

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

SOLANGE ROSA RICONI STEFANELLO

**A CONTRIBUIÇÃO DO JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO
DE BIOLOGIA CELULAR**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2010

SOLANGE ROSA RICONI STEFANELLO

**A CONTRIBUIÇÃO DO JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO
DE BIOLOGIA CELULAR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Regina Carletto

PONTA GROSSA

2010

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.93 /10

S816 Stefanello, Solange Rosa Riconi

A contribuição do jogo didático para o ensino de biologia celular / Solange Rosa Riconi Stefanello. -- Ponta Grossa: [s.n.], 2010.
100 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª. Márcia Regina Carletto
Inclui manual didático para aplicação do jogo "jogando com a célula"

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2010.

1. Biologia celular. 2. Jogos. 3. Alfabetização científica multidimensional.
4. Enfoque CTS. I. Carletto, Márcia Regina. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



TERMO DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº 16/2010

A CONTRIBUIÇÃO DO JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

por

Solange Rosa Riconi Stefanello

Esta dissertação foi apresentada às **15 horas** de **11 de novembro de 2010** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, linha de pesquisa em **CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO-APRENDIZAGEM**, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Drª. Angélica Gois Müller Morales
(UEPG)

Profª. Drª. Ivana de Freitas Barbola
(UEPG)

Profª. Drª. Márcia Regina Carletto
(UTFPR) - Orientador

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior
Coordenador do PPGECT

Ao meu pai Marcelino e minha mãe Salete,
minhas filhas inspiração para todos os meus
atos, espelho para minha conduta,
razão da minha existência.
Ao meu esposo, companheiro de luta;
Meus irmãos que me apóiam e aconselham.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão conter todas as pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho, minha formação como profissional e como indivíduo, logo, peço desculpas às pessoas que não foram citados nos parágrafos que seguem.

Agradeço;

Ao meu pai, que me ensinou a trilhar o caminho da honestidade, da busca constante pelo caminho correto, sempre nos ensinando através de suas histórias contadas carinhosamente ao redor de um fogão á lenhas.

A minha mãe Salete que sempre me ensina a ser persistente, me incentivou e apoiou acreditando sempre que eu seria capaz de superar os obstáculos.

As minhas filhas pela paciência e constante demonstrações de amor e carinho principalmente quando mais precisei.

Ao meu esposo pela compreensão e apoio.

Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo amor dispensado a mim.

Ao professor Doutor Marcos Flávio de Pádua Góis de Moraes que iniciou esta caminhada comigo, proporcionando muitos momentos de aprendizagem ensinando através de seu exemplo, que devemos ser persistentes na vida, respeitar os caminhos trilhados pelos nossos alunos, embora nos pareça curto demais.

A professora Doutora Márcia Regina. Carletto que me proporcionou grandes momentos de aprendizagem, orientação, e ainda apoio, amizade irrestritos e pela condução por caminhos antes desconhecidos por mim.

Aos meus colegas de turma do mestrado, aos professores e demais funcionários da UTFPR Campus Ponta Grossa, pois, me proporcionaram grandes momentos de aprendizagem.

Minha eterna gratidão a todos o meu professores que certamente contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

A adversidade desperta em nós
capacidades que, em circunstâncias
favoráveis, teriam ficado adormecidas.
(Horácio)

STEFANELLO, Solange Rosa Riconi. A Contribuição do Jogo Didático para o Ensino de Biologia Celular. 2010. 100 F. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é Identificar as contribuições do jogo didático elaborado “Jogando com a Célula” para a aprendizagem multidimensional dos conceitos acerca do metabolismo celular. Este jogo foi elaborado a partir de pesquisas sobre o conhecimento científico da biologia celular e suas aplicações no cotidiano. O jogo foi aplicado em uma turma do primeiro ano do ensino Médio da Cidade de Ponta Grossa. Os resultados foram analisados através da metodologia qualitativa. O questionário foi elaborado simulando uma situação de aplicação do conhecimento, com a finalidade de verificar se ocorreu a alfabetização científica multidimensional foi alcançado. Os resultados encontrados diferem-se dos expostos por Pedrancini (2007) e Bastos (1992), pois, os alunos demonstraram reconhecer que as organelas estavam envolvidas no metabolismo da célula e compreenderam que o homem manipula a célula de acordo com os interesses do modelo de sociedade atual (capitalista).

Palavras-chave: Biologia celular. Jogos. Alfabetização científica multidimensional. Enfoque CTS.

Stefanello, Solange Rosa Riconi. A Contribution to the Game-Didactic Teaching Cell Biology. 2010. 100 F. Dissertation (Master's degree in Teaching of Science and Technology) – Post-Graduate in Teaching of Science and Technology. Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2010.

ABSTRACT



The objective is to identify the contributions of educational game developed "Playing with the Cell" to learn about the multidimensional concepts of cellular metabolism. This game was developed from research on the scientific understanding of cell biology and its applications in daily life. The game was applied to a class of first year of teaching Middle of the City of Ponta Grossa. The results were analyzed using qualitative methodology. The questionnaire was developed simulating the application of knowledge in order to verify that scientific literacy multidimensional was achieved. The results differ from the exposed Pedrancini (2007) and Bastos (1992), therefore, recognize that students show the organelles were involved in cell metabolism and understood that man manipulates the cell in accordance with the interests of model society (capitalist).

Keywords: Cell biology. Games. Multidimensional scientific literacy. STS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - TABULEIRO.....	30
FIGURA 2 - DADO.....	31
FIGURA 3 - MODELO DA CARTA BÔNUS.....	31
FIGURA 4 - MODELO DE CARTA PROBLEMA.....	32
FIGURA 5 - MOLDURA FIGURA DA CÉLULA PARA COMPLETER.....	33
FIGURA 6 - ORGANELAS PARA COMPLETAR A FIGURA 5.....	34
FIGURA 7 - FOTO DOS ALUNOS ORGANIZANDO AS PEÇAS DO JOGO.....	40
FIGURA 8 - ALUNOS INTERAGINDO COM O JOGO, REALIZANDO A LEITURA DA CARTA PROBLEMA.....	40
FIGURA 9 - ALUNOS INTERAGINDO COM O JOGO, PERCORRENDO A TRAJETÓRIA NO TABULEIRO.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA, DEFINIÇÕES DO PROBLEMA E DOS OBJETIVOS DO TRABALHO.....	9
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1.3 DELIMITAÇÕES DA ABORDAGEM DO ENSINO DE BIOLOGIA E A COMPREENSÃO DA VIDA NECESSÁRIA PARA O PANORAMA ATUAL.....	14
1.3.1 O Conhecimento da Biologia Celular Clássica e Algumas Aplicações na Prática Social.....	15
1.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DA BIOLOGIA CELULAR: UMA NECESSIDADE PARA O CONTEXTO ATUAL.....	19
1.5 CARACTERIZAÇÃO DOS JOGOS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR.....	23
1.5.1 O Jogo Didático “Jogando Com a Célula”.....	25
3 A PESQUISA CIENTÍFICA.....	27
1.6 APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA.....	27
1.6.1 Pedagogia Crítico Social: Posicionamento Teórico e Metodológico.....	27
1.7 ELABORAÇÃO DO JOGO.....	30
1.8 POPULAÇÃO.....	34
1.9 MÉTODO DE ANÁLISE.....	35
1.9.1 Elaboração dos Instrumentos de Verificação.....	37
1.10 APLICAÇÃO DO JOGO E DOS INSTRUMENTOS DE VERIFICAÇÃO.....	38
4 OS RESULTADOS.....	42
1.11 A PERCEPÇÃO DO CONTEXTO DE APLICAÇÃO DO JOGO E DOS INSTRUMENTOS DE VERIFICAÇÃO.....	42
1.12 RESULTADOS OBTIDOS	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA, DEFINIÇÕES DO PROBLEMA E DOS OBJETIVOS DO TRABALHO

O avanço científico e tecnológico tem afetado diretamente o cotidiano das pessoas. Essa influência se apresenta em situações simples e em alguns casos pode passar despercebida, como uma simples compra no supermercado, quando o indivíduo pode optar pela compra de alimentos que duram mais, apresenta características nutritivas desejáveis ou até assuntos mais complexos que, aparentemente, não os envolve diretamente como a clonagem. (KRASILCHIC, 2004).

De acordo com Colombo e Bazzo (2007) a inserção da ciência e da tecnologia condiciona o homem a viver segundo as necessidades impostas pela conjuntura social, organizadas e pensadas a partir do contexto científico e tecnológico. Para que o indivíduo compreenda e possa intervir nestas modificações, a escola, responsável pela equalização do conhecimento científico, precisa oferecer o conhecimento acerca dos fundamentos da biologia celular que favoreça a compreensão de que há uma mudança no contexto social após sua inserção.

Diante do que foi exposto pode-se concluir que todos os integrantes da sociedade precisam apreender os fundamentos da biologia celular, pois convivem com ela, adverte-se, porém que não precisam ter o conhecimento na mesma profundidade que os cientistas, mas compreendê-lo num nível que os favoreça no entendimento do contexto em que tal conhecimento é aplicado. (HAZEN; TREFIL, 2005).

Corroborando com a idéia de Hazen e Trefil (2005), Krasilchic (2004) denomina como alfabetização científica multidimensional a dimensão do conhecimento que favorece ao indivíduo uma compreensão do conceito e sua aplicação em produtos processos e serviços.

Durante o processo de ensino-aprendizagem em aulas de biologia nota-se grande dificuldade dos educandos em compreender os conceitos de biologia celular em que a célula é a unidade fundamental que produz o fenômeno da vida, sendo que é a partir desse conhecimento que o homem produz processos, serviços e produtos diversos.

Pedrancini (2007), em sua pesquisa com alunos na etapa final do ensino médio encontrou dificuldades na construção do pensamento biológico, como a confusão entre célula, átomos e moléculas. Outro tipo de dificuldade é apresentada por Bastos (1992), quando aponta que os alunos por ele investigado, tanto de oitava série do ensino fundamental, quanto alunos do terceiro ano do ensino médio, que apesar de compreenderem que a célula necessita de alimento e oxigênio, desconhecem seu destino no interior da célula.

Percebe-se então, que para os alunos, mais importante que a apreensão dos conceitos de biologia é o processo de memorização visando o momento avaliativo e não o estabelecimento de relações entre o conteúdo ensinado e a aplicação desse conhecimento em seu cotidiano.

O interesse em elaborar uma metodologia capaz de contribuir para a alfabetização científica multidimensional dos conceitos sobre biologia celular partiu de reflexões e questionamentos com a pretensão de instigar os educandos a perceber como o conhecimento sobre biologia celular é aplicado na prática social.

Então atuando como docente de biologia do ensino médio na rede pública estadual da cidade de Ponta Grossa que identificamos a necessidade de trabalhar os conteúdos de biologia celular de forma diferenciada.

Essa percepção deu início a um período de reflexões sobre o tipo de atividade que poderia contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de biologia celular e sua relação com o cotidiano, despertando o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, levando-os ao entendimento mais profundo sobre o tema. A bibliografia da área (KRASILCHIC, 2004; CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2008; MURCIA, 2008) indica que diante de várias estratégias que podem favorecer a aprendizagem, o jogo didático preenche todos os requisitos considerados importantes para este trabalho. O jogo tem como característica ser envolvente, proporcionando ao aluno interação direta com o objeto de estudo, além de simular situações reais.

Outros aspectos relevantes são os recursos que o jogo didático oferece ao docente para sua prática pedagógica. Nem sempre é factível contar com laboratórios, reagentes, vidrarias e outros materiais que inexistem na maioria das escolas públicas. Nesse caso, trabalhar com jogo didático do tipo tabuleiro, não depende de espaço físico nem de materiais como os acima citados.

Tendo-se isto em conta, este trabalho discute a utilização do jogo didático na aquisição dos conhecimentos biológicos acerca das organelas e do metabolismo celular abordado na perspectiva da Pedagogia crítico-social.

Com o auxílio do jogo didático pretendeu-se revisar e favorecer a apreensão dos conceitos científicos da biologia celular, instigando os alunos a iniciar uma prática de reflexão sobre a aplicação deste conhecimento no cotidiano.

Como os resultados da ciência e da tecnologia são veiculados pela mídia e vividos por todos os indivíduos da sociedade, o sujeito alienado atua como mero receptor ou os discute reproduzindo a ideologia proposta pelo sistema. (HAZEN; TREFIL, 2005).

Segundo Martins (1997) é a ausência do pensamento científico acerca dos conhecimentos biológicos que remete o indivíduo à situação de alienação. Para mediar o conhecimento científico de forma que este venha a ser a ferramenta emancipadora, o professor precisa lançar mão de diferentes metodologias que ultrapassem a mera exposição oral e que permita a interação entre o aluno e o objeto de estudo.

É nesta perspectiva que o jogo didático pode ser aplicado no ensino de biologia celular, pois se constitui numa simulação, sendo a forma mais simples de ilustrar o cotidiano. (KRASILCHIC, 2004).

A simulação é uma modalidade didática que dá oportunidade aos alunos de participarem ativamente, pois geralmente propõe uma situação da prática social problematizando-a, momento em que os educandos devem resolver situações e encontrar as soluções para o problema proposto. Sua característica lúdica permite a reflexão sobre diferentes soluções, pois não infere ao indivíduo a penalidade semelhante à realidade no caso de erros. (MARTINS, 1997),

Durante a problematização e a busca por soluções, o aluno tem contato com o conhecimento de forma diferenciada de uma mera transmissão oral, podendo preencher as lacunas deixadas por este tipo de difusão do conhecimento. (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2008). Neste contexto, o educando deixa de ser o receptor passivo do conhecimento para tornar-se sujeito ativo na construção de sua própria aprendizagem. (FREIRE, 1996).

Mediante estas afirmativas propõe-se o seguinte problema de pesquisa:

O jogo didático que estimula a resolução de problemas pode contribuir para a aprendizagem dos conhecimentos acerca do metabolismo celular em um nível multidimensional.

Parte-se da hipótese de que os problemas propostos pelo jogo poderão conduzir o educando à compreensão da aplicabilidade do conhecimento sobre o metabolismo celular no cotidiano, promovendo a internalização dos conhecimentos sobre os mecanismos celulares. (MARTINS, 1997).

Logo, o objetivo geral deste trabalho consiste em:

Identificar as contribuições do jogo didático elaborado para a aprendizagem dos conceitos acerca do metabolismo celular.

E, os objetivos específicos foram definidos como:

- 1- Fundamentar questões relativas ao ensino-aprendizagem sobre biologia celular e sua relação com a prática social;
- 2- Elaborar um jogo didático que aborde a aplicação dos conhecimentos de biologia celular no cotidiano;
- 3- Aplicar o jogo didático elaborado em uma turma regular de ensino médio;
- 4- Avaliar, como o jogo elaborado contribui para a aprendizagem dos conceitos citados nos objetivos anteriores;
- 5- Auxiliar o professor no processo de ensino contextualizado de biologia celular.

Para verificação dos dados obtidos aplicou-se a metodologia qualitativa, por considerar que o resultado da aplicação do jogo é o conhecimento e este não pode ser mensurado estatisticamente considerando que o conhecimento é uma produção individual que envolve a dimensão histórica e social do indivíduo. (CASTRO, 2006).

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico acerca das questões que circundam a biologia celular e sua influência no cotidiano das pessoas. Essa influência se deve ao avanço da aplicação dos conceitos sobre os mecanismos

metabólicos celulares, suas aplicações aliadas à tecnologia e ao processo denominado biotecnologia.

Se a biotecnologia influencia o cotidiano, a escola, numa relação dialética com a sociedade o trato com o conhecimento biológico, deve estar em consonância com a prática social, ou seja, a biologia celular deve ser abordada sob o enfoque CTS.

Para favorecer o processo de ensino-aprendizagem faz-se necessário que o professor proporcione diferentes metodologias possibilitando o acesso ao conhecimento científico, à reflexão e à análise da biologia celular. A metodologia considerada adequada, neste trabalho, é o jogo. Esta modalidade didática é classificada como um simulador da realidade, considerando que o conhecimento deve ser discutido em sua aplicação na prática social, portanto, os simuladores constituem uma modalidade didática ideal para este objetivo.

O capítulo III relata os passos da pesquisa iniciando com a elaboração do jogo, a população e a metodologia utilizada para a mensuração dos dados. Como este trabalho tem como propósito verificar as contribuições do jogo didático no processo de ensino-aprendizagem, a metodologia empregada é a qualitativa que, segundo Castro (2006), é aplicável quando o resultado é impossível de ser mensurado através dos números como aprendizagem, por exemplo.

A análise dos resultados é apresentado no quarto capítulo, demonstrando os avanços no pensamento científico acerca da biologia celular e as discussões de sua inclusão na prática social favorecidos pelo jogo.

As considerações finais no quinto capítulo salientam, de forma sistematizada, os principais resultados da pesquisa, sendo apontadas suas contribuições e implicações para a prática pedagógica, as limitações do estudo e as sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.3 DELIMITAÇÕES DA ABORDAGEM DO ENSINO DE BIOLOGIA E A COMPREENSÃO DA VIDA NECESSÁRIA PARA O PANORAMA ATUAL

As Diretrizes Curriculares Estaduais para o Ensino de Biologia (PARANÁ, 2009), documento que orienta o trabalho docente no ensino médio, em seus pressupostos norteadores propõe que o conhecimento biológico a ser mediado pelo processo de ensino aprendizagem aos educandos do ensino médio favoreça o entendimento do fenômeno da vida, compreendendo-a a partir da menor unidade viva – a célula.

Compreender o fenômeno vida e toda sua diversidade requer neste momento histórico uma visão científica acerca da mesma. Parece inconcebível que o indivíduo da sociedade atual a entenda numa concepção teológica, ou mística, pois, esta abordagem já foi superada no período renascentista. (STEFANELLO, MORAES, 2009; DUMONT, 2005).

A invenção do microscópio, aliado ao avanço do conhecimento sobre a célula e seus processos metabólicos, permitiu a compreensão da vida enquanto organização celular, com moléculas especiais, proteínas e enzimas que desencadeiam o metabolismo celular organizado a partir das informações do DNA. (CAPRA, 2005)

No entanto, não basta mediar o conhecimento de biologia celular realizando apenas uma simples análise química, ou apresentar as organelas e suas funções e depois chegar ao todo da célula. Atualmente a compreensão da vida a partir da célula tem tomado dimensões sociais que ultrapassam apenas o conceito de que certas características definem um ser como vivo ou inanimado.

A compreensão da vida a partir da célula é aplicada em produtos, processos e serviços na área de saúde, na biorremediação, produção e processamento de alimentos e diversos materiais influenciando substancialmente a economia. Esta é a abordagem necessária para o entendimento sobre o fenômeno da vida em sua totalidade. (ANDRIOLI, 2008).

Um exemplo é a manipulação do DNA e, conseqüentemente, dos processos metabólicos da célula que têm modificado a diversidade da vida. Esta modificação nem sempre tem finalidade de melhorar a qualidade de vida das pessoas, muitas

vezes tem propósito econômico, geralmente são desenvolvidos sem considerar seu impacto nas questões culturais da sociedade como valores e hábitos. Portanto, além de compreender a diversidade da vida, em sua menor unidade, a célula, como propriedade interativa entre o ser e o meio, deve-se também analisar os impactos dessas modificações no cotidiano humano.

Uma abordagem sugerida para célula é que a unidade viva deve ser compreendida na sua delimitação enquanto ser e em sua relação com o meio. No caso da célula a membrana delimita seu interior, constituindo seu “eu” favorecendo também a troca de material com o meio, num fluxo contínuo de matéria e energia. (CAPRA, 2005).

Pode-se entender a relação célula com o meio, enquanto organismo em que ela se situa, mas também buscar compreendê-la enquanto objeto de manipulação, onde o conhecimento sobre a biologia celular pode ser aplicado.

No entanto, compreender a vida atualmente não se resume apenas na simples análise dos processos químicos, como propuseram os reducionistas, estudando a célula a partir dos menores componentes celulares até a compreensão total. O contexto de desenvolvimento científico e biológico atual requer também a compreensão da manipulação da vida pelo homem interferindo em determinados seres vivos e, por conseguinte, modificando-se. (MAYR, 2006).

1.3.1 O Conhecimento da Biologia Celular Clássica e Algumas Aplicações na Prática Social

Admite-se que o conhecimento a ser mediado pela escola para os alunos do ensino médio é o fenômeno da vida, que deve ser compreendida a partir da menor unidade viva – a célula. (PARANÁ, 2009).

Para tal compreensão, todo conhecimento que circunda a biologia celular está organizado nas DCEs (Diretrizes Curriculares Estaduais) constituindo os conteúdos. (PARANÁ, 2009). Estes conteúdos, são conhecimentos existentes na sociedade que, para tornar-se passível de ser apreendido, são sistematizados e organizados pela escola.

Os conteúdos necessários propostos pelas DCEs para o ensino de biologia para compreensão da vida em sua menor unidade viva - a célula - serão apresentados a seguir:

- a evolução, organização e método de estudo das células procariontes e eucariontes;
- citoesqueleto e citossol;
- vacúolos e inclusões;
- cílios e flagelos;
- membranas, suas especializações;
- permeabilidade celular;
- organelas – ribossomos, retículo endoplasmático granuloso e não-grnuloso, complexo golgiense, centríolos, lisossomos, mitocôndria, cloroplastos (nas células vegetais);
- núcleo, nucléolo e envoltório nuclear;
- ácidos nucléicos;
- moléculas de adesão;
- diferenciação e interação celular;
- divisão (mitose e meiose);
- microscopia, envolvendo técnicas de preparação e estudo deste material biológico e uso de microscópios ópticos e eletrônicos. (PARANÁ, 2009).

Estes conteúdos são os conhecimentos conceituais básicos que devem ser mediados para favorecer o conhecimento sobre a célula e, a partir dela, explicar o fenômeno da vida. Eles foram pensados a partir da realidade e são norteadores da prática pedagógica.

A escola numa interação dialética com a sociedade a explica através de seus conteúdos, por conseguinte, esses conteúdos são ditados pela sociedade, logo, o que se deve ensinar é a realidade social. (SANTOS, 2005)

No entanto, dependendo da forma que os conteúdos de biologia celular são ensinados não adquire significado prático, portanto não será ferramenta para entendimento da sociedade. (KRASILCHIC, 2004; SAVIANI, 1993).

Considera-se de crucial importância que o aluno conheça os conceitos e as funções de todas as organelas, pois este se constitui no conhecimento da biologia clássica. No entanto, o ensino deve ultrapassar a forma descritiva que enfatiza a nomenclatura, fragmenta o conhecimento sem relacioná-lo com o processo científico e com a inserção da mesma na sociedade. (KRASILCHIC, 2005).

Para favorecer a compreensão da aplicação do conhecimento na sociedade é preciso que o educando desenvolva habilidades de pensar a prática social a partir dos conhecimentos oferecidos pela escola.

Neste sentido, a problematização apresenta-se como uma estratégia de ensino que possibilita as discussões sobre a introdução dos conhecimentos biológicos na sociedade, pois induz a busca de informações que constituirão um corpo de conhecimentos que contribuem para o pensamento crítico e desenvolvendo as habilidades de solucionar problemas. (OLIVARES; RESTREPO, 1998).

A problematização é definida por Berbel (1998) como “olhar o conteúdo na realidade” e ainda referida nas DCEs (PARANÁ, 2009) como, ferramenta de detecção de aonde aquele conteúdo foi aplicado e auxiliar na definição dos conhecimentos que ajudam a entender o contexto ou ainda resolver determinada situação real.

Considerando a problematização como abordagem importante para trabalhar a biologia celular e sua aplicação em superestrutura e infraestrutura, consideramos algumas relações entre o conteúdo e sua aplicabilidade que poderão conduzir o educando a iniciar uma prática de inferências entre o conteúdo aprendido e sua interferência no contexto social.

O professor ao apresentar as organelas que estão envolvidas na síntese de proteínas, poderá inferir que esta rede metabólica (considerando a função das organelas envolvidas, a nomenclatura e a função) constitui-se numa importante ferramenta para a biotecnologia que utiliza este conhecimento para produção de plantas transgênicas como é possível observar na seguinte citação:

[...] o DNA é dissociado das micropartículas pela ação do líquido celular e integrado no genoma nuclear do organismo receptor [...].
O passo seguinte é a obtenção de plantas e sementes das células que incorporaram o gene de interesse através de cultura de tecido. Durante essa fase, várias análises são realizadas para selecionar plântulas que incorporaram o gene escolhido. O uso de um bom marcador de seleção é fundamental para a recuperação *"in vitro"* eficiente de plantas transgênicas. O marcador de seleção confere caráter dominante às células transformadas, resultantes da incorporação de nova característica, que não está presente nas células não transformadas. Essa nova característica permite a sobrevivência da célula vegetal transformada na presença de um agente de seleção que é, geralmente, um antibiótico ou um herbicida (MONQUERO, 2005).

Este fragmento é apenas um exemplo de um artigo científico que aborda a inserção de genes de interesse em plantas para obtenção de caracteres que esta planta não possuía anteriormente. Embora a modificação seja apresentada apenas como uma inserção do gene está implícita uma mudança na composição de algumas moléculas que irão compor a planta que recebeu um novo gene que neste caso é a resistência a um antibiótico ou um herbicida.

A mensagem implícita deve ser abordada em sala de aula, considerando que embora a notícia não exponha claramente mudança na composição química de um organismo transgênico, ela existe e pode ser entendida quando se aprende sobre a produção das proteínas em uma célula a partir do seu material genético.

Evidências que existem mudanças na composição das plantas transgênicas podem ser concluídas após o conhecimento sobre a expressão do gene e ainda analisando outro fragmento de um texto veiculado pela mesma revista científica: “o alimento geneticamente modificado, o tomate *"Flavr Savr"*, apresenta o amadurecimento retardado [...]”. (MONQUERO, 2005).

Sem discutir as particularidades do amadurecimento tardio dos tomates e sua fisiologia pode-se perceber uma inserção de características que antes não estavam presentes naquela planta. Segundo as discussões sobre a membrana e o núcleo onde ambas regulam a presença de certas moléculas pode-se afirmar que gene diferente é equivalente à presença de moléculas diferentes na célula. (ALBERTS; BRAY, 1998).

Outras correlações podem ser feitas demonstrando como a presença de enzimas no interior das organelas membranosas determina as reações químicas que possibilitam a vida. Esta situação pode ser exemplificada no peroxissomo que possui funções que perpassam a degradação de subprodutos de outras organelas como H_2O_2 em O_2 e H_2O até a quebra de moléculas de ácidos graxos e reações oxidativas que utilizam oxigênio molecular. (ALBERTS; BRAY 1998).

A ausência de enzimas no interior desta organela pode ocasionar uma doença hereditária humana, a *síndrome de Zellweger*. A pessoa portadora desta síndrome possui esta organela, os peroxissomos, no entanto, não possuem a enzima hidrolase no seu interior, logo, ela é produzida na célula, mas não é transportada para o peroxissomo. A ausência da hidrolase faz com que o indivíduo seja portador desta síndrome, que apresenta severas anomalias no cérebro, fígado e rins, levando-o ao óbito logo após o nascimento. (ALBERTS; BRAY, 1998).

A mitocôndria organela responsável pela liberação da energia através da ruptura de ligações das moléculas de ATP (adenosina trifosfato) é encontrada em maior número em células cuja produção de energia é maior. Outras situações que podem ser abordadas são a origem materna das mitocôndrias e seu DNA que possibilita sua própria síntese de proteínas evidenciando sua origem. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005).

Quanto ao retículo endoplasmático liso, cuja função é a síntese de ácidos graxos e substâncias estranhas, em indivíduos que fazem o uso constante de drogas psicotrópicas esta organela é mais desenvolvida nas células do fígado se comparada a pessoas que não utilizam tais drogas. (GEWANDSNAJDER; LINHARES, 2008).

Portanto, a contextualização do conteúdo constitui-se numa forma importante de transmissão da biologia celular que apresenta uma relação direta na superestrutura e infraestrutura social, pois, atualmente, o homem manipula a célula para produção de processos, produtos e serviços que são inseridos na sociedade podendo alterar o modo de vida das pessoas.

1.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DA BIOLOGIA CELULAR: UMA NECESSIDADE PARA O CONTEXTO ATUAL

A interação dialética entre escola e sociedade impulsiona os currículos a voltar-se para a abordagem da vida a partir do conhecimento sobre a célula, pois, tem-se um panorama de explosão do conhecimento biológico, e sua aplicação, através da biotecnologia, em produtos e serviços. Neste contexto torna-se necessário educar os homens para compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos possibilitando a continuidade do progresso científico, seu uso racional e ético. (HAZZEN; TREFIL, 2005)

Segundo Chassot (2003) um indivíduo analfabeto cientificamente é incapaz de ler o universo, e considera que atualmente o conhecimento científico é equivalente à linguagem. Assim como o indivíduo aprende a linguagem do país de origem, assim também deve compreender a ciência, pois, quando capazes de ler o mundo e compreendê-lo, podem atuar como reguladores do desenvolvimento e da introdução de novos conhecimentos científicos e tecnológicos no seu cotidiano.

Os conhecimentos sobre a biologia celular aplicados à tecnologia nem sempre buscam o bem-estar dos integrantes da sociedade, pois em alguns casos o lucro é propulsor da inserção de determinado produto ou serviço no mercado. Devido a essa percepção de mudanças desenfreadas no cotidiano dos indivíduos e no ambiente, o ensino de biologia tem merecido destaques na organização e implantação de currículos voltados à disciplina. (KRASILCHIC, 2004).

Dentre os objetivos do ensino de biologia estão a análise do processo de investigação científica e as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Para que o indivíduo compreenda que a estrutura da sociedade está pensada e organizada a partir da ciência e da tecnologia, faz-se necessário que o indivíduo seja alfabetizado biologicamente. Essa concepção de ensino- aprendizagem se constitui num conjunto de conhecimentos capazes de desvelar a realidade. (CHASSOT, 2003)

A contribuição da alfabetização científica biológica deve perpassar a compreensão acerca da ciência e da tecnologia empregadas em produtos e/ou serviços que permeiam o cotidiano, além de despertar o educando para o conhecimento do mundo vivo, subsidiando-o na tomada de decisões individuais e coletivas desenvolvendo assim no educando um caráter responsivo em suas ações referentes ao planeta. (KRASILCHIC, 2004).

A importância do conhecimento biológico necessário ao indivíduo e como este permeia o cotidiano, é exemplificado por Hazen e Trefil (2005): “Qualquer dia destes você vai pegar o jornal e dar com uma manchete assim: Colheita de tomates produzidos é geneticamente modificada [...]”.

Para que o leitor desta notícia possa compreendê-la e decidir se quer comprar tomates oriundos desta colheita, ele necessita de conhecimentos mínimos como fatos, vocabulários, conceitos, história e filosofia que envolvam este fato e definam estas abordagens como alfabetização científica. (HAZEN; TREFIL, 2005):

A alfabetização científica biológica se apresenta em diferentes níveis os quais favorecem algum tipo de conhecimento. Krasilchic (2004) considera a existência de quatro níveis distintos;

1- Nominal - quando os estudantes reconhecem os termos, mas não sabem o seu significado biológico.

2- Funcional - quando os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam seu significado.

3- Estrutural quando os estudantes são capazes de explicar adequadamente os conceitos biológicos, com suas próprias palavras e baseando-se em experiências pessoais.

4- Multidimensional - quando os estudantes aplicam o conhecimento e as habilidades adquiridas. (KRASILCHIC, 2004, p. 12).

Partindo do pressuposto que o ensino da biologia deve oferecer ao indivíduo condições de compreender o mundo em que ele vive através da aprendizagem de conceitos básicos e sua relação dialética com a sociedade, para o professor que pretende instruir os educandos para esta perspectiva, a alfabetização multidimensional é o nível do conhecimento que traduz sua prática.

É este nível de conhecimento que poderá oferecer condições de aquisição e compreensão dos conceitos básicos e, ainda, possibilitar a avaliação de informações para uma práxis social.

Portanto, é esse nível de conhecimento que se desejável quando o educando conclui o ensino médio pois esse nível . Para que o educando realize a análise do conhecimento no contexto social faz-se necessária a apreensão do conhecimento científico que permite a generalização acerca do assunto.

Segundo Gasparim (2003) um conhecimento para ser generalizado necessita ser apreendido num patamar mais elaborado, a catarse, que pode ser representada pela nova forma de pensar a prática social numa junção do cotidiano e do científico, definido também como práxis social.

Compreende-se então a necessidade que o aluno tem em conhecer as organelas, saber que cada uma exerce uma função, mas que interagem em conjunto promovendo a vida. Além disso, são criadas a partir do comando do DNA. No entanto, como esse conhecimento tem sido aplicado na prática social torna-se necessário uma abordagem sobre as situações que se têm empregado este conhecimento.

Esta abordagem pode ser considerada como um enfoque CTS, para o conteúdo de biologia celular. A abordagem CTS é considerada como um fator motivador da aprendizagem, pois estabelece um elo entre a prática social, a ciência e a tecnologia descaracterizando a abordagem puramente formal e abstrata do ensino da ciência com as quais os alunos estão acostumados. (VILCHES; FURIÓ, 1999).

Considera-se ainda que além de motivador da aprendizagem o enfoque CTS tornou-se uma abordagem crucial, pois, a escola interage dialeticamente com a sociedade, que tem seus contextos como objeto de estudo determinando, portanto, os conteúdos escolares. Neste sentido a biologia não deve ser abordada apenas conceitualmente. Segundo Colombo e Bazzo (2007) a inserção dos conhecimentos aliados à tecnologia condicionam o homem a viver segundo as necessidades impostas pelo contexto social, organizadas e pensadas a partir da ciência e da tecnologia.

Portanto, além do conhecimento conceitual devem ser discutidos na escola os valores e ideologias implícitos em determinados produtos, processos ou serviços, para que ao aluno tenha uma visão mais holística acerca dos assuntos relacionados ao desenvolvimento e implantação da ciência e da tecnologia no cotidiano, desmistificando assim que todos os problemas sociais e econômicos serão resolvidos através das mesmas.

Vilches e Furió (1999) propõem ainda que para o efetivo ensino com abordagem em CTS faz-se necessário que sejam discutidos em sala os aspectos sociais e históricos da relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade permitindo assim um ensino contextualizado da ciência e da tecnologia. Este aspecto histórico deve perpassar os valores e ideologias do momento em que foram produzidos. (GORDILLO; OSORIO; CERREZO, 2008).

Para que o indivíduo elabore sua própria forma de pensar sobre o mundo, a inserção de um ensino de CTS possibilitará a formação do seu caráter, a realização de suas escolhas, diante do conhecimento real da aplicação da ciência e da tecnologia.

De posse do conhecimento, o indivíduo agora é detentor da sua liberdade de pensamento e capaz de participar ativamente das decisões individuais e coletivas de forma consciente.

Para Auler e Bazzo (2001) além de conhecimentos científicos para que o indivíduo possa participar de forma mais qualificada, necessita também de uma cultura de participação. A escola deve incentivar o interesse dos alunos a participar ativamente das decisões coletivas, para que eles compreendam que integram a sociedade em que vivem e devem responsabilizar-se por ela. .

No entanto, para compreender e participar das decisões, é necessário como já foi abordado, que o indivíduo possua conhecimento científico acerca do assunto.

No caso da biologia celular, Pedrancini (2007), em uma pesquisa com alunos já na etapa final do ensino médio, observou que eles encontravam dificuldades na construção do pensamento biológico, pois chegavam a confundir célula com átomos e moléculas.

Vilches (1999) aponta como sugestão para solucionar a problemática da não aprendizagem dos conhecimentos biológicos, o enfoque CTS, pois, em uma pesquisa sobre a qualidade do ensino com os alunos norte-americanos percebeu-se que os melhores cursos são aqueles que abordam os conceitos científicos sob o enfoque CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) e que esta faceta apresenta-se motivadora para a aprendizagem.

1.5 CARACTERIZAÇÃO DOS JOGOS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

A escola precisa formar um indivíduo que compreenda o desenvolvimento dos conhecimentos científicos biológicos como agentes transformadores da vida de toda sociedade. (KRASILCHIC, 2004).

Para favorecer essa compreensão, entende-se que o jogo pode auxiliar na mediação de conteúdos que interferem diretamente na sociedade. Deve-se considerar que a forma com que o professor apresenta o conteúdo está diretamente relacionada aos objetivos que ele possui no que tange à formação de homem e da sociedade que almeja. (SANTOS, 2005).

Para que a escola alcance seus objetivos de formar um sujeito que possa interagir de forma consciente na sociedade, no que diz respeito aos conhecimentos biológicos, o professor precisa utilizar-se de uma metodologia adequada. (SAVIANI, 1993)

Partindo do pressuposto que o conhecimento biológico desejável é aquele que possibilita ao indivíduo o entendimento da biologia celular no contexto social, uma das metodologias mais adequadas são os jogos, pois, constituem uma simulação da realidade e permitem a análise de causas e implicações do desenvolvimento da biologia no contexto social.

A simulação é uma modalidade didática em que os alunos participam ativamente, propondo situações problemáticas ou encontrando soluções para o problema proposto. (KRASILCHIC, 2004).

A forma de simulação mais recomendada é o jogo. Durante muito tempo, o jogo foi proibido no ambiente escolar sendo considerado como atitude incorreta, agora tem sido tomado com finalidades didáticas devido as suas potencialidades de ferramenta de ensino e aprendizagem.

Considerando que, “o jogo é tão antigo quanto à humanidade”, é antropológico e sempre esteve ligado às relações humanas, atuando como facilitador da comunicação. Enquanto o indivíduo é criança a primeira disciplina do indivíduo é jogar, com isso ele aprende sobre a conduta humana e sua cultura, pois o jogo é a expressão da cultura de um determinado grupo social. (MURCIA, 2008).

Segundo Miranda (2001) o jogo didático favorece o desenvolvimento de várias áreas como a cognição, a afeição, a socialização e a motivação. Há ainda que se destacar que ele atuará como mediador do conhecimento científico trabalhado auxiliando no processo ensino-aprendizagem. (KRASILCHIC, 2004).

Além de simular o cotidiano ainda poderá preencher as lacunas deixadas pelo processo de transmissão e recepção dos conhecimentos de forma tradicional. (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2008)

O educando é desafiado a vivenciar situações, manejar experiências e resolver situações conflitantes. Esse ambiente poderá conduzir o educando a assimilar os determinados conhecimentos definidos por Vygotsky (2001) como pensamento conceitual.

A presença de um problema que exige a formação de um conceito não pode, por si só, ser considerada a causa do processo, muito embora as tarefas com que o jovem se depara ao ingressar no mundo cultural, profissional e cívico dos adultos sejam, sem dúvida, um fator para o surgimento do pensamento conceitual. Se o meio ambiente não apresenta nenhuma dessas tarefas ao adolescente, não lhe faz novas exigências e não estimula seu intelecto proporcionando uma série de novos objetos, seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só os alcançará com grande atraso. (VYGOTSKY, 2001, p. 50).

Nesta perspectiva, o professor ao utilizar jogos como um recurso didático estará trabalhando o pensamento acerca dos conhecimentos científicos, desafiando o jovem a desenvolver a inteligência, a sensibilidade da autoestima, a simulação da

vida em grupo, através do envolvimento na ação e no desafio de solucionar problemas.

A proposta de desenvolvimento integral do ser humano contribui para que o aluno utilize o apreendido em vivência, pois simula situações do cotidiano favorecendo a utilização destes conhecimentos para a prática social, pois o jogo é um comportamento de caráter simbólico do cotidiano permitindo ao jogador relacionar-se com a realidade de forma lúdica. (MURCIA, 2008).

Esta estratégia de ensino não está no início nem no fim de um processo de ensino-aprendizagem, ele se apresenta num elo entre o pensamento atual do indivíduo e estágios mais elevados do conhecimento, onde o lúdico é tomado de sua função natural que é o prazer e a diversão, para a aquisição do conhecimento. (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2008). Conhecimento este, que não é estanque e se encontra imerso numa realidade tecida através das relações humanas.

Nesta perspectiva, o jogo contribui para a contextualização que é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena de vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito. (PARANÁ, 2009).

Portanto, o lúdico se empresta ao conhecimento científico cujo horizonte da ação pedagógica é alfabetização científica multidimensional. O jogo se constitui numa forma contextualizada de mediação dos conhecimentos científicos acerca da biologia celular e da tecnologia em sua nova faceta, a biotecnologia.

1.5.1 O Jogo Didático “Jogando Com a Célula”

Diante das contribuições que o jogo pode oferecer para a aprendizagem multidimensional de biologia celular, ele é considerado neste trabalho, como ferramenta útil capaz de instigar os alunos a iniciar uma reflexão sobre as implicações sociais que ocorrem mediante a inserção do conhecimento biológico na sociedade utilizando o lúdico como instrumento de mediação.

Portanto, com o propósito de estimular os alunos a perceber onde o conhecimento de biologia celular é aplicado e como o fenômeno da vida é usado em processos, produtos e serviços, foi elaborado um jogo denominado JOGANDO COM A CÉLULA oferecendo conhecimentos da biologia celular de forma clássica (conteúdo científico) e ainda contextualizando o conteúdo através de situações

problemas (situações de aplicação do conhecimento biológico em processos produtos e serviços).

Neste jogo o conhecimento de biologia clássica (conhecimento científico) é apresentado ao aluno propiciando uma revisão do conhecimento apreendido que será necessário para resolver as situações de problematização.

A problematização é realizada a partir da contextualização demonstrando onde são empregados tais conhecimentos na sociedade, no entanto, o conhecimento científico que está implícito ou explícito na contextualização não deve ser negligenciado, pois é ele o instrumento para compreensão do contexto.

Para contemplar os dois aspectos da aprendizagem tanto o conteúdo científico da biologia celular quanto a sua contextualização, foram elaborados dois tipos de cartas: as cartas *bônus* e as cartas *problemas*.

As *cartas bônus* que apresentam em seu conteúdo conhecimento científico também denominado de biologia celular clássica. A sua presença no jogo justifica-se por se acreditar que para compreender a realidade e o conhecimento nela inserido, o indivíduo precisa ter o conhecimento científico acerca do assunto. (SAVIANI, 1993).

As *cartas problemas* são constituídas em seu conteúdo por contextos problematizados onde a biologia celular é aplicada e se apresenta no jogo como uma pequena amostra da aplicação deste conhecimento na medicina, na biotecnologia e em outras situações, pois, acredita-se assim como Berbel, (1998) ser uma forma dinâmica de abordagem contribuindo para o entendimento do conteúdo e sua relação direta com a vida em sociedade.

Neste jogo, os problemas considerados recortes dos acontecimentos da sociedade têm como base o conhecimento de biologia celular e devem ser superados pelo educador, pois a cada dia novos produtos, processos e serviços são oferecidos. A descrição da elaboração do jogo será apresentada a seguir na metodologia, no item 3.2 Elaboração do Jogo.

3 A PESQUISA CIENTÍFICA

1.6 APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA

Mediante a problemática da não aprendizagem da biologia celular e, conseqüentemente, o não entendimento da superestrutura social baseada na inserção destes conhecimentos, buscou-se através do jogo didático favorecer a apreensão deste conhecimento em um nível multidimensional.

O jogo apresenta algumas particularidades como a simulação de situações reais e reflexão para solução dos problemas, que podem contribuir para que a aprendizagem aconteça e seja subsídio para o indivíduo compreender o mundo que o cerca. A opção teórica que fundamenta a ação docente deste trabalho é a pedagogia crítico social.

1.6.1 Pedagogia Crítico Social: Posicionamento Teórico e Metodológico

O desejo de emancipação social e a transformação da sociedade são características presentes na pedagogia crítica, portanto, o ato educativo que não tem como fundamento essas características não possui como base teórica a pedagogia crítico social. (SANTOS, 2005).

Segundo Saviani (1993) a emancipação e a transformação social possível através da educação caracterizam-se por uma aquisição cultural, ou seja, o homem para transformar sua realidade precisa conhecer o que a humanidade produziu (conhecimento científico) ao longo de sua trajetória.

O indivíduo de posse do saber científico e seu contexto de formulação se libertará das ideologias impostas pelos detentores do conhecimento permitindo assim um avanço social.

Os saberes científicos, organizados nos currículos escolares sob forma de conteúdos esvaziaram-se, com o advento do movimento escola novista e seu espaço foi preenchido com festividades dando uma falsa impressão de inovação e eficiência.

Para Santos (2005) as classes populares foram as mais atingidas com esta proposta da escola nova, pois os recursos destinados à educação popular eram

escassos para as adequações exigidas, a escola deixou de ensinar como fazia na pedagogia tradicional, pensando ser antiquado tratar os conhecimentos científicos de forma apenas expositiva.

A elite beneficiou-se com esse movimento, pois propunha inovação. Dessa forma, quem pagava pelas escolas recebia uma educação com conhecimentos científicos mediados através de metodologias diferenciadas iniciando, neste momento, uma diferença na aprendizagem entre as classes populares e a elite. (SANTOS, 2005).

A educação popular não se adequou às exigências desta nova forma de ensinar e ainda, o conhecimento científico perdeu seu espaço na escola e o professor, aparentemente, perdeu sua função de transmissor dos conhecimentos científicos. Essa desvalorização do professor é atribuída à facilidade de acesso à informação. No entanto, o professor poderá perder sua função para computadores e outros recursos tecnológicos, quanto ao repasse de informações, mas, o professor possui ainda a função didático-pedagógica e política de medição do conhecimento científico e apontamento de situações de aplicação da ciência na realidade. (GASPARIM, 2003).

Embora muitas críticas sejam feitas à escola tradicional cuja preocupação centrava-se na mera transmissão de conhecimentos, deve-se considerar que a escola é “uma expressão e uma resposta à sociedade”, portanto ela não é neutra, é ideológica e politicamente comprometida. (GASPARIM, 2003)

Corroborando com essa idéia Saviani (1993), afirma que a escola constitui-se num aparelho ideológico. Quando a escola está amparada por uma visão crítico reprodutivista ela cumpre duas funções: “Contribuir para a força de trabalho e para inculcação da ideologia burguesa”. Nesta visão a escola é determinada pela sociedade e a reproduz.

Para a pedagogia crítica a superação deste modelo social acontece através da escola. Essa superação é proposta de Saviani (1993) também proposta por Gramisch, quando afirma haver uma relação dialética entre a escola e a sociedade. É somente quando a escola abordar o contexto social explicando-o através de seus conteúdos que poderá acontecer o avanço social. A escola atuará como equalizadora da cultura permitindo assim a liberdade através do conhecimento que segundo Santos, 2005 “o dominado não se liberta se não dominar aquilo que os dominantes dominam. Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de

libertação". É neste sentido que a escola deve priorizar o conhecimento científico mediado através de abordagens e metodologias que favoreçam a aprendizagem.

Assim a pedagogia crítico-social tem como propósito o avanço das classes populares através de uma atividade docente intencional e com significado onde novas práticas possam ser desenvolvidas.

Há de se destacar que condições materiais são necessárias para instrumentalização do educando, para a aquisição de conhecimentos significativos e clássicos. Essa instrumentalização será feita através de métodos de ensino eficazes, e segundo Saviani (2003) esses métodos de ensino configuram-se entre métodos tradicionais e novos realizando uma superação dialética.

O objetivo desta ação pedagógica é a atividade e a iniciativa dos alunos e do professor favorecendo o diálogo, além de considerar o desenvolvimento psicológico e os ritmos de aprendizagem. (SANTOS, 2005)

Considerando-se o desejo de emancipação do homem através do conhecimento e a sua libertação das ideologias impostas pelo contexto social, adotou-se a pedagogia crítico-social como posicionamento teórico norteador deste trabalho. Aponta-se ainda a superação de dois momentos históricos: a escola tradicional voltada exclusivamente ao trato com o conteúdo científico e a escola nova posicionamento teórico que enfatizava a metodologia centrando o foco do processo ensino e aprendizagem na forma.

Neste sentido, a superação acontece quando trabalhamos o conteúdo científico problematizando-o possibilitando, desta forma, que o indivíduo utilize o conhecimento que adquiriu na escola como ferramenta para alfabetização científica propondo-a através de métodos diferentes da estratégia e expositivo e dialogada, ou seja, o jogo que se apresenta nesse trabalho.

O objetivo desta etapa do trabalho foi verificar a mediação dos conceitos acerca do metabolismo celular e sua aplicação na prática social, através da utilização do jogo didático elaborado. Para alcançar o proposto estabeleceram-se as seguintes estratégias metodológicas:

- elaboração do jogo
- definição da população
- aplicação do jogo
- verificação dos resultados através da metodologia qualitativa.

1.7 ELABORAÇÃO DO JOGO

Com o propósito de elaborar um jogo que permitisse, além de uma revisão do conteúdo científico, discussões de situações reais de aplicação do conhecimento acerca da biologia celular, pesquisou-se diversos autores e revistas virtuais (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005; ALBERTS; BRAY, 1998; ANDRIOLI, 2008; SBENBIO, 2008; BRAGANTIA, 2005) entre outros, buscando subsídios sobre o conhecimento científico da biologia celular e sua aplicação tanto no tratamento de doenças causadas por defeitos em organelas específicas, como seu emprego na biotecnologia na produção de alimentos geneticamente modificados.

O jogo foi elaborado com uma trajetória a ser percorrida e por isso foi montando um tabuleiro, conforme a figura 1.

O tabuleiro apresenta um percurso que permite ao jogador passar por todas as organelas celulares individualmente.



Figura 1 - Tabuleiro
Fonte: Autoria própria

A possibilidade de percorrer o trajeto e não passar por determinada organela foi diminuída ao organizar o dado que tem quantidades de 1 a 3. Durante o jogo a quantidade máxima de pontos obtidos pelo dado será de 3, fato que permite ao jogador passar no máximo para a carta problema, conforme pode ser verificado na figura 1 e a estrutura do dado na figura 2.

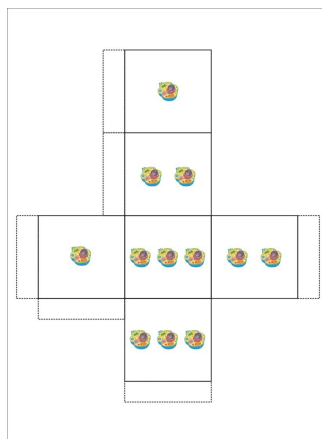


Figura 2 - Dado
Fonte: Autoria própria

As cartas foram elaboradas em dois tamanhos diferentes. As cartas menores apresentam o conteúdo científico de biologia celular (figura 3), pois acreditamos assim como Gasparim (2003) que a aprendizagem deve acontecer num patamar mais elaborado à catarse¹. Para que a aprendizagem aconteça neste nível é necessário que o aluno seja instrumentalizado pelo conhecimento científico e isto justifica a presença das cartas bônus no jogo.

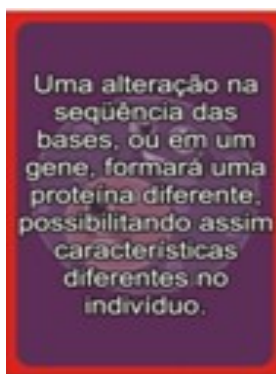


Figura 3 - Modelo da carta bônus
Fonte: Autoria própria

Para estimular a aprendizagem optou-se por contextualizar o conteúdo. Esta abordagem também é definida por Berbel, (1998) como problematização. Então as cartas que apresentam a problematização foram organizadas em cartas com tamanho maior quando comparadas com as cartas bônus. Estas cartas grandes foram denominadas como cartas problemas. (figura 4).

¹ Catarse - Fase de aproximação entre o conhecimento adquirido pelo aluno e do problema em questão. A partir da apropriação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social, o aluno passa a entender e elaborar novas estruturas de conhecimento, ou seja, passa da ação para a conscientização. (PARANÁ, 2009, p. 64).

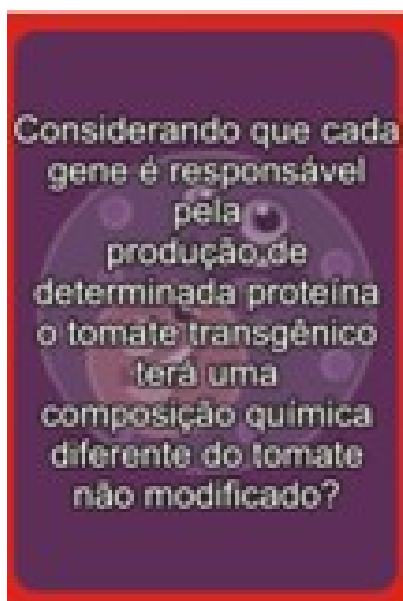


Figura 4 - Modelo de carta problema
Fonte: Autoria própria

A contextualização, apresentada nas cartas problemas, é uma maneira de conduzir o aluno para percepção de que a ciência não é neutra, pois é produção humana, por isso é intencional e pode ser aplicada no cotidiano. Esta aplicação tem influência direta na vida das pessoas. Neste sentido, a escola precisa discuti-la para efetivar seu papel de transformação social. Segundo Vilches (1999), há uma tendência em vários países em contextualizar o ensino de ciências e seus objetivos sempre convergem numa perspectiva de formar indivíduos atuantes e conscientes:

Hoje em dia muitos países incluem em seus currículos de educação básica objetivos e conteúdos que contextualizam sob aspectos sociais o ensino de ciências. Sua pretensão é formar estudantes que compreendam que o mundo é pensado e desenvolvido através da ciência e da tecnologia. Eles devem ser capazes de adotar atitudes responsáveis e tomar decisões frente ao desenvolvimento e suas conseqüências.²

Considerando que para formar sujeitos capazes de atuar numa práxis social o mesmo deve ser alfabetizado cientificamente num nível multidimensional, que é considerado como o nível de conhecimento em que o educando é capaz de ver a realidade social e entendê-la, utilizando como instrumento, os conhecimentos científicos apreendidos na escola.

Condescendendo que a alfabetização científica proporcionará um pensamento independente, foram elaboradas as cartas problemas que apresentam

² “Hoy em día, son muchos los países que incluyen en sus currículos de La educación básica objetivos e contenidos que tratan de contextualizar más socialmente la enseñanza de las ciencias. Se pretende formar a los estudiantes para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los desarrollos científicos y tecnológicos para que Sean capaces de adoptar actitudes responsables y tomar decisiones fundamentada frente a esos desarrollos y sus consecuencias”.

a contextualização que tem como objetivo instigar o educando a perceber e refletir sobre a aplicação do conhecimento científico na superestrutura.

Reconhece-se assim que o jogo não dá conta de apresentar toda aplicação do conhecimento de biologia celular, apenas iniciará um processo de reflexão sobre a realidade, que é construída a partir dos conhecimentos científicos do momento histórico.

Ao jogo foram adicionados dois elementos que sinalizam aos competidores quem está ganhando ou quem ganhou o jogo: uma delas é uma célula descolorida apresentada na figura 5, que servirá como molde para a adição das organelas durante o jogo.



Figura 5 - Moldura figura da célula para completar
Fonte: Autoria própria

O centro do tabuleiro terá a mesma figura, que se refere a uma célula animal cuja função é ilustrativa e apenas representa o modelo de célula escolhido para o estudo da biologia celular neste trabalho.

A figura 6 oferece organelas que completam a figura 5 por isso suas cores são mais fortes quando comparadas à célula (figura 5), As cores mais fortes favorecem a diferenciação da organela conquistada para completar a célula molde.



Figura 6 - Organelas para completar a figura 5
Fonte: Autoria própria

As organelas da figura 5 e 6 são as mesmas. Apenas trabalhou-se as cores da figura 5 clareando-as. Uma cópia sem o trabalho de descoloração foi utilizada para recortar separando cada organela, por isso é possível sobrepor cada organela da figura 6 sobre a figura 5.

O objetivo desta parte do jogo (que é completar a célula) é oportunizar a visualização de um modelo de estruturas celulares familiarizando o aluno com o nome das organelas, o formato e sua posição na célula. As regras do jogo, bem como seus objetivos encontram-se no manual do jogo (apêndice C).

1.8 POPULAÇÃO

Esta pesquisa foi realizada com 40 alunos do primeiro ano do ensino médio de um Colégio Estadual na cidade de Ponta Grossa. A turma foi denominada para este trabalho como 1ºA. Sua escolha para participar deste trabalho foi por conveniência. Esta primeira série é a turma em que o professor-pesquisador deste trabalho ministra aulas de biologia e todos os alunos compareceram durante a aplicação do jogo e mensuração dos resultados.

Não há alunos com a idade escolar fora do previsto, pois, 90% possuem idade de 15 anos e 10% tem 16 anos.

Os alunos são oriundos de diferentes bairros da cidade e alguns residem na área central. A escola localiza-se próxima à região central e sua localização favorece o atendimento a alunos de diferentes bairros. (PARANÁ, SEED, 2009)

10% dos alunos da classe estão repetindo o primeiro ano do ensino médio e indicaram a biologia como uma das disciplinas que não conseguiram aprender no ano anterior, o que acabou culminando em sua reprovação.

1.9 MÉTODO DE ANÁLISE

Toda ação docente que visa aprendizagem poderia ser caracterizada como pesquisa, pois o professor percebendo as dificuldades de aprendizagem dos alunos investiga melhores formas de mediar o conhecimento, que segundo seu entendimento, podem favorecer a transmissão e a assimilação do conteúdo.

No entanto, este tipo de pesquisa realizada pelo professor, embora lhe ofereça resultados satisfatórios para aquela situação não poderá ser generalizada, pois, o que precisa ser analisado é a intensidade de melhoria no aprendizado que determinada prática pedagógica proporcionou. E diante de resultados comprovados por meio de uma avaliação sistematizada, verificável e falível a prática pedagógica considerada eficiente poderá ser aplicada em outro contexto e surtir o mesmo efeito, neste sentido a metodologia empregada pelo professor torna-se científica. (GIL, 2002)

Considerando que a ação docente deve ser intencional, a cientificidade da prática pedagógica pode possibilitar maior aprendizagem, pois o professor escolherá a melhor metodologia a ser aplicada a fim de atingir seus objetivos com eficiência.

Neste sentido, a estratégia de ensinar biologia através do jogo será analisada a partir da metodologia qualitativa, considerando que o ensino de biologia celular no ensino médio deve favorecer a compreensão do fenômeno da vida.

Considerando o atual desenvolvimento do conhecimento da biologia celular e sua aplicação, o professor não poderá mediar apenas a biologia celular abordando apenas seus componentes estruturais e químicos. Por conseguinte, não bastam apenas apresentar as organelas e suas respectivas funções, pois esse conhecimento tem influência direta na sociedade e, por isso, o conhecimento deve ser localizado na sua aplicação.

É nessa perspectiva que a prática pedagógica deve contemplar alguns requisitos como: proporcionar o conhecimento científico, favorecer a discussão do conhecimento biológico e sua inserção no contexto social.

Uma ação docente com este propósito requer uma estratégia de ensino que ofereça condições do aluno desenvolver todos os aspectos do conhecimento desejado. O jogo elaborado “Jogando com a Célula” apresenta uma revisão do conteúdo e ainda propõe uma reflexão sobre a inserção deste conhecimento na prática social.

A problematização proposta pelo jogo é apontada como motivadora da aprendizagem. Vilches e Furió (1999) afirmam que a ciência ensinada em sua natureza pura e formal aparenta não ter conexão com a realidade, sendo este, um dos motivos da não aprendizagem.

Neste sentido o jogo “Jogando com a célula” contextualiza a biologia celular e com isso pretende contribuir para solucionar um problema específico do ensino da biologia celular, que é a dificuldade da aprendizagem deste conteúdo.

Segundo Schwartzman (1979) a pesquisa aplicada é definida como “aquela que tem um resultado prático visível em termos econômicos ou de outra utilidade que não seja o próprio conhecimento”. Segundo a definição do autor, podemos entender este trabalho como uma pesquisa aplicada, pois, busca-se verificar se a estratégia de ensino o jogo “Jogando com a Célula” favorece uma aprendizagem multidimensional.

Quando considerados os objetivos desta pesquisa podemos classificá-la como exploratória, que é definida por Cervo, (1983) como aquela que visa buscar maior conhecimento sobre a relação existente entre os fatos, mostrando-se muito útil neste estudo, para identificar a interferência do jogo no processo de aprendizagem.

Após a utilização do jogo no processo de ensino-aprendizagem os resultados esperados sustentam a hipótese de que o jogo, através dos problemas propostos por ele, pode conduzir o educando à compreensão da aplicabilidade do conhecimento sobre a biologia celular no cotidiano.

Os resultados esperados pela interferência do jogo serão avaliados por meio da metodologia qualitativa, organizada em um questionário cujas questões são abertas. A pretensão é investigar o entendimento da biologia celular que foi aplicado naquele processo, produto ou serviço e se o aluno consegue perceber a intencionalidade que está implícita no conhecimento.

Para tal verificação a metodologia qualitativa se mostra útil, pois é entendida como possibilidade de verificar processos mentais que o aprendizado proporciona e que não são quantificáveis, considerando que, a aprendizagem

envolve toda vivência do sujeito sendo, portanto, impossível de ser quantificada através de métodos estatísticos. (SETUBAL, 1995).

A pesquisa qualitativa parece ser o método que melhor favorece a constatação da aprendizagem dos conceitos acerca do metabolismo celular através da utilização do jogo didático. O que deve ser considerado é que a aprendizagem desejável encontra-se num nível mais elaborado, que é definido por Krasilchic (2004) como alfabetização biológica multidimensional.

Entende-se o indivíduo como ser construído culturalmente, portanto, a resposta atribuída às perguntas não deve ser única e padronizada, pois estará imbricado nele todas as relações, que devido a sua vivência, poderá realizar com o conteúdo. (SETUBAL, 1995).

1.9.1 Elaboração dos Instrumentos de Verificação

Os instrumentos de verificação dos resultados consistem em dois questionários diferentes. Eles foram elaborados com o objetivo de verificar a aprendizagem multidimensional considerada, neste trabalho, como o nível de aprendizagem adequada para que o educando utilize o conhecimento científico apreendido na escola em seu cotidiano. Logo, os instrumentos que melhor nos apresentariam os dados procurados deveriam ser situações da realidade social em que os conhecimentos de biologia celular são aplicados, portanto optou-se pela estrutura dos instrumentos a seguir:

O primeiro instrumento de verificação trata-se de uma notícia extraída do sítio do Greenpeace onde há um movimento contra a produção e a comercialização de um arroz transgênico e pode ser conferido na íntegra no Apêndice A.

A escolha deste movimento como base para mensuração dos dados é justificado por acreditarmos assim como Vilches e Furió (1999), que o enfoque CTS proporciona ao aluno um olhar para a realidade entendendo-a através dos conhecimentos científicos apreendidos na escola.

Iniciam-se os instrumentos de verificação identificando a instituição e os objetivos a que o pesquisador está vinculado, e expõe uma breve introdução sobre o consumo de arroz no Brasil. Em seguida está a página com o manifesto acerca do arroz transgênico. Para ilustrar e tornar a situação de participação semelhante à

realidade copiou-se a página na íntegra e transcreveu-se a mensagem que estava em uma janela facilitando a visualização e a leitura.

Após a leitura do texto há algumas perguntas abertas referentes aos conhecimentos sobre biologia celular que o aluno deveria responder. Considera-se que um questionário com questões abertas permite analisar a expressão da forma de pensar do indivíduo, considerando que suas palavras representam entidades e idéias. (CASTRO, 2006). Ao término destas respostas o aluno irá optar se assina o manifesto ou não e deverá justificar.

O segundo instrumento de verificação consiste em duas notícias veiculadas por meios de comunicação populares. O primeiro texto foi extraído da revista *Veja* e o segundo texto de um sítio da internet.

A primeira notícia expõe sobre a aplicação do conhecimento científico de biologia celular na medicina, enquanto a segunda notícia expõe sua aplicação em produtos com finalidade estética. As questões são abertas e têm como objetivo investigar se o conhecimento sobre diferentes estruturas celulares foi apreendido pelo aluno e se ele consegue ler a realidade utilizando o conhecimento de biologia celular (Apêndice B).

A opção por dois instrumentos de verificação é justificada pela preocupação de coletar com maior rigorosidade dados que evidenciem se a aprendizagem de biologia celular aconteceu e, se o aluno o utiliza como instrumento para uma *práxis* social. Com esta intencionalidade o instrumento de verificação é contextualizado e simula aplicações reais do cotidiano.

A aplicação do questionário foi realizado uma semana após a utilização do jogo como estratégia didática.

1.10 APLICAÇÃO DO JOGO E DOS INSTRUMENTOS DE VERIFICAÇÃO

O jogo foi utilizado como uma atividade de organização do conhecimento apreendido, esta estratégia de ensino não foi o início nem o fim de um processo de ensino-aprendizagem, ele se apresentou, num elo entre o pensamento atual do indivíduo e estágios mais elevados do conhecimento. (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2008).

Ao concluir a exposição oral dos conhecimentos sobre biologia celular, o jogo foi aplicado como um exercício de fixação.

O jogo “Jogando com a Célula” foi aplicado pela primeira vez em uma turma piloto de 10 alunos para possíveis correções das regras, organização do material e exposição dessas regras.

O material necessário para jogar foi distribuído aos trios e as regras foram expostas pelo professor grupo a grupo. Cerca de 10 minutos foram necessários no processo de exposição do modo de jogar. Com grupos maiores o tempo gasto apenas para exposição do modo de jogar e das regras é considerado excessivo.

Diante desta situação percebeu-se a necessidade de mostrar as regras do jogo de forma expositiva para a turma toda, exemplificando como jogar e como percorrer a trajetória do tabuleiro. Foi também durante este teste piloto que se percebeu a necessidade de utilizar aulas geminadas (duas aulas de 50 minutos) para que todas as equipes conseguissem concluir o jogo.

O objetivo desse teste era apenas identificar possíveis falhas apresentadas pelo jogo, corrigindo-as para posterior aplicação em uma turma regular. No entanto, a biologia celular era objeto de estudo do grupo piloto, constituindo-se também nesta situação uma atividade intencional.

A utilização do jogo pela turma do 1ºA aconteceu uma semana após o projeto piloto. Neste dia a turma A estava com todos os alunos presentes.

Inicialmente foi conversado com os alunos sobre a atividade da aula de biologia daquele dia expondo também os objetivos da utilização da metodologia e solicitado que os alunos organizassem grupos de três integrantes.

Formados os grupos, o material necessário para o jogo foi distribuído, as regras foram expostas pelo professor, bem como as orientações para o jogo. Quando a professora concluiu a exposição às equipes, iniciou-se a organização do material pelos alunos conforme podemos observar na figura 7.



Figura 7 - Foto dos alunos organizando as peças do jogo
Fonte: Autoria própria

O tempo gasto foi de 10 minutos para organizar as cartas e distribuir as funções de cada integrante da equipe. Depois de organizado o material, os alunos interagiram com o jogo por aproximadamente 50 minutos. Este foi o tempo médio para que um aluno vencesse o jogo. As figura 8 e 9 evidenciam os alunos interagindo com o jogo.



Figura 8 - Alunos interagindo com o jogo, realizando a leitura da carta problema
Fonte: Autoria própria



Figura 9 - Alunos interagindo com o jogo, percorrendo a trajetória no tabuleiro
Fonte: Autoria própria

Para verificar os resultados do jogo foram aplicados os instrumentos de verificação uma semana após a utilização da metodologia do jogo didático. Este tempo foi intencional e necessário para que os resultados não apresentassem interferência de uma possível memorização imediata do conteúdo.

No início da aula do dia da aplicação dos instrumentos de verificação a professora orientou os alunos sobre a atividade proposta para a aula de biologia, que consistia em verificar se o jogo os auxiliou na construção do seu conhecimento de biologia celular. Os alunos organizaram-se em filas semelhantes ao processo realizado para avaliação. Foi distribuído os dois questionários aos 40 alunos e solicitou-se que a leitura dos instrumentos fosse individual e as respostas também.

O tempo utilizado para que os educandos respondessem os instrumentos de verificação foram de duas aulas com 50 minutos cada.

4 OS RESULTADOS

O capítulo que segue apresenta os resultados obtidos pela utilização do jogo proposto “Jogando com a célula” enquanto ferramenta didática que tem como potencialidade simular situações de aplicação do conhecimento científico da biologia celular, bem como revisar os conceitos (conhecimento científico de biologia celular). Será abordado também o contexto da aplicação do jogo, assim como uma observação panorâmica da atitude dos alunos frente ao desafio de jogar.

1.11 A PERCEPÇÃO DO CONTEXTO DE APLICAÇÃO DO JOGO E DOS INSTRUMENTOS DE VERIFICAÇÃO

A aprendizagem do sujeito é produto da interação que ele realiza com o conhecimento a ser apreendido, com o instrumento mediador considerando ainda suas experiências pessoais. (VYGOTSKY, 2001). Portanto, avalia-se ser importante relatar o comportamento da turma em relação ao instrumento de aprendizagem percebidos pela professora pesquisadora.

Alguns alunos diante do desafio de interação com o jogo e os colegas mostraram-se apreensivos para iniciar a organização das peças do jogo, necessitando ser encorajados a interagir.

O momento do desafio de interação constituiu-se num momento de aprendizagem que segundo Vygotsky (2001) quando o jovem se depara com um problema e precisa solucioná-lo, esta situação já exige a formação de novos conhecimentos, porém não é apenas o desafio de interagir com o jogo que proporcionou a aprendizagem, mas ele é parte do processo de aprendizagem e o evidencia.

A autoestima é trabalhada pelo jogo e a simulação da vida em grupo. Esta interação foi percebida quando alunos apáticos ou que não se relacionavam com os colegas foram instigados a conversar sobre as regras estabelecendo quem jogava e quem conferia as respostas. Murcia (2008) afirma que o jogo tem como potencialidade simular a prática social favorecendo a utilização do que foi apreendido no jogo em suas ações cotidianas.

Além disso, o lúdico confere um ambiente informal, livre e segundo Miranda (2001) o jogo didático favorece o desenvolvimento de várias áreas como a cognição, a afeição, a socialização e a motivação, fator que favoreceu a interação dos alunos com o jogo.

Embora o ambiente fosse extremamente informal, descontraído, com risos constantes diante do erro do jogador ou do adversário, percebia-se um anseio em vencer o jogo, logo havia também afimco e preocupação em jogar e concentrar-se em seu papel de jogador.

O anseio em vencer o jogo fez com que os alunos lessem as cartas bônus com atenção sendo perceptível a preocupação em interpretá-las corretamente para que realmente auxiliasse na solução dos problemas.

Considerando que os problemas apresentados pelo jogo são recortes de fatos da realidade, para solucioná-los os alunos recorreram à carta bônus quando não conseguiam resolver a questão da carta problema utilizando apenas seus conhecimentos prévios de biologia celular. Segundo Campos, Bortoloto e Felício (2008) ao buscar soluções para o problema o aluno tem contato direto com o conhecimento, desta forma, poderá preencher as lacunas deixadas pela transmissão oral do conhecimento.

Nesta perspectiva, o jogo contribuiu para a contextualização que é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena, onde o aluno interagiu diretamente com o conhecimento, favorecendo a aprendizagem.

Campos, Bortoloto e Felício (2008) afirma que o jogo não pode ser o início nem o final de um processo de ensino-aprendizagem, ele é o elo entre o pensamento atual do indivíduo para estágios mais elevados do conhecimento. Essa afirmação foi percebida no momento da utilização do jogo, onde alunos com dificuldades em compreender a biologia celular, não associavam o bônus como possível resposta ao problema. Portanto, o jogo não poderá ser o único instrumento de ação pedagógica.

1.12 RESULTADOS OBTIDOS

O conhecimento de biologia celular encontra-se implícito em diversas situações do cotidiano, no entanto, um conhecimento específico sobre uma determinada organela impulsiona a produção de um produto ou serviço. Embora todas as organelas estejam envolvidas indiretamente na manutenção da vida na célula, optou-se por garantir maior qualidade nas informações, utilizar dois instrumentos de verificação que consideramos complementares entre si.

Tendo como ponto de partida o objetivo deste trabalho que se delimita em identificar as contribuições do jogo didático para a aprendizagem dos conceitos acerca do metabolismo celular através da utilização do jogo didático elaborado, os instrumentos utilizados para análise dos resultados buscaram identificar:

- 1- Se o aluno possui conhecimento científico acerca das organelas celulares e suas funções;
- 2- Se utilizou o conhecimento da biologia celular para responder situações onde o fato apresenta a aplicação do conhecimento de biologia celular;
- 3- Se o educando apresenta uma cultura de participação ou posicionamento em assuntos que envolvem o conhecimento de biologia celular

- Se o aluno possui conhecimento científico acerca das organelas celulares e suas funções.

Para ler e entender a mensagem do Greenpeace, e entender os outros dois textos do segundo instrumento de verificação, acredita-se assim como Krasilchic, (2004) ser necessário que o aluno conheça os conceitos e as funções de todas as organelas, pois este se constitui no conhecimento da biologia clássica que deverá ultrapassar a forma descritiva que enfatiza a nomenclatura, fragmenta o conhecimento sem relacioná-lo com o processo científico e a inserção da mesma na sociedade.

O conteúdo deve ser mediado objetivando a alfabetização científica considerada por Hazen e Trefil, (2005) como equivalentes à linguagem. Esta comparação considera que a linguagem proporciona o entendimento entre os homens, sendo que, o indivíduo que não apresenta conhecimentos científicos fica

impossibilitado de entender a realidade, pensada e organizada a partir da ciência e da tecnologia (CHASSOT, 2003).

Para identificar os conhecimentos científicos inseridos nos contexto da informação contida nos instrumentos de verificação foram utilizadas as seguintes questões: a) Que parte da célula os cientistas manipulam para modificar geneticamente o arroz?

“[...] no núcleo é o DNA que será modificado;” (A1, A2, A3, A9, A35);

“No DNA;” (A5, A6, A7, A13, A19, A27, A28);

“[...] manipulam o DNA” (A4, A20, A27);

“DNA” (A18, A37);

“[...] O DNA terá genes ou gene diferentes e a célula produz suas proteínas a partir da expressão do gene por isso a composição do arroz transgênico será diferente”. (A 21).

As respostas obtidas demonstram que os alunos apresentam um conhecimento sobre a função da organela em questão, e nos oferece resultados diferentes daqueles obtidos por Pedrancini (2007) e Bastos (1992) em que os alunos confundiam célula com moléculas e átomos, pois para responder a esta questão tinham que evidenciar uma estrutura da célula e sua especificidade. Para identificar se conheciam a função da organela em discussão questionou-se o seguinte: b) Qual é a função da estrutura celular que será modificada neste caso? E as respostas obtidas para esta questão:

“Produção de proteínas” (A4, A13, A16);

“Comanda toda função celular através da síntese de proteínas” (A23, A39);

“É no DNA que tem os genes, portanto é ele que comanda toda a síntese de proteína” (A3, A12, A20, A29, A35);

“Ele serve de molde para produção de proteínas” (A11).

Nesta questão o objetivo foi identificar se o aluno relaciona a estrutura celular (DNA) com sua função na célula. Percebemos que embora diferentes frases fossem expostas, a maioria relaciona o núcleo à síntese de proteínas. No entanto, algumas respostas evidenciam claramente a função do núcleo no comando das funções vitais da célula:

“Comanda toda função celular através da síntese de proteínas” (A21, A19);

“Ele fará uma cópia de si mesmo a célula vai ser modificada” (A5);

“Vai fazer uma cópia dela mesma e modificara a célula” (A3);

“dar as necessidades diárias da célula”; “ser tolerante ao agrotóxico glifosato de amônia” (A21);

Com a pretensão de investigar ainda mais sobre a função do DNA e como era compreendida a função das proteínas por ele produzidas, questionou-se o seguinte: c) Haverá uma modificação na composição protéica do arroz?

As respostas apresentadas foram as seguintes:

“ haverá, pois o gene é modificado”; (A1)

“Sim, pois o gene comanda a síntese de determinada proteína”. “Sim, pois se mudar o DNA todas as proteínas mudam” (A14)

Considera-se que as respostas apresentadas nestas questões demonstram que os alunos conhecem a função do DNA enquanto responsável pela manutenção da vida na célula evidenciando conhecimentos mínimos como fatos, vocabulários, conceitos, que envolvem o fato. Segundo Hazen e Trefil (2005), conhecer o vocabulário e os conceitos são requisitos mínimos para que o indivíduo seja alfabetizado cientificamente.

Com interesse de verificar o conhecimento sobre as demais organelas celulares utilizou-se o instrumento 2 que pode ser verificado em sua íntegra no APÊNDICE B. Considerando que em situações reais não são sugeridas alternativas nem pistas para identificar o conhecimento científico intrínseco nas notícias questionou-se: 1- Durante a leitura do texto acima, que conhecimentos de biologia celular você percebe que estarão inseridos no tratamento da doença SCID (síndrome da imunodeficiência combinada grave)?

Algumas respostas foram imprecisas para o que se buscou como, por exemplo:

“Precisa conhecer as partes da célula” [...] (A 1)

“conhecer as partes da célula suas funções e problemas que acontecem nela”.
(A13)

Observando este fragmento de mensagem podemos apenas concluir o que já foi observado nas questões do primeiro instrumento, as quais demonstram que os alunos reconhecem que a célula possui estruturas e que suas funções vitais são determinadas por elas.

No entanto, em algumas respostas como estas:

“núcleo e síntese protéica da célula” (A1, A3, A29);

“[...] que podemos retirar os genes defeituosos e inserir um gene remédio que produz corretamente a proteína” (A2, A37);

“Conhecimento sobre cromossomos que nessas pessoas apresentam defeitos
(A11).

Demonstram que houve a aprendizagem sobre a função do DNA e sua função na célula reafirmando, agora em outro contexto que os alunos entendem o DNA como estrutura responsável pela manutenção da vida na célula a partir da síntese protéica.

Ainda com intenção de buscar evidências acerca da interação entre as estruturas celulares se inquiriu: 3- Como o gene terapêutico atua na célula e quais possíveis organelas estarão envolvidas na produção da nova proteína? (texto 1)

“As mitocôndrias produzirão a energia para que o Complexo de Golgi transporte a proteína produzida para o restante da célula ou seu destino” (A22);

“Após produzida proteína correta o Complexo de Golgi leva para fora da célula”
(A33).

As organelas citadas apresentam envolvimento direto com a síntese de proteínas e foram citados nas respostas que trouxeram fragmentos do texto explicando sobre a atuação do gene na célula e concluindo com as organelas envolvidas.

Para que os processos de obtenção de matéria e energia do meio externo fossem discutidas, o texto 2 foi usado como pano de fundo para instigar como os alunos entendem as trocas de matéria com o meio através da membrana plasmática

que questionava o seguinte: 1- Que conhecimentos de biologia celular você identifica nesta notícia?

“[...] que a água entra pela membrana plasmática”; “o conhecimento aplicado é o da osmose” (A21);

“Sobre a entrada e saída de água, sobre a membrana plasmática. Osmose é o principal conhecimento” (A 18);

[...] “organelas, aquaporinas, proteínas e glicerol” (A12).

As respostas fazem referência correta à membrana plasmática e sua atuação no processo de entrada e saída de substâncias, no entanto nenhuma resposta estendeu-se explicando o destino da água ou demais substâncias que adentram a célula através da membrana plasmática.

Analisando a entrevista até este ponto já se considera que o indivíduo apresenta conhecimentos sobre as organelas e suas respectivas funções, e que apresenta condições de identificar situações em que o conhecimento sobre biologia celular foi aplicado.

O que pode ser considerado até esta etapa da pesquisa é que o conhecimento científico foi apreendido e poderá transformar-se em ferramenta emancipadora do sujeito, pois ele poderá generalizar o conhecimento aplicando-o em outros contextos. (MARTINS, 1997).

Portanto, compreendemos que é necessário que o aluno tenha o conhecimento científico sobre as organelas, saber que cada uma exerce uma função, mas que interagem em conjunto promovendo a vida. Além disso, a maioria delas é criada a partir do comando do DNA. No entanto, como o conhecimento de biologia celular tem sido aplicado em produtos processos e serviço se entende ser necessário verificar:

- Se aluno utilizou o conhecimento da biologia celular para responder situações onde o fato apresenta a aplicação do conhecimento de biologia celular.

Considerando que o conhecimento de biologia celular tem sido aplicado em produtos, processos e serviços que o sujeito utiliza torna-se necessário que a prática pedagógica instigue o aluno a perceber onde este conhecimento foi aplicado.

Para verificar o entendimento da aplicação do conhecimento no contexto social o instrumento 1 questiona em sua pergunta d:

Provavelmente você se alimenta de arroz em algumas das refeições da semana. Se houver uma mudança em sua composição a qual você desconheça, diante disso, irá comer arroz com a mesma frequência? Justifique?

Assim as respostas obtidas nesta questão relatam que podem deixar de alimentar-se com arroz, pois não sabem direito sua composição:

“Não, pois sabendo que foi modificado seu teor de proteínas também será modificado e talvez não me proporcione a mesma qualidade de vida” (A21).

No entanto, há respostas de alunos que entendem que dificilmente saberão identificar se o produto é transgênico ou não, e se essa falta de informação acabará interferindo na sua decisão respondendo a questão desta forma:

“Sim, porque não vou saber diferenciar” (A18)

“Sim, o arroz tem coisas que são boas para mim e eu gosto” (A 14)

“Sim porque se não apresentou efeitos colaterais quando eu desconhecia não iria mudar quando eu conhecesse.” (A 9)

As respostas acima evidenciam que discutir sob o enfoque CTS a biologia celular pode contribuir para a liberdade de escolha, pois na ausência de conhecimento os hábitos são modificados pelo contexto social sem que seja percebido pelo indivíduo.

Assim como afirma Colombo e Bazzo (2007) a inserção dos conhecimentos aliados à tecnologia condicionam o homem a viver segundo as necessidades impostas pelo contexto social, organizadas e pensadas a partir da ciência e da tecnologia.

Neste caso, a práxis social que é entendida como aquela onde o sujeito atua consciente, e esta consciência é obtida pelo conhecimento científico, transforma-se em uma prática, onde as atitudes (ações) são desprovidas de reflexão.

O conhecimento quando localizado na sociedade e discutido suas intencionalidades permite ao educando compreender que todos os produtos são fabricados com uma intencionalidade comercial e que nem sempre atendem às necessidades de saúde e bem-estar de todos e que é apresentada nesta resposta: *“depende da mudança que vão fazer no arroz” (A1)*, o indivíduo será capaz de

realizar uma escolha consciente, pois se a mudança não oferece riscos ele poderá fazer uso do produto.

Este nível de conhecimento é considerado como alfabetização científica multidimensional entendida como aquela capaz de oferecer condições de aquisição e compreensão dos conceitos básicos, e ainda possibilitar a avaliação de informações para uma práxis social.

Estar alfabetizado cientificamente requer, além do conhecimento científico, a capacidade de perceber que diferentes situações do cotidiano são pensadas e realizadas a partir da ciência e da tecnologia, por isso os alunos foram questionados acerca de quais conhecimentos precisam ter para participar na sociedade de forma consciente. As respostas foram apresentadas desta forma:

“Precisamos conhecer a parte que foi modificada na estrutura celular” (A15);

“[...] tem que saber que mudando a estrutura de uma célula, ela nem sempre produzirá coisas boas” (A40);

“[...] conhecimento sobre transgênicos que é mudança na célula” (A2).

Segundo a bibliografia (OLIVARES, 1998; BERBEL, 1998; PARANÁ, 2009) quando o conhecimento é problematizado induz à busca de novos conhecimentos necessários para o entendimento do fato e contribui para a formação do pensamento crítico, esta abordagem problematizadora é importante para a mediação da biologia celular, pois estabelece relações entre o conteúdo e sua aplicabilidade e pode conduzir o educando a iniciar uma prática de inferências entre o conteúdo aprendido e sua interferência no contexto social.

A última análise é delimitada se o conhecimento favorece a participação em movimentos que podem regular a inserção dos conhecimentos científicos, ou seja:

- se o aluno apresenta uma cultura de participação ou posicionamento em assuntos que envolvem o conhecimento de biologia celular.

Na perspectiva de que o conhecimento apreendido mediado através do instrumento “Jogando com a célula”, considerando que aprendizagem não é estanque, mas, influenciada pelo contexto histórico do indivíduo, esta etapa tem como pretensão verificar através de uma simulação, a participação dos educandos na práxis social.

O exercício de uma práxis social é possível mediante uma alfabetização científica multidimensional, entendida como aquela em que o sujeito consegue aplicar o conhecimento em diferentes situações do cotidiano, esta etapa é complementar e finalizadora para nossa investigação acerca da aprendizagem multidimensional.

Após perceber que o conhecimento científico é aplicado em diferentes situações do cotidiano, questionamos sobre a importância da participação em movimentos que regulam a inserção de produtos, processos ou serviços oferecidos à sociedade através da seguinte questão:

f) Você considera importante participar de movimentos que regulam ou pelo menos emitem opiniões populares a respeito de decisões como esta? Por quê?

“Sim, a pessoa deve ser entendida sobre as mudanças que ocorrem, o que fazem com os alimentos” (A21);

“Sim, porque assim vemos as opiniões que acabam impedindo ou incentivando a produção de alimentos ou outras coisas” (A14);

“Sim, porque são com esses movimentos que conseguimos opinar sobre os assuntos e talvez mudar as decisões” (A8).

Percebemos que 98% dos alunos que responderam estas questões se preocuparam em preencher a parte do instrumento que assinava o manifesto contra o arroz transgênico, e justificaram seu posicionamento:

“[...] assinando vou ajudar a todos que se alimentam de arroz sem saber sua composição e pode prejudicar a saúde” (A10)

Quando o alunos se preocupam em participar do manifesto respondendo as que o aluno passou a agir por estar consciente de sua posição enquanto sujeito atuante na sociedade. Para isso o conhecimento de biologia celular agora apresenta-se num patamar mais elaborado a catarse, pois, o aluno passou da ação de compreensão para uma atuação. Ao escolher assinar o manifesto consciente do conhecimento aplicado e sua importância no contexto social.

Para Auler e Bazzo (2001) para que o indivíduo possa participar de ações que regulem a inserção dos conhecimentos, é necessário que a escola incentive a participação, criando o que é definido pelos autores como uma “cultura de participação”.

A escola deve incentivar o interesse dos alunos a participar ativamente das decisões coletivas, para que eles compreendam que também integram a sociedade e devem responsabilizar-se por ela. Através do conhecimento sobre a aplicação do conhecimento e como isso interfere em seu cotidiano, o indivíduo se manifestará sobre o assunto. Percebemos através desta pesquisa que antes da cultura de participação, é necessário entender do que se trata, e isto é possível apenas quando ele consegue utilizar o conhecimento científico como instrumento de leitura da realidade.

O enfoque CTS, neste sentido, auxilia o educando a compreender que a ciência e a tecnologia são produzidas pelo homem, por isso, é histórico e intencional, cuja intenção é baseada em valores do momento atual de uma sociedade capitalista. Este entendimento é percebido quando utilizamos as questões que buscam averiguar a intencionalidade da produção de todos os bens elaborados a partir do conhecimento científico. Buscou-se evidenciar isso com questões 3 do texto 2: 3 - Comparando a notícia **A ESPERANÇA DE APLICAÇÃO** com a notícia anterior **TERAPIA GÊNICA** percebemos que o conhecimento pode ser aplicado tanto em produtos farmacêuticos quanto em produtos supérfluos. Quais os critérios que você considera que são definitivos para os cientistas empregarem o conhecimento produzido em produtos farmacêuticos ou produtos considerados supérfluos?

Percebe-se pelas respostas que há um entendimento que a questão da rentabilidade e do lucro é mais importante que o bem-estar das pessoas. Estas evidências são encontradas nas seguintes opiniões:

“É a rentabilidade do produto.” “Geralmente eles vêem qual dá mais lucro e fabricam.” “às vezes é a necessidade da sociedade” (A 9)

“Por comercialidade” (A 18)

“Para os produtos superfluos eles querem ganhar mais dinheiro” (A 15)

Este entendimento ajuda a combater o *lisses fire* (cheque em branco) da ciência que se constitui numa concepção herdada do positivismo lógico que propõe que quanto maior o desenvolvimento científico maior será a produção de tecnologias e, conseqüentemente, maior bem-estar social. (BAZZO et al, 2003).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a execução deste trabalho, diferentes etapas conduziram a reflexões pertinentes ao processo de alfabetização científica. Através da análise bibliográfica acerca do conhecimento científico da biologia celular percebe-se que o nível de conhecimento alcançado pelos alunos não atingia o nível nominal, enquanto o panorama social requer que o ensino de biologia celular ofereça aos alunos conhecimentos que favoreçam a leitura da realidade utilizando como instrumento mediador o conhecimento científico apreendido na escola.

Os resultados obtidos com a aplicação do jogo se diferem dos citados por Bastos (1992) e Pedrancini (2007), pois as respostas demonstram que os alunos apresentaram conhecimentos acerca da célula como unidade viva que apresenta estruturas e suas respectivas funções.

Acredita-se que os resultados positivos sejam decorrentes da contextualização do conhecimento, que ao ser problematizado instigou o aluno a buscar a solução através do conhecimento científico.

O conhecimento científico foi revisado através do jogo, no entanto, a problematização na maioria das vezes apresentou-se como novas situações da inserção do conhecimento na sociedade. E assim, a problematização é considerada como fator motivador da aprendizagem, pois o conhecimento perdeu seu caráter de ciência pura sem vínculo à realidade.

Os resultados do jogo demonstram que os alunos identificaram a célula e suas estruturas, também ficou evidente que compreendem algumas aplicações deste conhecimento na superestrutura social pensada a partir da intencionalidade do homem desse momento histórico e desta sociedade, demonstraram-se capazes de aplicar este conhecimento em situações do cotidiano.

No entanto consideramos para este momento que os resultados da utilização do jogo nos demonstram que ele auxilia na promoção da alfabetização científica multidimensional, sendo considerado como o nível de conhecimento em que o indivíduo aplica o que aprendeu em seu cotidiano. Esta afirmação pode ser constatada quando utilizam conhecimentos da biologia celular para interpretar e posicionar-se diante dos textos utilizados como instrumentos de verificação, que forma escolhidos exatamente por se apresentarem como situações do cotidiano que envolvem conhecimentos acerca da biologia celular.

Considerando, que o conhecimento é apreendido pelo indivíduo mediado por diferentes situações, o jogo contribuiu com a aprendizagem devido a sua potencialidade de motivador, contextualizado e também por oferecer uma revisão da biologia celular clássica (conhecimento científico).

As limitações do jogo identificadas estão relacionadas às cartas problemas e a impossibilidade de percepção do trabalho conjunto que as organelas realizam.

As cartas problemas necessitam de constantes atualizações, pois como referido durante este trabalho, o conhecimento aplicado é produção humana, logo, social, histórica e intencional.

Outra limitação do jogo é que ele não permite a discussão da integração entre as organelas enquanto estruturas interdependentes, somente em alguns casos como a mitocôndrias, o DNA, e o complexo golgiense foram referenciados nos resultados obtidos neste trabalho.

Para finalizar pode-se afirmar tudo que envolve o processo educativo, seja uma abordagem teórica, seja uma estratégia de ensino, como o jogo, por exemplo, constitui-se em produção humana. Então sempre estarão imbricados de intencionalidade, sendo pensadas e válidas para este momento histórico, neste modelo de sociedade e devido a essa característica devem ser constantemente superadas.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D. **Biologia molecular da célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998.

ANDRIOLI, W. J. **Otimização das condições de cultivo de *Humicola grasea* var *Thermoidea* visando a produção e o isolamento de metabólitos secundários metabolicamente ativos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Revista Ciência e Educação**, v. 7, n. 7, p. 1-13, 2001.

BARATA, T. S. Caracterização do consumo de arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., Ribeirão Preto, 2005. **Anais...** Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/artigos/index.php>> Acesso em 1 jan. 2010.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Revista Em Aberto**, Brasília, n. 55, 1992.

BAZZO, W. A. et al. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Revista Visión Morfológica**. v. 1, n. 1, 1998.

CAMPOS, L. M.; BORTOLOTO, T. M., FELÍCIO, A. K. C. **Uma Proposta para Favorecer a Aprendizagem**. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos>> Acesso em 31 jul. 2008.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. São Paulo: Cultrix, 2005.

CASTRO, C. M. **A prática da pesquisa**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira De Educação**, n. 22, p. 89-100, jan. abr. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>> Acesso em 17 jan. 2009.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento brasileiro. **Sala de lectura CTS+I**. Disponível em: <www.oei.es/salactsi/colombo.htm>. Acesso em 02 mar. 2007.

DUMONT, A. **Uma breve reflexão sobre a gênese da psicologia** In: Boletim 2005 CDPH /UFMG/FAE). Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-98432005000200002&script=sci_arttext

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GASPARIM, J. L. **Uma didática para uma pedagogia histórico-crítica**. Campinas (SP): Autores Associados, 2003.

GEWANDSNAJDER, F.; LINHARES. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2008.

GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; CEREZO, J. A. L. La educación en valores através de CTS. **Sala de lectura CTS+I**. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/mgordillo>>. Acesso em: em 02 mar. 2008.

HAZEN, R.; TREFIL J. **Saber ciência**. Campinas (SP): Autores Associados, 2005.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

KRASILCHIC, M. **Prática do ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo. EDUSP, 2004.

MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. Série Idéias n. 28, São Paulo: FDE, 1997. p. 111-

122. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf>. Acesso em 2 mar. 2010.

MAYR, E. **Biologia ciência Única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia Das Letras, 2006.

MING, L.; SALVADOR, A.; COSTA, N. A ciência a favor da beleza. **Revista Veja**, São Paulo, v. 43, n.9, ed. 2154, p. 88-96, 3 mar. 2010.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p.517-531, 2005.

MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

OLIVARES, M. E.; RESTREPO L. R. U. Aprendizaje Basado en Problemas en Las Ciencias Básicas. **Revista Visión Morfológica**, v. 1, n. 1, 1998.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares Estaduais para o Ensino de Biologia**. Curitiba: SEED, 2009.

PEDRANCINI, V. D. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 2, p. 299-309, 2007.

SANTOS, C. S. **Ensino de ciências**: abordagem histórico-crítica. Campinas (SP): Autores Associados, 2005.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 27. ed. Campinas (SP): Autores Associados, 1993.

SCHWARTZMAN, S. **Pesquisa acadêmica, pesquisa básica e pesquisa aplicada em duas comunidades científicas**. 1979.

Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/acad_ap.htm>. Acesso em 4 abr. 2009.

SETUBAL, A. A. **Pesquisa em serviço Social**. São Paulo: Cortez. 1995.

STEFANELLO, S. R. R.; MORAES, M. F. P. G. O corpo humano enquanto corpo social: o ensino de fisiologia humana sob a perspectiva histórica e filosófica como mediadores para a compreensão da inserção da ciência e da tecnologia na sociedade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/1%20CTS/CTS_Artigo5>. Acesso em 14 fev. 2010.

VILCHES, A.; FURIÓ, X. Ciência Tecnologia e Sociedad: implicações em la educación científica para el siglo XXI. CONGRESO INTERNACIONAL, 1., “Didáctica das Ciências” y Taller Internacional sobre la Enseñanza de Física. **Anais...** 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Caros alunos. Sou mestranda do curso de Pós Graduação de Ensino de Ciência e Tecnologia e minha dissertação consiste em elaborar um jogo que auxilie o processo de ensino aprendizagem de biologia celular.

O jogo foi utilizado por você e agora vamos verificar suas contribuições para o entendimento da biologia celular.

1 - Vamos ler o texto abaixo e seguir as instruções que virão em sequência

O ARROZ NOSSO DE CADA DIA

O arroz é o principal componente da dieta básica da população mundial. É, portanto, um alimento de extrema importância para a segurança alimentar mundial e, em função disso, aspectos relacionados à sua produção e consumo devem ser continuamente monitorados e avaliados em profundidade, para que o seu suprimento seja garantido. (BARATA, 2005)

O grão de arroz é rico em proteínas, sais minerais e vitaminas do complexo B. A título de exemplificação, a ingestão de 100 gramas de arroz cozido (cerca de quatro colheres de sopa) por crianças na faixa etária de 1 a 5 anos é capaz de suprir as necessidades diárias de 14% de proteínas, 6% em cálcio, 3% em ferro e 10% em zinco.

Além disso, o cereal é uma excelente fonte energética e de baixa caloria. Enquanto uma xícara de arroz (120 gramas) possui 270 quilocalorias, uma embalagem de macarrão instantâneo tem 445 quilocalorias. (www.agrosoft.org.br/agropag/18693.htm).

1 - A seguir, você tem um manifesto popular denominado de “cyberação” contrário à produção de arroz geneticamente modificado. Este manifesto está em uma página da internet e a participação é aberta a todos que são contra as experiências com o arroz geneticamente modificado.



Participe da nossa Cyberação:

Mensagem:

Caro Membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

Caro Sr. Marc Reichardt, presidente da Bayer CropScience América Latina

O arroz transgênico tolerante ao agrotóxico glufosinato de amônio, desenvolvido pela Bayer, não é plantado comercialmente em nenhum lugar do mundo. Estudos independentes expõem os potenciais efeitos perversos do arroz da Bayer para a saúde humana e o meio ambiente. Mesmo assim, a empresa está pedindo sua liberação para plantio no Brasil.

Até hoje, não existe consenso científico quanto à segurança dos alimentos transgênicos. Como consumidor e como cidadão, defendo que os brasileiros sejam tratados com respeito e transparência, e não como cobaias de um experimento de modificação genética de um dos principais componentes da nossa base alimentar. Por isso, peço que os senhores respeitem o princípio da precaução e recusem o pedido de liberação do arroz transgênico da Bayer (evento LLRice62, inscrito sob o número 01200.003386/2003-79).

EU DIGO NÃO AO ARROZ DA BAYER!

Nome: **Data Nasc.:**

E-mail: **Celular:**

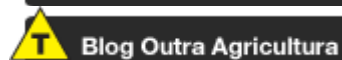
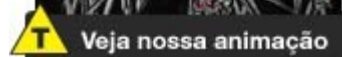
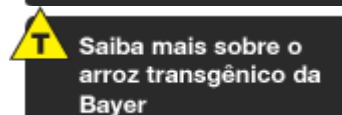
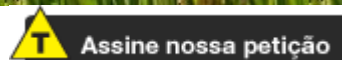
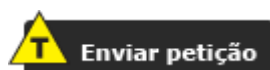
Estado: **Cidade:**

País:



Sim! Desejo receber mais informações sobre o Greenpeace.

* O Campo Celular não é obrigatório



2 - Após ter lido o texto acima vamos refletir um pouco sobre conceitos de biologia celular que nos ajudarão a decidir se assinamos esta “cyberação”.

- a) Em que parte da célula os cientistas manipulam para modificar geneticamente o arroz?
- b) Qual é a função da estrutura celular que será modificada neste caso?
- c) Haverá uma modificação na composição proteica do arroz?
- d) Provavelmente você se alimenta de arroz em algumas das refeições da semana. Se houver uma mudança em sua composição a qual você desconheça, diante disso, irá comer arroz com a mesma frequência? Justifique?
- e) Quais conhecimentos de biologia celular (ou outros conhecimentos) uma pessoa precisa ter para participar, sem ser influenciado pela opinião dos outros, em um movimento como o CYBERAÇÃO?
- f) Você considera importante participar de movimentos que regulam ou pelo menos emitem opiniões populares a respeito de decisões como esta? Por quê?
- g) O que pode mudar se as pessoas se manifestarem acerca de assuntos como os transgênicos?

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Caros alunos. Sou mestranda do curso de Pós Graduação de Ensino de Ciência e Tecnologia e minha dissertação consiste em elaborar um jogo que auxilie o processo de ensino aprendizagem de biologia celular.

O jogo foi utilizado por você e agora vamos verificar suas contribuições para o entendimento da biologia celular.

1- Vamos ler o texto abaixo e seguir as instruções que virão em sequência

TEXTO 1: Terapia gênica

Pela primeira vez, um método de terapia gênica reverteu os efeitos de uma doença genética chamada imunodeficiência combinada grave ligada ao cromossomo X (SCID).

Pacientes que sofrem dessa doença, chamada SCID, são obrigados a viver em ambientes completamente isolados (como no filme "o rapaz da bolha de plástico"), pois o sistema imunológico não defende o corpo de infecções. No caso dos bebês da pesquisa, a doença impedia a produção de glóbulos brancos pela medula óssea.

Metodologia

Pesquisadores retiraram do vírus os genes que o tornam capazes de causar doenças. Em seu lugar foi inserido o gene remédio, isto é, que produzia corretamente a proteína defeituosa e que corrigia o problema nas células.

O vírus modificado foi misturado com células-tronco da medula óssea retiradas dos bebês. O vírus infecta as células e passa os genes terapêuticos. Com o gene terapêutico, as células-tronco passam a produzir a proteína responsável pela estimulação das células de defesa, fazendo com que estas se desenvolvam, cresçam e se espalhem pelo corpo, destruindo os invasores. (Fonte: http://www.libertaria.pro.br/tdna_recombinante_intro.htm)

1- Durante a leitura do texto acima que conhecimentos de biologia celular você percebe que estarão inseridos no tratamento da doença SCID?

2- Você considera que um tratamento como este possa interferir em alguns valores culturais que dizem respeito à vida humana? Em caso de resposta afirmativa em que situação pode interferir?

3- Como o gene terapêutico atua na célula e quais possíveis organelas estarão envolvidas na produção da nova proteína?

TEXTO 2: A Esperança de Aplicação

Como todo processo bioquímico de manutenção da vida a eficiência das aquaporinas diminui à medida que a pessoa envelhece. Por isso, rins, coração enfraquecem e a pele se torna mais enrugada. As empresas de cosméticos anunciam que estão a um passo de encontrar fórmulas químicas capazes de manter as aquaporinas da pele em pleno funcionamento por muito mais tempo de modo que uma pessoa tenha uma cutis tão exuberante quanto aos 20 anos. Os cientistas têm várias estratégias para manter as aquaporinas em pleno funcionamento. A mais utilizada é a dos cremes em cuja fórmula entram proteínas sintéticas similares as naturais. Outro tipo de cosmético, lançado no mês passado na Europa, utiliza o glicerol com o objetivo de aumentar a quantidade de aquaporinas na membrana celular. (Fonte: MING; SALVADOR; COSTA, 2010)

1- Que conhecimentos de biologia celular você identifica nesta notícia?

2- Analisando a notícia **A ESPERANÇA DE APLICAÇÃO** responda:

a) O conhecimento de biologia para fabricar cremes para rejuvenescimento da pele foi bem aplicado?

b) Qual é o perfil de pessoas que poderão ser beneficiados com os cremes rejuvenescedores?

c) Você consegue identificar que ideologia está implícita na notícia acima? Explique.

d) Segundo a notícia, o conhecimento sobre aquaporinas será aplicado em produtos com finalidade comercial ou social? Justifique.

3- Comparando a notícia **A ESPERANÇA DE APLICAÇÃO** com a notícia anterior **TERAPIA GÊNICA** percebemos que o conhecimento pode ser aplicado tanto em produtos farmacêuticos quanto em produtos supérfluos. Quais são os critérios que você considera que são definitivos para os cientistas empregarem o conhecimento produzido em produtos farmacêuticos ou produtos considerados supérfluos?

APÊNDICE C



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa



MANUAL DIDÁTICO PARA APLICAÇÃO DO JOGO “JOGANDO COM A CÉLULA”

Solange Rosa Riconi Stefanello

PONTA GROSSA
2010

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tabuleiro.....	75
Figura 2 - Célula.....	76
Figura 3 - Organelas	76
Figura 4 - Membrana plasmática.....	77
Figura 5 - Lisossomo.....	78
Figura 6 - Complexo golgiense.....	79
Figura 7 - Retículo endoplasmático liso.....	80
Figura 8 - Peroxissomos	81
Figura 9 - Retículo endoplasmático rugoso	82
Figura 10 - Núcleo	83
Figura 11 - Núcleo.....	84
Figura 12 - Dado	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	71
1.1	FUNÇÃO PEDAGÓGICA.....	71
1.2	OBJETIVOS DO JOGO.....	72
2	REFERENCIAL TEORICO.....	72
3	DESENVOLVIMENTO DO JOGO.....	73
3.1	INSTRUÇÕES PARA O JOGO.....	73
3.2	ORGANIZAÇÃO DO JOGO.....	73
4	COMPONENTES DO JOGO.....	75
4.1	TABULEIRO.....	75
4.2	CÉLULAS.....	76
4.3	CARTAS DO JOGO.....	77
4.4	DADO.....	85
5	CARTÃO DE RESPOSTAS ESPERADAS.....	86
6	QUESTÕES QUE COMPÕE O JOGO.....	92
	REFERÊNCIAS.....	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 FUNÇÃO PEDAGÓGICA

As Diretrizes Curriculares Estaduais para o Ensino de Biologia (PARANÁ, 2009) documento que orienta o trabalho docente no ensino médio, em seus pressupostos norteadores, propõe que o conhecimento biológico a ser mediado pelo processo de ensino aprendizagem, tem como objeto de estudo o fenômeno da vida, que deverá se compreendida a partir da menor unidade viva a célula.

No entanto, ensinar sobre o fenômeno da vida para os alunos do ensino médio num momento em que a ciência e a tecnologia estão voltadas para o conhecimento da célula e a possibilidade de aplicar tais informações em produtos processo e serviços, consiste em um desafio para os professores. Para exemplificar o que acontece com a aprendizagem destes conceitos citamos pesquisas como de Bastos (1992) e Pedrancini (2007) mostram que os alunos mesmo ao final do ensino médio não apresentam um pensamento conceitual acerca da célula viva e chegam a confundir célula com átomos e moléculas.

Diante do que foi exposto sobre o desenvolvimento científico e tecnológico do conhecimento de biologia celular, a compreensão do fenômeno vida, a partir da célula, requer neste momento histórico além uma visão científica acerca da célula e seu funcionamento, considera-se necessário, uma abordagem da inserção deste conhecimento na sociedade e suas implicações. (HAZEN; TREFIL, 2005).

Entende-se então que não é suficiente que a aprendizagem aconteça apenas num nível funcional, quando os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam seu significado e em que contexto do cotidiano é usado este conhecimento. A aprendizagem desejável é aquela em que o aluno utiliza o conhecimento como ferramenta para compreender o contexto da prática social e realize uma *práxis* social. (KRASILCHIC, 2004).

No entanto sabe-se que, trabalhar o conteúdo científico com ênfase apenas nas nomenclaturas e função o educando por si não conseguirá estabelecer relações com o contexto social. O aluno não apreende sozinho, logo, o professor faz a mediação, neste caso, induz o aluno a perceber existem produtos, processos e serviços que são feitos a partir da manipulação da célula.

É com o propósito de instigar os alunos a entender que a biologia celular é aplicada em produtos e serviços que são incorporados no cotidiano e que já utilizamos produtos deste conhecimento que o jogo que será apresentado a seguir foi elaborado.

1.2 OBJETIVOS DO JOGO:

Que o aluno:

- Receba informações sobre a biologia celular;
- Conheça e reconheça as organelas e suas funções na célula;
- Reúna informações sobre a biologia celular e as entenda como aplicações em produtos, processos e serviços;
- Organize informações sobre metabolismo celular e seja instigado a compreender que este conhecimento tem uma aplicação no contexto social.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Pesquisadores como Bastos (1992) e Pedrancini (2003) afirmam que a biologia celular é um conteúdo pouco compreendido pelos alunos. Num momento em que o conhecimento sobre a biologia celular é aplicada em diversos produtos e serviços, a escola para cumprir sua real função que consiste em transmitir os conhecimentos científicos que permeiam o contexto social conduzindo o educando á compreensão deste conteúdo bem como sua aplicação no cotidiano.

O presente material tem como pretensão possibilitar uma revisão dos conceitos aprendidos sobre biologia celular no primeiro ano do ensino médio contextualizando a aplicação dos mesmos em diversas áreas como a medicina e na produção de alimentos. A contextualização apresentada em forma de problemas favorece a ação pedagógica do professor que tem como objetivo analisar a inserção do conhecimento na sociedade.

Este jogo pode contribuir com o processo de alfabetização científica multidimensional caracterizado por possibilitar uma reflexão entre o conhecimento e a prática social. (KRASILCHIC, 2004).

3 DESENVOLVIMENTO DO JOGO

3.1 INSTRUÇÕES PARA O JOGO

Professor deverá imprimir material necessário que se encontra nas próximas páginas que contém o jogo dividido nas seguintes partes:

- 1.1 O tabuleiro;
- 1.2 A célula vazada e as organelas celulares para completar a célula;
- 1.3 As cartas;
- 1.4 O cartão resposta;
- 1.5 O dado.

3.2 ORGANIZAÇÃO DO JOGO

Organize os alunos em trio.

Distribua o tabuleiro (página 6) que deve ficar sobre a mesa, o dado (página 12), e cada jogador deve ganhar uma célula “vazada” e as organelas (previamente recortadas) que se encontram na página 7.

As cartas devem ser organizadas por cor e tamanho.

EXEMPLO: as cartas azuis claro referem-se à membrana plasmática devem ser colocadas em montes, um para a carta menor azul claro (bônus) e outro monte ao lado para carta azul claro maior (problema).

Elas devem ficar com a parte escrita virada para baixo.

O cartão resposta ficará com o aluno “juiz” e será usado para conferir a resposta.

Professor oriente o seguinte:

- Dois alunos jogam e um aluno será o juiz que confere a resposta dos problemas e distribui as organelas.

Como jogar:

- Dispor o tabuleiro sobre a mesa.
- Jogar um dado quem obter maior pontuação inicia pela casa “início”
- Para marcar as casas utilizam-se as células em miniatura.

Joga-se novamente o dado e anda o numero de casas de acordo com a pontuação obtida.

Dependendo da pontuação obtida retira-se a carta da cor da casa podendo ser bônus (cartas menores) ou se a casa for problema retira-se a carta problema.

A carta bônus deve ser lida apenas pelo jogador que o retirou, pois, elas têm como função auxiliar na resposta do problema.

Quando a carta problema for retirada deverá ser lida e respondida em voz alta.

Se a resposta estiver correta o jogados recebe a parte da célula a que se refere o problema.

Quem vence o jogo?

Vence o jogo o jogador que completar a célula animal com suas estruturas básicas.

O desafio do jogo:

O desafio do jogo é reunir a maior quantidade de informações para resolver as situações problemas e adquirir assim as organelas para formar a célula.

4 COMPONENTES DO JOGO

4.1 TABULEIRO

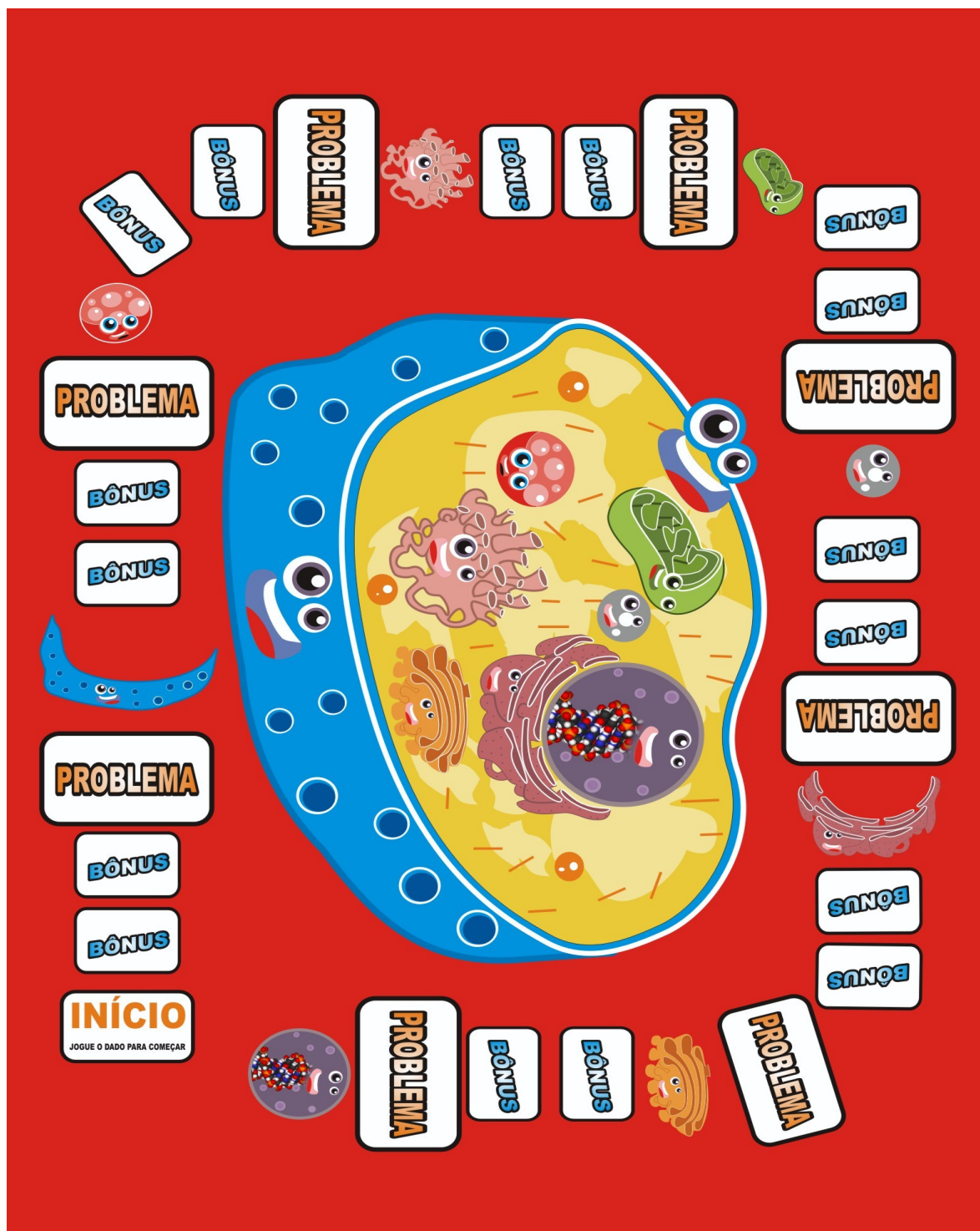


Figura 1 - Tabuleiro
Fonte: Autoria própria

4.2 CÉLULA VAZADA PARA COMPLETAR



Figura 2 - Célula
Fonte: Autoria própria

4.3 ORGANELAS PARA COMPLETAR A CÉLULA

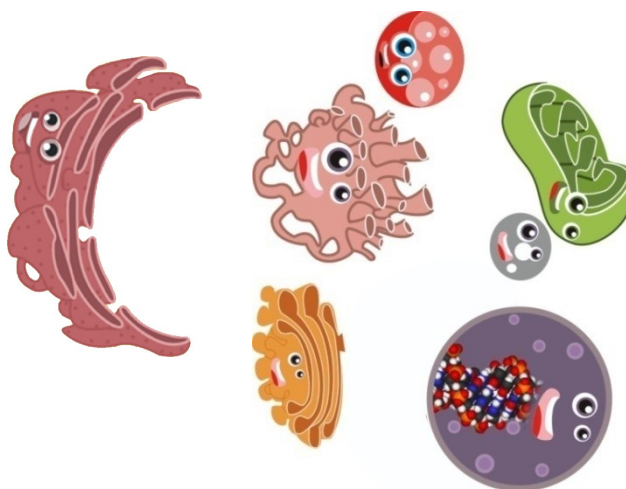


Figura 3 - Organelas
Fonte: Autoria própria

4.4 CARTAS



Figura 4 - Membrana plasmática
Fonte: Autoria própria



Figura 5 - Lisossomo
Fonte: Autoria própria



Figura 6 - Complexo golgiense
Fonte: Autoria própria



Figura 7 - Retículo Endoplasmático Liso
Fonte: Autoria própria

Os peroxissomos são pequenas vesículas que possuem entre outras enzimas a catalase responsável por degradar a água oxigenada produzida pela mitocôndria após o processo de produção de energia.

Os peroxissomos são responsáveis também pela degradação dos ácidos graxos. Quando os ácidos graxos são acumulados no cérebro eles destroem a bainha de mielina (estrutura que envolve o axônio do neurônio e possibilita o impulso nervoso) impedindo a transmissão dos impulsos nervosos.

O peróxido de hidrogênio é produzido na mitocôndria pelo processo de respiração celular. Qual organela é responsável pela sua transformação em H_2O e O_2 ?

Em que organela é produzida o peróxido de hidrogênio?

Uma mutação no cromossomo X é responsável pela doença ALD, retratada pelo filme óleo de Lorenzo caracterizada pelo acúmulo de ácidos graxos nas células do cérebro. Isso acontece porque o peroxissomo deixa de degradar uma substância. Qual?

Uma doença bastante rara faz com que o recém nascido morra após a primeira vez que são amamentados. Foi descoberto que eles morrem intoxicados por água oxigenada. Em que organela a criança apresenta defeito? Baseado em que você faz esta afirmação?

Figura 8 - Peroxissomos
Fonte: Autoria própria



Figura 9 - Retículo Endoplasmático Rugoso
Fonte: Autoria própria



Figura 10 - Núcleo
Fonte: Autoria própria

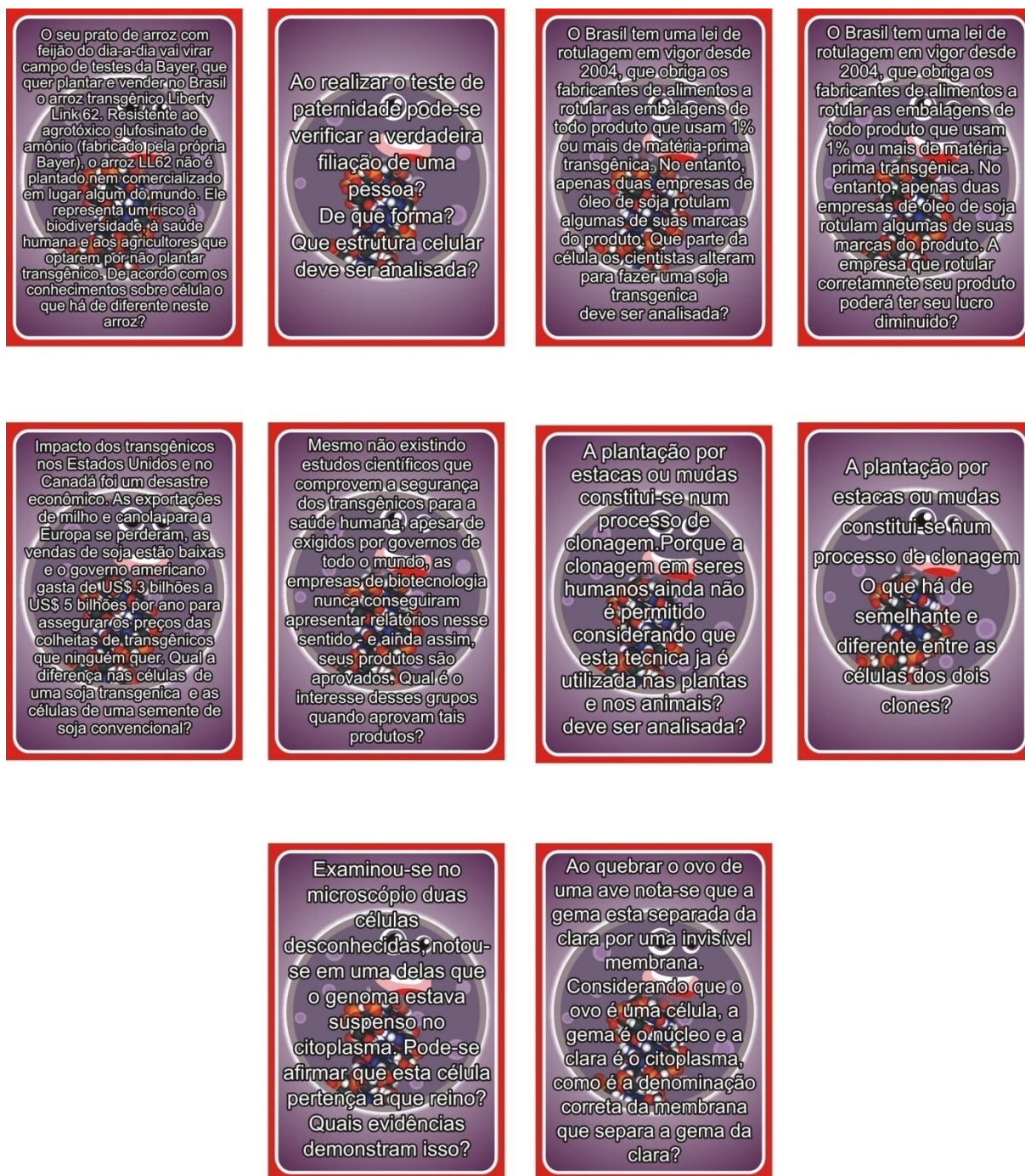


Figura 11 - Núcleo
Fonte: Autoria própria

4.5 DADO

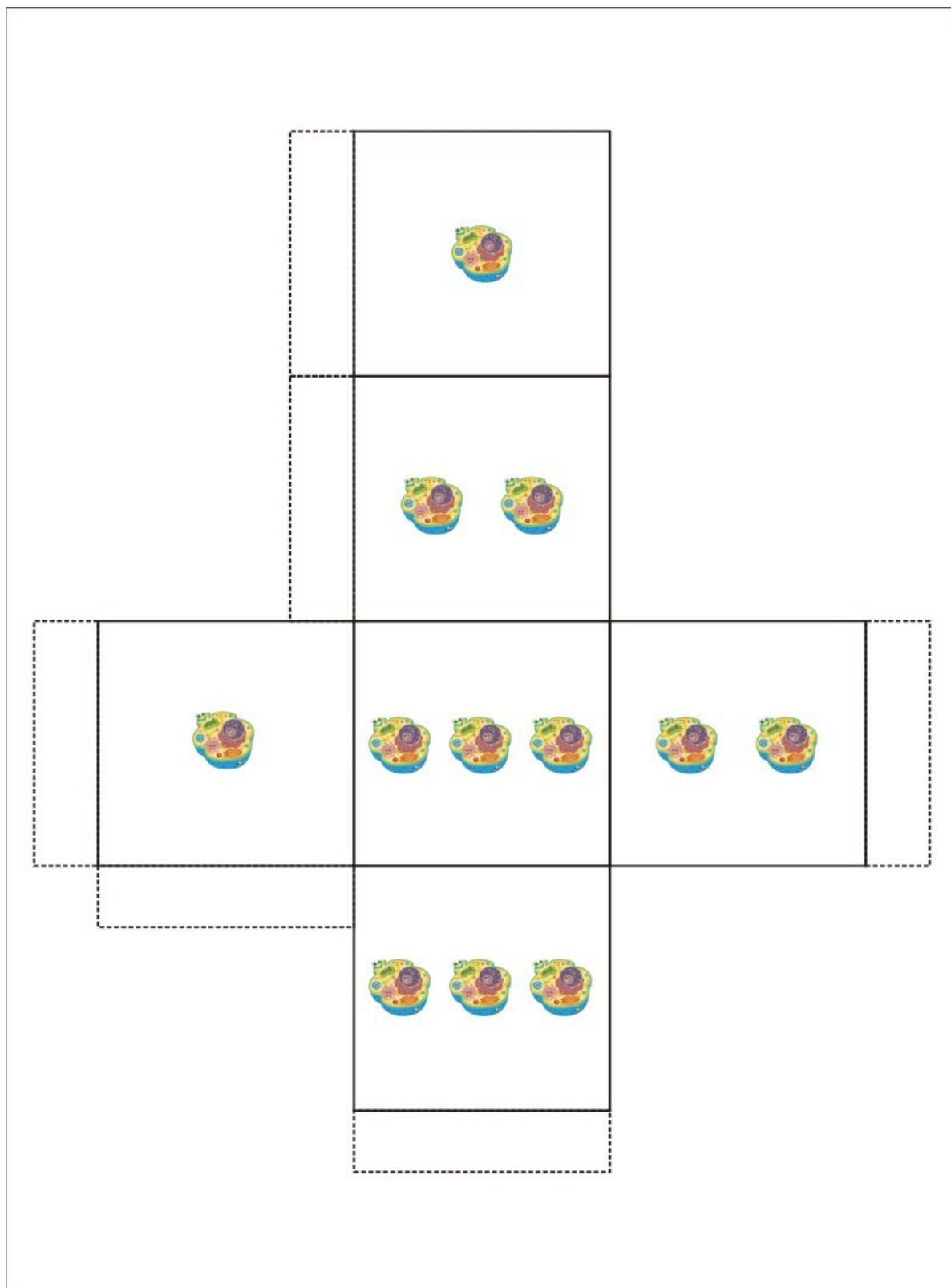


Figura 12 - Dado
Fonte: Autoria própria

5 CARTÃO DE RESPOSTAS ESPERADAS

MEMBRANA PLASMÁTICA

Como molécula de água chegará até o citoplasma?

UMA DAS FORMAS DE PASSAGEM DA AGUA É DO LOCAL MAIS CONCENTRADO PARA O LOCAL MENOS CONCENTRADO, OU SEJA, SE NO EXTERIOR DA CÉLULA HÁ MAIS AGUA QUE EM SEU INTERIOR A AGUA ENTRA NA CÉLULA NUMA TENTATIVA DE EQUILÍBRIO.

Um hormônio entra em qualquer célula do corpo?

NÃO, A MEMBRANA TEM PROTEÍNAS DETERMINADAS PELO DNA QUE PERMITEM A PASSAGEM APENAS DE HORMONIOS (QUE TAMBÉM SÃO PROTEÍNAS) QUE AQUELA CÉLULA UTILIZA.

As mãos estão constantemente em contato com bactérias. O que acontece na membrana da célula da bactéria se eu lavar as mãos com detergente?

COMO A MEMBRANA TEM LÍPIDIOS (GORDURA) O DETERGENTE A ROMPE, SE A COMPOSIÇÃO DA MEMBRANA DA BACTÉRIA FOR CONSTITUÍDA BASICAMENTE DE LÍPIDIOS O ROMPIMENTO DA MEMBRANA PROVOCARÁ A MORTE DAQUELA CÉLULA BACTERIANA.

A característica principal da membrana e sua permeabilidade seletiva. Explique o significado desta frase.

A MEMBRANA PLASMÁTICA SELECIONA QUE SUBSTÂNCIAS ENTRAM OU SAEM DA CÉLULA DE ACORDO COM A FUNÇÃO DA CÉLULA O QUE CARACTERIZA UMA NECESSIDADE DE DETERMINADOS NUTRIENTES.

LISOSSOMOS

Células animais quando privadas de alimentos passam a degradar partes de si mesmo. Neste caso, como o lisossomo participa desta autofagia?

O LISOSSOMO TEM O POTENCIAL DE DEGRADAR VÁRIOS TIPOS DE SUBSTÂNCIA INCLUSIVE SUAS PRÓPRIAS MEMBRANAS.

O glicogênio é a principal fonte de energia para os músculos. A degradação reduzida do glicogênio nos lisossomos leva ao acúmulo de glicogênio em praticamente todos os tecidos. A doença atinge principalmente os músculos estriados e o cardíaco. Quando o diafragma (músculo responsável pela respiração) é afetado, o paciente só consegue respirar através de aparelhos. Os sintomas da doença de Pompe podem ser confundidos com os de outras

doenças pela similaridade, mas em resumo os principais são: Musculatura muito flácida

- Problemas respiratórios progressivos
- Aumento do tamanho do coração.
- Um paciente com doença de Pompe tem uma deficiência em qual enzima do lisossomo?

GLICOSIDASE

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO

O uso constante de certos medicamentos e de drogas psicotrópicas (que atuam no cérebro e modificam o comportamento da pessoa) podem tornar o retículo endoplasmático mais desenvolvido aumentando a quantidade de membranas e de enzimas de desintoxicação, fazendo com que o organismo adquira tolerância a droga. Com base nesta situação o que deve ser feito para obter o mesmo efeito da droga o do medicamento no organismo?

UTILIZAR QUANTIDADES MAIORES DA DROGA

Um biólogo examina ao microscópio duas células: uma pertence a um indivíduo que nunca ingeriu bebida alcoólica e a outra a um homem que sempre bebe nos finais de semana. Uma das células apresenta o retículo endoplasmático liso três vezes maior do que a outra. De quem é a célula com o maior retículo endoplasmático liso? Justifique.

DA PESSOA QUE INGERE A BEBIDA ALCOOLICA. POIS O RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO DEGRADA AS SUBSTÂNCIAS ESTRANHAS QUE ENTRAM NA CÉLULA TRANSFORMANDO-AS EM SUBSTÂNCIAS QUE PODEM SER APROVEITADAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA

Como molécula de água chegará até o citoplasma?

A ÁGUA ENTRA LIVREMENTE NA CÉLULA.

Um hormônio entra em qualquer célula do corpo?

NÃO CADA CÉLULA TEM PROTEÍNAS QUE ATUAM COMO RECEPTORES ESPECÍFICAS.

As mãos estão constantemente em contato com bactérias. O que acontece na membrana da célula da bactéria se eu lavar as mãos no sabão?

O SABÃO ROMPE A MEMBRANA FORMADA POR FOSFOLÍPIDIOS (GORDURA COM FOSFATO) ENTÃO AS BACTÉRIAS MORREM ESTOURADAS.

A característica principal da membrana e sua permeabilidade seletiva. Explique o que é isso.

A MEMBRANA SELECIONA QUE SUBSTÂNCIAS PODEM ADENTRAR ASSIM CADA CÉLULA ESTA DETERMINADA A RECEBER SOMENTE SUBSTÂNCIAS QUE SÃO IMPORTANTES PARA SUA SÍNTESE.

COMPLEXO DE GOLGI

Entre as células da pele existe uma proteína resistente, o colágeno. Ele foi produzido no retículo endoplasmático rugoso. Mas sabe-se que esta proteína fica no exterior da célula epitelial. Que organela tem a função de transporte das substâncias que são produzidas no interior da célula?

COMPLEXO DE GOLGI

O crescimento das unhas e dos cabelos se dá através do acúmulo de proteínas (como a queratina) que são excretadas para fora das células formando a glândula pilífera (glândula do pelo). Que organela é responsável pela condução das proteínas para o meio externo a célula?

COMPLEXO DE GOLGI

MITOCONDRIAS

Qual é a evidência que sugere que as mitocôndrias surgiram de bactérias que formam fagocitadas por células procariontes?

POSSUI MECANISMO DE AUTODUPLICAÇÃO PRÓPRIO, SEU DNA É CIRCULAR SEMELHANTE AO ENCONTRADO NAS BACTÉRIAS.

As células dos músculos esqueléticos são as que apresentam maior em maior número de mitocôndrias. Além disso, suas mitocôndrias são as que possuem maiores cristas. Como você justifica essas duas características das células musculares?

AS CÉLULAS MUSCULARES NECESSITAM DE MUITA ENERGIA POR ISSO AS MITOCONDRIAS SÃO BEM DESENVOLVIDAS NESTE TIPO DE CÉLULA.

Se o microscópio eletrônico mostrar mitocôndrias agrupadas ao redor determinada região da célula, o que podemos concluir com isso?

QUE O TIPO DE CÉLULA ENCONTRADA NECESSITA DE MUITA ENERGIA

No citoplasma das células são encontradas em diversas organelas, cada uma com funções específicas mas interagindo e dependendo uma das outras para o funcionamento completo. Assim, por exemplo, os lisossomos estão relacionados ao complexo de Golgi e ao retículo endoplasmático rugoso e todas as mitocôndrias. Por que todas as organelas dependem da mitocôndria?

POIS, SÃO AS MITOCÔNDRIAS QUE PRODUZEM A ENERGIA NECESSÁRIA PARA TODAS AS FUNÇÕES DA CÉLULA.

PEROXISSOMOS

O peróxido de hidrogênio é produzido na mitocôndria pelo processo de respiração celular. Qual organela é responsável pela sua transformação o em H_2O e O_2 ?

PEROXISSOMOS

Em que organela é produzida o peróxido de hidrogênio?

MITOCONDRIAS

Uma mutação no cromossomo X é responsável pela doença ALD, retratada pelo filme óleo de Lorenzo. Isso acontece porque o peroxissomo deixa de degradar que tipo de substancia?

ÁGUA OXIGENADA

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO

Células que secretam hormônios (proteínas) apresentarão uma organela bem desenvolvida. Qual?

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO

Entre as células da pele encontramos uma proteína resistente, o colágeno. Em que parte da célula o colágeno foi produzido?

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO

Considerando a localização do retículo endoplasmático rugoso será que funciona passar creme na pele para aumentar a quantidade de colágeno que é uma proteína produzida no retículo endoplasmático?

NÃO, POIS, O CREME NÃO ESTIMULA A PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS QUE ACONTECE DENTRO DA CÉLULA.

NÚCLEO

O seu prato de arroz com feijão do dia-a-dia vai virar campo de testes da Bayer, que quer plantar e vender no Brasil o arroz transgênico Liberty Link 62. Resistente ao agrotóxico glufosinato de amônio (fabricado pela própria Bayer), o arroz LL62 não é plantado nem comercializado em lugar algum do mundo.

Ele representa um risco à biodiversidade, à saúde humana e aos agricultores que optarem por não plantar transgênico. De acordo com os conhecimentos sobre célula o que há de diferente neste arroz?

O DNA TERÁ GENE OU GENES DIFERENTES E A CÉLULA PRODUZ SUAS PROTEÍNAS A PARTIR DA EXPRESSÃO DO GENE POR ISSO A COMPOSIÇÃO DO ARROZ TRANSGENICO SERÁ DIFERENTE.

O Brasil tem uma lei de rotulagem em vigor desde 2004, que obriga os fabricantes de alimentos a rotular as embalagens de todo produto que usam 1% ou mais de matéria-prima transgênica. No entanto, apenas duas empresas de óleo de soja rotulam algumas de suas marcas do produto. Que parte da célula os cientistas alteram para fazer uma soja transgenica?

DNA

O Brasil tem uma lei de rotulagem em vigor desde 2004, que obriga os fabricantes de alimentos a rotular as embalagens de todo produto que usam 1% ou mais de matéria-prima transgênica. No entanto, apenas duas empresas de óleo de soja rotulam algumas de suas marcas do produto. A empresa que rotular corretamente seu produto poderá ter seu lucro diminuído?

TERÁ UMA DIMINUIÇÃO NO LUCRO POIS EXISTEM PESSOAS QUE OPTAM POR NÃO CONSUMIR ALIMENTOS TRANSGENICOS.

O impacto dos transgênicos nos Estados Unidos e no Canadá foi um desastre econômico. As exportações de milho e canola para a Europa se perderam, as vendas de soja estão baixas e o governo americano gasta de US\$ 3 bilhões a US\$ 5 bilhões por ano para assegurar os preços das colheitas de transgênicos que ninguém quer. Qual a diferença nas células de uma soja transgenica e as células de uma semente de soja convencional?

A COMPOSIÇÃO DAS PROTEÍNAS, EM UMA SOJA CONVENCIONAL SABEMOS QUE AS PROTEÍNAS EXISTENTES JÁ SÃO CONSUMIDAS HÁ MUITO TEMPO ENQUANTO NA SOJA TRANSGENICA NÃO SABEMOS QUE PROTEÍNAS SERÃO PRODUZIDAS COM AQUELE GENE.

Mesmo não existindo estudos científicos que comprovem a segurança dos transgênicos para a saúde humana, apesar de exigidos por governos de todo o mundo, as empresas de biotecnologia nunca conseguiram apresentar relatórios nesse sentido - e ainda assim, seus produtos são aprovados. Qual é o interesse desses grupos quando aprovam tais produtos?

O INTERESSE ECONOMICO.

A plantação por estacas ou mudas constitui-se num processo de clonagem. Porque a clonagem em seres humanos ainda não é permitido considerando que esta tecnica já é utilizada nas plantas e nos animais.

PORQUE EXISTEM LEIS QUE PROIBEM. A VIDA HUMANA ESTA RELACIONADA A VALORES CULTURAIS.

A plantação por estacas ou mudas constitui-se num processo de clonagem O que há de semelhante e diferente entre as células dos dois clones?

CLONES TEM CÉLULAS EXATAMENTE IGUAIS, PORTANTO NÃO HÁ NADA DE DIFERENÇA.

A apinéria (ausência de semente) é uma característica presente na uvas, sendo controlado por genes recessivos, no entanto cachos com esta característica são abortados pela planta. O interesse em cultivar uvas sem sementes levou os cientistas a fazer o cruzamento *in vitro* entre uvas apinéricas para obter apenas uvas sem sementes. Que parte da célula é responsável pela determinação desta característica.

DNA

Ao realizar o teste de paternidade pode se verificar a verdadeira filiação de uma pessoa? De que forma? Que estrutura celular deve ser analisada?

O DNA DEVE SER ANALISADO E CONTER BOA PARTE DE SEUS GENES IGUAIS.

Para que possamos produzir um tomate com características diferentes das que ele naturalmente possui, precisamos modificar qual estrutura celular?

DNA

Considerando que cada gene é responsável pela produção de determinada proteína o tomate transgênico terá uma composição química diferente do tomate não modificado?

SIM. SEMPRE QUE O DNA FOR MODIFICADO AS PROTEINAS CODIFICADAS POR ELE TAMBÉM SERÃO MODIFICADAS.

Examinou-se no microscópio duas células desconhecidas, notou-se em uma delas que o genoma estava suspenso no citoplasma. Pode-se afirmar que esta célula pertença a que reino? Qual evidência demonstra isso?

ESTA CÉLULA PERTENCE AO REINO PROCARIONTE POIS É O ÚNICO REINO EM QUE AS CÉLULAS NÃO O DNA NÃO É SEPARADO DO RESTANTE DA CÉLULA, OU SEJA, NÃO TEM CARIOTECA.

Ao quebrar o ovo de uma ave nota-se que a gema esta separada da clara por uma invisível membrana. Considerando que o ovo é uma célula, a gema é o núcleo e a clara é o citoplasma, como é a denominação correta da membrana que separa a gema da clara?

CARIOTECA OU MEMBRANA NUCLEAR

6 CARTAS PROBLEMAS E BÔNUS

Será apresentado a seguir o conteúdo que contém nas cartas do jogo

DNA

BÔNUS:

- Presente apenas em células eucariontes de 4 dos cinco reinos vivos: protista, fungos, animais e vegetais.
- Apenas as bactérias não apresentam seu material genético protegido por uma membrana, ele fica disperso no citoplasma.
- Separa o núcleo do citoplasma.
- É formado de dupla camada de fosfolípidios e proteínas intercaladas.
- É a fita de DNA a responsável pelas características da célula. É nele que se encontram as informações genéticas.
- O DNA é copiado formando o RNA
- DNA está subdividido em genes. Gene é apenas uma parte de todo DNA que determina uma característica ou dependendo do organismo vivo, vários genes agem em conjunto para determinar a características.
- Assim como as 27 letras do alfabeto formam todas as palavras os genes (que são apenas partes do DNA) são formados por 4 elementos básicos: Adenina, timina, citosina e guanina. Sendo representados por A, T, C e G.
- De acordo com o tamanho do ser vivo seu DNA apresenta tamanho diferente. Por exemplo, uma bactéria é formada por 2 milhões de pares de bases A, T, C e G enquanto para um mosquito seu DNA é formado de 125 milhões de bases A, T, C e G e no homem 3,2 bilhões de bases.
- Uma alteração na sequência das bases, ou em um gene, formará uma proteína diferente, possibilitando assim características diferentes no indivíduo.
- Como o DNA é formado por uma fita dupla uma metade da fita é herdada da mãe enquanto a outra metade é herdada do pai.
- Um gene é transcrito em RNA e sai para o retículo endoplasmático rugoso, onde irá ser lido realizando um recrutamento de aminoácidos que formarão a proteína desejada.
- Cada gene codifica um tipo de proteína, ou seja, a parte do DNA é copiada passando a ser chamada de RNA deslocando-se para fora do núcleo.

PROBLEMAS:

A apinéria (ausência de semente) é uma característica presente na uvas, sendo controlado por genes recessivos, no entanto cachos com esta característica são abortados pela planta. O interesse em cultivar uvas sem sementes levou os cientistas a fazer o cruzamento *in vitro* entre uvas apinéricas para obter apenas uvas sem sementes. Que parte da célula é responsável pela determinação desta característica.

Ao realizar o teste de paternidade pode se verificar a verdadeira filiação de uma pessoa? De que forma? Que estrutura celular deve ser analisada?

Para que possamos produzir um tomate com características diferentes das que ele naturalmente possui, precisamos modificar qual estrutura celular?

Considerando que cada gene é responsável pela produção de determinada proteína o tomate transgênico terá uma composição química diferente do tomate não modificado?

O seu prato de arroz com feijão do dia-a-dia vai virar campo de testes da Bayer, que quer plantar e vender no Brasil o arroz transgênico Liberty Link 62. Resistente ao agrotóxico glufosinato de amônio (fabricado pela própria Bayer), o arroz LL62 não é plantado nem comercializado em lugar algum do mundo. Ele representa um risco à biodiversidade, à saúde humana e aos agricultores que optarem por não plantar transgênico. De acordo com os conhecimentos sobre célula o que há de diferente neste arroz?

O Brasil tem uma lei de rotulagem em vigor desde 2004, que obriga os fabricantes de alimentos a rotular as embalagens de todo produto que usam 1% ou mais de matéria-prima transgênica. No entanto, apenas duas empresas de óleo de soja rotulam algumas de suas marcas do produto. Que parte da célula os cientistas alteram para fazer uma soja transgenica?

O Brasil tem uma lei de rotulagem em vigor desde 2004, que obriga os fabricantes de alimentos a rotular as embalagens de todo produto que usam 1% ou mais de matéria-prima transgênica. No entanto, apenas duas empresas de óleo de soja rotulam algumas de suas marcas do produto. A empresa que rotular corretamente seu produto poderá ter seu lucro diminuído?

Impacto dos transgênicos nos Estados Unidos e no Canadá foi um desastre econômico. As exportações de milho e canola para a Europa se perderam, as vendas de soja estão baixas e o governo americano gasta de US\$ 3 bilhões a US\$ 5 bilhões por ano para assegurar os preços das colheitas de transgênicos que ninguém quer. Qual a diferença nas células de uma soja transgenica e as células de uma semente de soja convencional?

Mesmo não existindo estudos científicos que comprovem a segurança dos transgênicos para a saúde humana, apesar de exigidos por governos de todo o mundo, as empresas de biotecnologia nunca conseguiram apresentar relatórios

nesse sentido - e ainda assim, seus produtos são aprovados. Qual é o interesse desses grupos quando aprovam tais produtos?

A plantação por estacas ou mudas constitui-se num processo de clonagem. Porque a clonagem em seres humanos ainda não é permitido considerando que esta técnica já é utilizada nas plantas e nos animais?

A plantação por estacas ou mudas constitui-se num processo de clonagem. O que há de semelhante e diferente entre as células dos dois clones?

Examinou-se no microscópio duas células desconhecidas, notou-se em uma delas que o genoma estava suspenso no citoplasma. Pode-se afirmar que esta célula pertença a que reino? Quais evidências demonstram isso?

Ao quebrar o ovo de uma ave nota-se que a gema está separada da clara por uma invisível membrana. Considerando que o ovo é uma célula, a gema é o núcleo e a clara é o citoplasma, como é a denominação correta da membrana que separa a gema da clara?

LISOSSOMOS

BÔNUS:

- Nos lisossomos estão presentes as enzimas que degradam a maior parte das substâncias que entram na célula.
- Nos lisossomos estão presentes algumas enzimas como: proteases, lipases, fosfatases, sulfatases, nucleases e glicosidases. Sabe-se que a enzima carrega no seu prefixo o nome da substância e o sufixo é ase referindo-se a enzima.
- O glicogênio é a principal fonte de energia de todos os tecidos. Mas seu acúmulo leva a doenças. Quando o diafragma (músculo responsável pela respiração) é afetado o paciente só consegue respirar através de aparelhos.

PROBLEMAS:

Células animais quando privadas de alimentos passam a degradar partes de si mesmo. Neste caso, como o lisossomo participa desta autofagia?

O glicogênio é a principal fonte de energia para os músculos. A degradação reduzida do glicogênio nos lisossomos leva ao acúmulo de glicogênio em praticamente todos os tecidos. A doença atinge principalmente os músculos estriados e o cardíaco. Quando o diafragma (músculo responsável pela respiração) é afetado, o paciente só consegue respirar através de aparelhos. Os sintomas da doença de Pompe podem ser confundidos com os de outras doenças pela similaridade, mas em resumo os principais são: Musculatura muito flácida

- Problemas respiratórios progressivos
- Aumento do tamanho do coração.

- Um paciente com doença de Pompe tem uma deficiência em qual enzima do lisossomo?

PEROXISSOMOS

BÔNUS:

- Os peroxissomos são pequenas vesículas que possuem entre outras enzimas a catalase responsável por degradar a água oxigenada produzida pela mitocôndria após o processo de produção de energia.
- Os peroxissomos são responsáveis também pela degradação dos ácidos graxos. Quando os ácidos graxos são acumulados no cérebro eles destroem a bainha de mielina (estrutura que envolve o axônio do neurônio e possibilita o impulso nervoso) impedindo a transmissão dos impulsos nervosos.

PROBLEMAS:

O peróxido de hidrogênio é produzido na mitocôndria pelo processo de respiração celular. Qual organela é responsável pela sua transformação o em H_2 e O_2 ?

Em que organela é produzida o peróxido de hidrogênio?

Uma mutação no cromossomo X é responsável pela doença ALD, retratada pelo filme “Óleo de Lorenzo”. Isso acontece porque o peroxissomo deixa de degradar que tipo de substancia?

COMPLEXO DE GOLGI

BÔNUS:

- O complexo de Golgi possui uma função no transporte de proteínas.
- Após a produção de uma proteína o complexo de Golgi forma uma vesícula e carrega esta proteína até seu destino.
- Se a proteína produzida pelo retículo endoplasmático rugoso for a queratina para compor o cabelo ela deverá ser conduzida para fora da célula. O complexo de Golgi funde-se com a membrana plasmática fazendo com que a queratina junte-se a outras para formar o fio de cabelo.
- Geralmente o complexo de Golgi situa-se nas proximidades de duas organelas responsáveis pela síntese de proteínas e de lipídios: o retículo endoplasmático liso e o retículo endoplasmático rugoso, respectivamente. Esta localização favorece o transporte das duas substâncias produzidas nestas duas organelas.

PROBLEMAS:

Entre as células da pele existe uma proteína resistente, o colágeno. Ele foi produzido no retículo endoplasmático rugoso. Mas sabe-se que esta proteína fica no exterior da célula epitelial. Que organela tem a função de transporte das substâncias que são produzidas no interior da célula?

O crescimento das unhas e dos cabelos se dá através do acúmulo de proteínas (como a queratina) que são excretadas para fora das células formando a glândula pilífera (glândula do pelo). Que organela é responsável pela condução das proteínas para o meio externo a célula?

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO**BÔNUS:**

- São vesículas achatadas que formam túneis de formato variável.
- No retículo endoplasmático liso estão as enzimas responsáveis pela transformação de substâncias estranhas como remédios e drogas tóxicas em produtos menos tóxicos ao organismo.
- Possuem enzimas que sintetizam lipídios.
- Quando submetidos a quantidades de substâncias estranhas tendem a aumentar em tamanho tornando-se mais eficientes na degradação das mesmas.

PROBLEMAS:

O uso constante de certos medicamentos e de drogas psicotrópicas (que atuam no cérebro e modificam o comportamento da pessoa) podem tornar o retículo endoplasmático mais desenvolvido aumentando a quantidade de membranas e de enzimas de desintoxicação, fazendo com que o organismo adquira tolerância a droga. Com base nesta situação o que deve ser feito para obter o mesmo efeito da droga ou do medicamento no organismo?

Um biólogo examina ao microscópio duas células: uma pertence a um indivíduo que nunca ingeriu bebida alcoólica e a outra a um homem que sempre bebe nos finais de semana. Uma das células apresenta o retículo endoplasmático liso três vezes maior do que a outra. De quem é a célula com o maior retículo endoplasmático liso? Justifique.

MEMBRANA PLASMÁTICA**BÔNUS:**

- A membrana está presente em todas as células. Sua função é formar uma barreira delimitando a célula e o meio externo e selecionar as substâncias que entram ou saem da célula.
- A membrana forma também as organelas. Quando uma célula necessita de uma organela ela sintetiza membranas para formar a organela necessária.
- A seletividade das moléculas que entram na célula acontece devido a formação de fosfato e lipídio (fosfolipídios) com canais diversos formado pelas proteínas que estão dispostas aleatoriamente entre a camada dupla de fosfolipídio que forma a membrana plasmática.
- A seletividade das moléculas para entrar na célula pode acontecer através das proteínas que atuam como receptoras específicas para aquela substância.
- Para permitir a entrada das substâncias na célula existem ainda os poros funcionais que são os espaços entre um grupo fosfolipídio e outro.

PROBLEMAS:

Como molécula de água chegará até o citoplasma?

Um hormônio entra em qualquer célula do corpo?

As mãos estão constantemente em contato com bactérias. O que acontece na membrana da célula da bactéria se eu lavar as mãos com sabão?

A característica principal da membrana e sua permeabilidade seletiva. Explique o que é isso.

MITOCONDRIAS

BÔNUS:

- Todas as mitocôndria possuem diversas cópias do seu DNA como aconteceu com as bactérias.
- Existem células que possuem em grande número de mitocôndria, com tudo, a quantidade desta organela, dependerá da função de cada uma.

PROBLEMAS:

Qual é a evidência que sugere que as mitocôndrias surgiram de bactérias que foram fagocitadas por células procariontes?

As células dos músculos esqueléticos são as que estão em maior número. Além disso, suas mitocôndrias são as que possuem maiores cristas. Como você justifica essas duas características das células musculares?

Se o microscópio eletrônico mostrar mitocôndrias agrupadas ao redor determinada região da célula, o que podemos concluir com isso?

No citoplasma das células são encontradas em diversas organelas, cada uma com funções específicas mas interagindo e dependendo uma das outras para o funcionamento completo. Assim por exemplo, os lisossomos estão relacionados ao complexo de Golgi e ao retículo endoplasmático rugoso e todas as mitocôndrias. Por que todas as organelas dependem da mitocôndria?

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO

BÔNUS:

- É um sistema de túbulos achatados semelhantes a um labirinto.
- Túbulos achatados com ribossomos aderidos a sua membrana.
- Sua principal função é a síntese de proteínas, pois, apresenta ribossomos aderidos em sua membrana.

PROBLEMAS:

Células que secretam hormônios (proteínas) apresentarão uma organela bem desenvolvida. Qual?

Entre as células da pele encontramos uma proteína resistente, o colágeno. Em que parte da célula o colágeno foi produzido?

Considerando a localização do retículo endoplasmático rugoso será que funciona passar creme na pele para aumentar a quantidade de colágeno, proteína produzida no retículo endoplasmático?

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D. **Biologia molecular da célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998.

AMARAL, A. L.; CAMARGO, U. A.; OLIVEIRA, P. R. D. Uvas sem sementes: uso da biotecnologia na busca de cultivares apirênicas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Encarte Especial. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio10/uvas.pdf>>. Acesso em 14 dez. 2008.

FELIPPE JUNIOR, J. **Doenças Mitocondriais em Clínica Médica**. Disponível em: <<http://www.medicinacomplementar.com.br/tema061204.asp>> Acesso em 25 nov. 2008.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

MITOCÔNDRIA - Saiba mais sobre a mitocôndria e seu processo de produção de energia celular, membranas e suas funções, reações químicas no processo de respiração celular, etc. Disponível em: <<http://www.todabiologia.com/citologia/mitocondria.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p.517-531, 2005.

QUEM defende a clonagem humana. 2001. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clonagem/clone05.htm>>. Acesso em 14 fev. 2009.

<http://www.greenpeace.org/brasil/transgenicos/os-sete-pecados-capitais-dos-t>