOLPEP	<b>Card 2</b> <b>Objetivos:</b> Comercialização  <b>Proteína:</b> Lipase Fungo <i>Escherichia coli</i>  BIOMOLPEP	<b>Card 3</b> <b>Objetivos:</b> Comercialização  <b>Proteína:</b> Hormônios Humanos Fungo <i>Saccharomyces cerevisiae</i>  BIOMOLPEP
<b>Card 4</b> <b>Objetivos:</b> Comercialização  <b>Proteína:</b> Serinoproteases Venenos <i>serpentes</i>  BIOMOLPEP	<b>Card 5</b> <b>Objetivos:</b> Acadêmico  <b>Proteína:</b> Fosfolipases A2 Venenos <i>serpentes</i>  BIOMOLPEP	<b>Card 6</b> <b>Objetivos:</b> Comercialização  <b>Proteína:</b> Mofinas simile e/ou Natriuréticos Venenos <i>serpentes</i>  BIOMOLPEP

**Figura 3.** Estes são cards de objetivos, devem ser sorteados no início do jogo pelos grupos. Assim como o jogo "WAR", estes objetivos não devem ser revelados aos demais grupos.

Ao final os alunos deverão explicar e justificar a metodologia usada para o desenvolvimento do projeto.

### Regras:

Cada grupo começa com US\$ 20.000.

Sortear a ordem de início para cada grupo.

A cada turno, um grupo faz uma jogada no tabuleiro e compra uma carta de sorte ou azar (Figura 4).

<b>Card 49</b> A proteína pode ser purificada em uma única etapa cromatográfica? Montar um experimento	<b>Card 52</b> A proteína pode ser purificada em uma única etapa cromatográfica? Montar um experimento	<b>Card 53</b> Os objetivos do projeto mudaram o grau de pureza da proteína pode ser de apenas 60%	<b>Card 72</b> A proteína pode ser purificada em uma única etapa cromatográfica? Montar um experimento	<b>Card 73</b> Analisar a possibilidade da proteína ser fracionada por cromatografia de fase reversa.	<b>Card 74</b> Os objetivos do projeto mudaram o grau de pureza da proteína pode ser de apenas 60%
<b>Card 54</b> Os objetivos mudaram haverá necessidade de correlacionar a estrutura e função da proteína.	<b>Card 55</b> Os objetivos do projeto mudaram o grau de pureza da proteína pode ser de apenas 80%	<b>Card 56</b> Os objetivos do projeto mudaram o grau de pureza da proteína pode ser de apenas 70%	<b>Card 75</b> O jogador pode trocar um território com outro jogador	<b>Card 76</b> O jogador pode trocar um território com outro jogador	<b>Card 77</b> O jogador pode conquistar 1 território que ele quiser de qualquer grupo

**Figura 4.** Cards de sorte ou azar, estes devem ser comprados por todos os grupos a cada rodada. Estes cards podem auxiliar ou atrapalhar a chegada ao objetivo final proposto no início do jogo.

Consultas ao oráculo (monitores ou alunos de pós-graduação e professor) a qualquer momento é \$ 1.000.

A carta "perda de jogada": o grupo só não fará a jogada no tabuleiro, mas ainda retira uma carta para discutir na rodada.

Durante todos os turnos poderá existir venda ou troca de equipamentos entre os grupos que deverá ser informado aos oráculos ao final da rodada geral.

Ganha o grupo que conseguir executar o projeto o mais próximo do real com a menor quantidade de recurso financeiro.

A participação de monitores de pós-graduação vindos do estágio docente obrigatório e de outros alunos de pós são de extrema importância para intervenção e finalização das atividades.

### Classificação

Ganha o jogo que gastar menos ou ganhar mais, uma vez que no jogo é possível qualquer grupo comprar um material e revende-los após ter alcançados os objetivos, evitando assim a dispersão da classe. Pode ser realizada uma classificação dos grupos

de acordo com os recursos gastos e atribuir um conceito para atividade de acordo com a colocação dos grupos a fim de estimular a competição.

### **3 Potencial Educacional**

O jogo de tabuleiro “Biotechnological war” é uma ferramenta de avaliação conceitual e de percepção para o ensino de biotecnologia e química de proteínas para os alunos de graduação em ciências biológicas. Esse jogo apresenta promissoras vantagens na sua utilização em sala de aula por ser uma ferramenta de ensino lúdica de fácil confecção, além de seu conteúdo ser de fácil adaptação e de baixo custo. Promovem a interação de conceitos científicos, interligados na prática do jogo, e no nosso caso ao diminuirmos substancialmente o peso da prova convencional por esta atividade, a presença de seminários sobre artigos científicos foi aumentada, tornando o jogo crucial bem como toda a atividade extraclasse. No dia do jogo todos devem participar e estudar, uma vez que os grupos mais entrosados e disciplinados ganham no conjunto da obra e aqueles que não se empenham são os que mais perdem. Sendo assim, não será o docente que efetivamente pontuará ou classificará os discentes, mas sim a própria ação dos alunos.

### **4 Diferencial com os materiais/ atividade pré-existent**

Este jogo envolve vários conceitos de estratégia, de gestão de recursos além de ser uma modalidade de jogo de tabuleiro, utilizando marcadores e que conta com a participação de vários jogadores sobre o mesmo tabuleiro e que tentam ganhar o jogo utilizando estratégias que incluem a compra seletiva de territórios, uso tático de jogadas de bloqueio que podem prejudicar outros grupos que em alguns casos são forçados a mudar de proteína. O uso de ações estratégicas é fundamental neste tipo de jogo em que o raciocínio lógico pode dar reviravoltas bruscas no desenrolar do jogo.

### **5 Procedimentos de uso ou aplicação**

O tabuleiro pode ser impresso ou visualizado na sala de aula usando alguns dos programas de apresentação gráfica e as cartas (cards) tem que ser previamente impressas e recortadas. O jogo não é de aplicação imediata, exige dos docentes, discentes de monitores uma semana de preparos e por parte dos discentes preparando e estudo de material complementar.



## 5.1 Materiais/ procedimentos

Material	Descrição	Tipo do arquivo
Tabuleiro	Tabuleiro do jogo, que consiste em províncias que devem ser compradas com a verba disponível no início do jogo. Deve ser impresso em pôster ou dividido em partes para ser impresso e montado ou projetado com retroprojetor	Tabuleiro.pdf
Cards de objetivo	Cartas que possuem os objetivos a serem alcançados no decorrer do jogo. Os jogadores podem usar diversas estratégias e vias para alcançá-lo. Deverão ser impressas e recortadas.	Cartas.pdf
Cards de sorte ou azar	devem ser comprados por todos os grupos a cada rodada. Estes cards podem auxiliar ou atrapalhar a chegada ao objetivo final. Deverão ser impressas e recortadas.	Cartas.pdf

## 6 Considerações finais

O jogo de tabuleiro “Biotechnological war” apresenta para os alunos de graduação o conceito de química de proteínas e peptídeos e os desafios da obtenção de produtos com potencial biotecnológico. Portanto, além do conteúdo básico da disciplina ser passado de forma lúdica, os discentes entram em contato com os desafios de uma pesquisa, sendo desafiados a lidar com gestão de recursos e produção. Ademais, o jogo se mostrou uma estratégia proeminente de avaliação e sedimentação de conceitos primordiais na bioquímica.

## Referências

- [1] Martins, L.D. and Neto, L.S. 2015 Ensino de Bioquímica e Formação Docente: Proposta de Projetos Voltados para o Ensino Básico, Desenvolvidos por Estudantes de Licenciatura. Química Nova Esc. 38(3), 224-229.
- [2] Escoto, D.F., Rocha, R.A., Ramborger, B.P., Etcheverria, K.W.M., Cavalheiro, K.M. Roehrs, R. and Denandin, E.L.G. 2015. Biochemistry in the idea of graduation students. 44th Annual Meeting of the Brazilian Society for Biochemistry and Molecular Biology Foz do Iguaçu, PR, Brazil, August 24th to 28th, 2015.
- [3] Pinheiro, T.D., da Silva, J.A., de Souza, P.R., Nascimento, M.M. e de Oliveira, H.D. 2009. Ensino de Bioquímica para acadêmicos de Fisioterapia: visão e avaliação do discente. Revista de Ensino de Bioquímica 7(1), 25-35.
- [4] Schmidt, D.B., Heggendorn, L.H., Pereira, H.S., Vieira, V. e Aguiar-Alves, F. 2014. Mapas Conceituais no Ensino de Bioquímica, uma integração entre os conceitos científicos. Revista de Ensino de Bioquímica 12(2), 7-23.
- [5] Moran, J. 2001. Novos desafios na educação: a internet na educação presencial e virtual. In Saberes e Linguagens de educação e comunicação. Tânia Maria E. Porto, editora da UFPel, Pelotas, 2001, páginas 19-44.
- [6] Yokaichiya, D.K., Galembeck, E. and Torres, E.B. 2004. Adapting a Biochemistry Course to Distance

Education. Biochemistry and Molecular Biology Education 32(1), 27-29.

[7] Michael D, Chen S. Serious Games: Games That Educate, Train and Inform. Boston: Thomson Course Technology; 2006.

[8] Lima, R.M. and Fernandes, K.V.S. 2012. Guidelines for Educational Research in Biochemistry on Internet Sites. XLI Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular – SBBq Foz de Iguaçu 19-22 de maio de 2012.

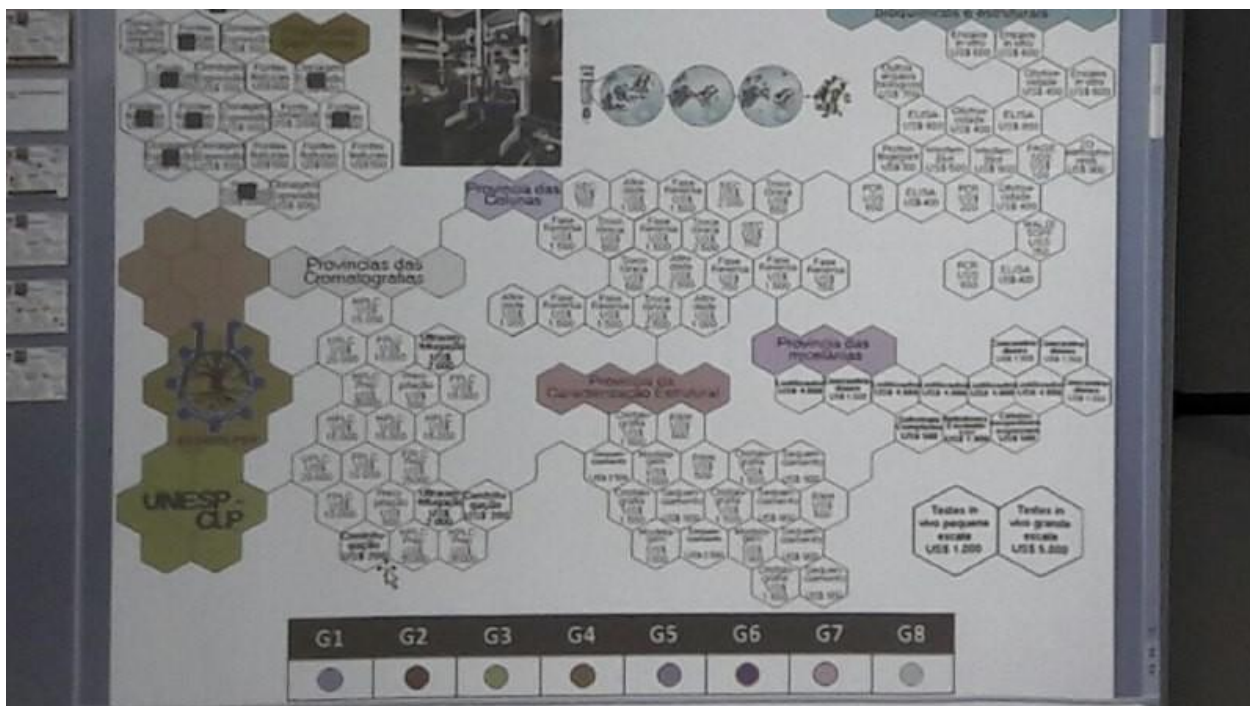
[9] Ellington H, Addinall E, Percival F. Games and Simulations in Science Education. New York: Nichols; 1981.

[10] Subramaniam R, Khang GN, Sai CL. Word Juxtapoz—an innovative tool for promoting interest in biological education. J Biol Educ. 1999;33:103–104.

[11] Allery LA. 2004. Educational games and structured experiences. Medical Teacher 26(6):504-505.

[12] Silva, C.L., Silva, R.C.L., Santos, J.S. and Souza, E.V.M. 2012. Use of educational games for the Teaching of Biochemistry and Molecular Biology in High School. 4<sup>th</sup> International Symposium in Biochemistry of Macromolecules and Biotechnology Recife – PE, 5 a 7 de dezembro de 2012.

## Apêndices



**Figura 5.** Mostra o tabuleiro sendo projetado aos alunos, as legendas G,G2,G3,G4,G5,G6,G7 e G8 são referentes aos objetivos sorteados, ou seja, os alunos recebem sua cor de acordo com o objetivo sorteado. Marcávamos em qual província e qual método ou equipamento cada grupo adquiria, vendia, perdia ou trocava copiando e colando sua cor sobre a região escolhida pelo grupo.



**Figura 6.** Os grupos de alunos estão sorteando seus objetivos e ordem de jogo.



**Figura 7.** Na foto acima podemos ver um grupo adquirindo uma região em uma das províncias.



**Figura 8.** Um grupo apresentando sua estratégia para atingir seu objetivo, justificando com embasamento científico aos demais grupos, alunos de pós-graduação e professor.