

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

FAUSTO EDUARDO DE OLIVEIRA

**JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA
ALTERNATIVA NO ENSINO DE CITOLOGIA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

FAUSTO EDUARDO DE OLIVEIRA

**JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA
ALTERNATIVA NO ENSINO DE CITOLOGIA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Pólo de Araras, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira

Orientador: Prof. Dr. Fernando Periotto

MEDIANEIRA

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

**JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA
ALTERNATIVA NO ENSINO DE CITOLOGIA**

Fausto Eduardo de Oliveira

Esta monografia foi apresentada às 09h30min h do dia 29 de março de 2014, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências - Pólo de Araras, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof. Dr. Fernando Periotto

UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Profa. Dra. Graciela Leila Heep Viera
UTFPR – Câmpus Medianeira

Profa. Márcia Ramos
UTFPR – Câmpus Medianeira

Dedico este trabalho à minha esposa Giovana, a meu pai Sebastião, meu amigo Kin e a todos aqueles que acreditam e batalham pela melhoria da educação no Brasil.

AGRADECIMENTOS

À natureza pela vida, que me inspirou a ser Biólogo.

Aos meus pais, tios e avós pela orientação, educação e formação da minha personalidade e meu caráter.

A meu orientador professor Dr. Fernando Periotto pela orientação, aconselhamento e incentivo ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores do meu curso de Especialização em Ensino de Ciências.

Às tutoras presenciais do pólo de Araras, Márcia e Jô.

À Máah pelo inglês, à Geysi pela ajuda e a Ana pelo incentivo.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Os livros contam algo, os vídeos mostram algo, mas os games deixam você fazer este algo”. (DAN HOUSER)

RESUMO

OLIVEIRA, Fausto Eduardo. Jogos eletrônicos como metodologia alternativa no ensino de Citologia. 2014. 45 páginas. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

O objetivo deste trabalho foi fundamentar a proposta de introdução de *games* educativos como metodologia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em Biologia. O estudo da Célula ou Citologia é considerado pelos alunos como um dos assuntos mais complexos devido ao seu caráter abstrato, principalmente quando o tema se refere à Membrana Plasmática. Um dos fatores que contribuem para esta dificuldade de entendimento são as metodologias de ensino utilizadas, elas foram elaboradas para o processo de ensino-aprendizagem das gerações passadas e por isso tornaram-se ineficientes para os jovens de hoje, nascidos na era digital e que aprendem com a interação com as novas tecnologias. Com isso, torna-se imprescindível a introdução de novas metodologias de ensino que facilitem a abstração na criação de representações mentais e que façam parte do cotidiano do aluno, despertando assim, seu interesse na construção de seu próprio conhecimento de maneira ativa. Foi construída uma revisão bibliográfica descritiva através de pesquisa e levantamento bibliográfico em sites de busca, livros e artigos científicos abordando as dificuldades no ensino de Citologia, as mudanças na forma de apropriação do conhecimento, as contribuições para o ensino-aprendizagem do uso de *games* educativos e alguns jogos eletrônicos disponíveis na internet envolvendo o tema Citologia. Espera-se que este trabalho possa contribuir com o ensino das Ciências Físicas e Químicas, uma vez que também possuem conteúdos microscópicos e abstratos de difícil aprendizagem.

Palavras-chave: Membrana Plasmática. Ensino-Aprendizagem. *Games* Educativos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fausto Eduardo. Game as alternative method of teach Cytology. 2014. 45 paginas. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

The objective of this work is to substantiate the proposed of introduction of educational games as additional methodology in the process of teaching and learning Biology. The study of Cell or Cytology is considered by students as one of the most complex themes due to its abstract feature especially when the subject refers to the Plasma Membrane. One of the factors that contribute to this difficulty of understanding are the teaching methods used they were prepared for the teaching and learning of the past generations and therefore became ineffective for the learning of today's youth that was born in the digital age and learning through interaction with new technologies. With this, it is essential to introduce new teaching methodologies that facilitate the creation of abstraction and mental representations and that are part of everyday life of the student arousing his interest in building their own knowledge in an active way. A descriptive literature review was built through research and bibliographic search in books, scientific articles and websites addressing the difficulties in teaching Cytology, changes in the allocation of knowledge through the generations, contributions to teaching and learning of the use of educational games and some electronic games available on the internet involving the theme Cytology. It is hoped that this work can contribute to the teaching of Physics and Chemical Sciences, since they also have microscopic and abstract contents of learning difficult.

Keywords: Biology. Plasmatic Membrane. Learning and Teaching. Educational Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de uma Célula Animal.....	15
Figura 2 – Representação da Membrana Plasmática.....	16
Figura 3 – Representação dos Transportes Celulares.....	18
Figura 4 – Representação da Endocitose e da Exocitose.....	19
Figura 5 – Modelo Traduzido do Cone da experiência de Edgar Dale	23
Figura 6 – Imagem extraída do <i>Game: Célula Virtual 1.0</i>	32
Figura 7 – Imagem extraída do <i>Game: Canais da Membrana</i>	33
Figura 8 – Imagem extraída do <i>Game: Cell Craft</i>	34
Figura 9 – Imagem extraída do <i>Game: Cell Defense The Plasma Membrane</i>	35
Figura 10 – Imagem extraída do <i>Game: The Animal Cell</i>	36
Figura 11 – Imagem extraída do <i>Game: Osmos</i>	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	12
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 CITOLOGIA, O ESTUDO DAS CÉLULAS.....	14
3.2 DIICULDADES NO ENSINO-APRENDIZAGEM	20
3.3 OS NATIVOS DIGITAIS E OS GAMES NO AUXÍLIO DA APRENDIZAGEM DE UMA NOVA GERAÇÃO	22
3.4 OS GAMES DE CITOLOGIA.....	32
3.4.1 <i>Game: Célula Virtual 1.0</i>	32
3.4.2 <i>Game: Canais da Membrana</i>	33
3.4.3 <i>Game: Cell Craft</i>	34
3.4.4 <i>Game: Cell Defense The Plasma Membrane</i>	35
3.4.5 <i>Game: The Animal Cell</i>	36
3.4.6 <i>Game: Osmos</i>	37
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A Citologia aborda conceitos base para o processo de ensino-aprendizagem em Biologia. São conhecimentos indispensáveis para o entendimento dos fenômenos que envolvem os seres vivos. Um dos principais temas é o estudo da Membrana Plasmática e seus processos de troca com o meio externo que abordam termos e conceitos abstratos, gerando dificuldades de compreensão pelos alunos, sendo por isso, considerado um dos assuntos mais complexos.

Seu ensino é baseado nas imagens estáticas do livro didático, o que contribui também para uma visão estática do mundo celular, mas na realidade a célula está em constante atividade de troca de substâncias com o meio externo através da Membrana Plasmática. Este processo dinâmico fica mais fácil de ser compreendido através de uma metodologia que utilize imagens, símbolos e sons ao longo do tempo.

O uso de vídeos ou animações pode ajudar nesta compreensão do dinamismo celular, mas ainda coloca o aluno como um espectador passivo e sem interação com sua própria aprendizagem. Diante disso, encontram-se diversos autores que chamam a atenção para a introdução de novas metodologias de ensino que possibilitem uma visão mais dinâmica do mundo celular e que facilitem a abstração e a criação de representações mentais, sendo assim, necessário buscar por recursos que façam parte do cotidiano do aluno e que despertem o interesse na construção de seu conhecimento, como por exemplo, os *games* educativos que poderiam ajudar no entendimento de conceitos abstratos, pois estes são dinâmicos e fazem parte da cultura dos alunos, proporcionando desafio e motivação para que se construa seu próprio conhecimento de forma ativa e participativa.

A aprendizagem dos jovens contemporâneos ocorre de maneira diferente das outras, pois estes aprendem através da interação com as novas tecnologias, da qual os *games* fazem parte. Diante disto, o objetivo deste trabalho é fundamentar a proposta de introdução de *games* como metodologia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem buscando facilitar a compreensão sobre a Membrana Plasmática e suas interações com o meio.

Foi utilizada como metodologia, a construção de uma revisão bibliográfica através de levantamento de artigos de pesquisa, livros, materiais impressos e

digitais, que abordam as dificuldades do ensino de Citologia, a contribuição dos jogos eletrônicos para o ensino e de alguns *games* educativos disponíveis na internet envolvendo a Citologia.

A partir dessa revisão bibliográfica busca-se destacar que os *games* educativos podem contribuir com o ensino-aprendizagem de conteúdos abstratos como a Citologia, pois eles fazem parte do cotidiano dos alunos e é comprovadamente uma das ferramentas pelas quais esta geração atual aprende.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Foi construída uma revisão bibliográfica de caráter descritivo objetivando fundamentar a proposta de introdução de *games* educativos como ferramenta auxiliar no ensino-aprendizagem de conteúdos relacionados à Membrana Plasmática no intuito de fornecer uma metodologia mais dinâmica ao seu ensino.

Para a construção deste trabalho foram feitas pesquisas e levantamentos utilizando como ferramenta de busca o site *Google*, alguns sites específicos sobre *games* educativos como: *Serious Games Institute* e *Institute of Play*, além do acervo da biblioteca do Polo de apoio presencial UAB Araras SP, durante o período que compreendeu os meses de maio a novembro de 2013.

Também foi realizado um curso EAD de seis semanas da *University of Wisconsin Madison* pelo grupo *Coursera.org* com o tema: *Video Games and learning*, do qual foram extraídos alguns artigos científicos.

A pesquisa teve como objetivos:

- Definir o que é a Membrana Plasmática, sua constituição e também alguns de seus processos de troca com o meio externo como: Osmose, Difusão simples, Difusão facilitada, Transporte Ativo, Endocitose e Exocitose.

- Expor as dificuldades de ensino-aprendizagem dos temas referentes à Membrana Plasmática, tendo como enfoque os recursos e metodologias utilizados em sala de aula.

- Fundamentar as mudanças na forma de apropriação do conhecimento dos jovens desta nova geração em relação às gerações passadas e propor o uso dos *games* como metodologia alternativa para o processo de ensino-aprendizagem desta nova geração.

- Relacionar alguns dos *games* disponíveis que abordam a Citologia e principalmente a Membrana Plasmática e suas interações com o meio.

Apenas os seis *games* mais relevantes encontrados pela pesquisa foram apresentados no trabalho através de figuras e um breve descritivo.

A análise dos trabalhos foi realizada através da síntese das ideias dos autores e do correlacionamento entre elas, totalizando: 20 artigos científicos, 10 livros ou capítulos, 03 dissertações de Mestrado, 02 trabalhos de conclusão de curso de

graduação, 02 livros didáticos, 02 documentos do governo brasileiro (PCNs) e 01 entrevista.

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

3.1 CITOLOGIA, O ESTUDO DAS CÉLULAS

A Citologia é o ramo da Biologia que aborda as células, suas estruturas, funções, interações e processos, e tem como objetivo principal apresentá-la como peça chave e fundamental para a vida. Os PCNs+ (2002 p. 46) orientam a 'Identificar na estrutura de diferentes seres vivos a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas'.

De acordo com os livros didáticos de Lopes (2010) e Silva (2011) a célula pode ser compreendida como a menor unidade viva capaz de produzir seus componentes, crescer e automultiplicar. Atualmente é aceito que todos os seres vivos são compostos por elas (teoria celular), desde a mais simples, formados por uma única célula, os unicelulares como as bactérias, até os mais complexos compostos pela união de várias delas, chamados de pluricelulares. Exceção são os vírus, que não apresentam organização celular e por isso são até considerados como seres não vivos, ou semivivos por alguns pesquisadores. As células são formadas por diversas partes que trabalham em conjunto, as principais são: a membrana plasmática, o citoplasma e o material genético. Representados na figura 1.

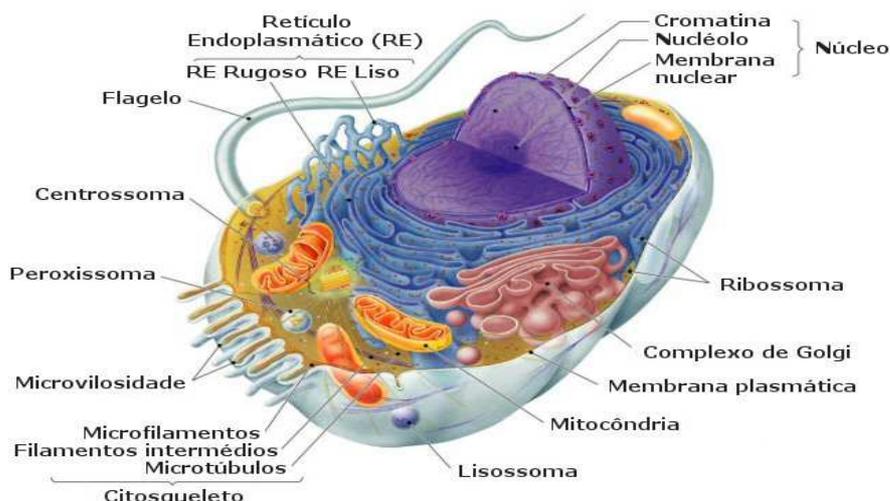


Figura 1. Representação de uma Célula Animal

¹ Fonte: Cien Tic José Salsa, 2004.

Acreditava-se que o citoplasma (material intracelular) era uma substância com viscosidade suficiente para se manter sozinho, sem a necessidade de uma membrana o envolvendo, mas depois de 1950 com a invenção do microscópio eletrônico foi confirmada a existência da Membrana Plasmática. Ela é um envoltório presente em todos os tipos celulares e que delimita a estrutura física da célula, atuando como revestimento protetor da célula e como seletora e reguladora da entrada e saída de substâncias e moléculas. Esta característica é conhecida como permeabilidade seletiva e para entendê-la é preciso conhecer a estrutura e composição da membrana. (LOPES 2010)

Ela é composta por uma bicamada de fosfolipídios com grupos polares (hidrofílicos) voltados para as faces externa e interna e os grupos apolares (hidrofóbicos) adjacentes, conferindo uma barreira para moléculas grandes. No meio dos fosfolipídios são encontradas diversas moléculas de proteínas que atuam principalmente como receptoras de sinais ou como portas de passagem seletivas de substâncias e moléculas específicas. Essa bicamada de fosfolipídios é fluida e as proteínas se deslocam livremente por ela, esse modelo é conhecido como Mosaico Fluido e foi sugerido por Singer e Nicholson em 1972. (SILVA 2011)

Esta estrutura pode ser evidenciada na figura 2.

¹ Disponível em: < http://www.cientic.com/tema_celula_img1.html > Acesso em set. 2013.

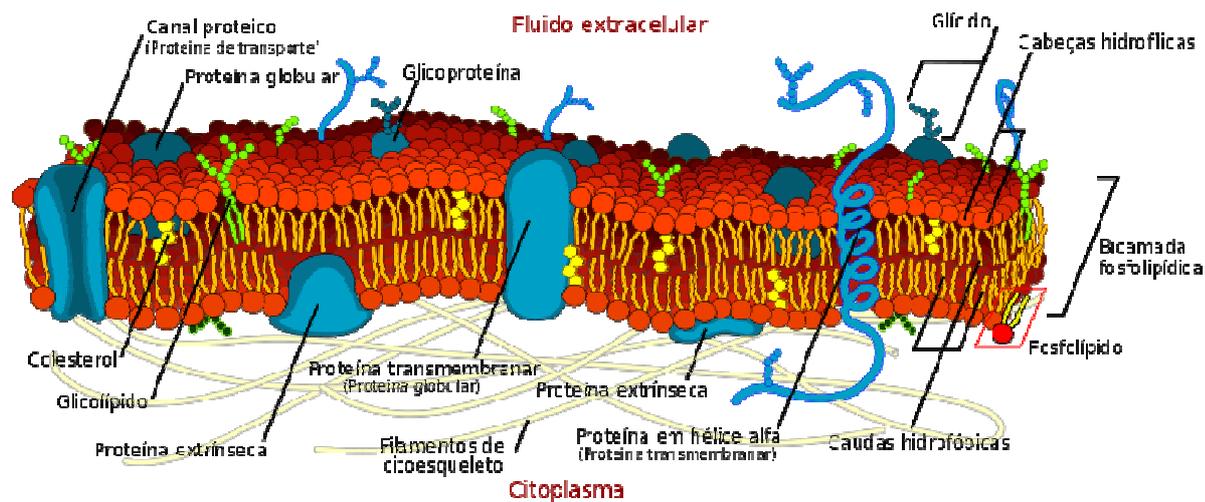


Figura 2. Representação da Membrana Plasmática com a bi camada fosfolipídica e as proteínas

² Fonte: Wikimedia Commons, LadyofHats, 2008.

² Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cell_membrane_detailed_diagram_pt.svg >
Acessado em out,2013.

Substâncias lipossolúveis transpõem diretamente a bi camada da membrana. Íons, pequenas moléculas hidrossolúveis e água atravessam a membrana por meio de minúsculos canais compostos pelas proteínas. Os mecanismos de troca de substâncias com o meio através da membrana plasmática se dão por vários processos, dentre eles pode-se citar:

- **Transportes passivos** – Ocorrem de um local de maior concentração de soluto para outro com menor concentração (a favor do gradiente de concentração) de maneira a igualarem suas concentrações, acontecendo naturalmente, ou seja, sem gasto de energia e podem ser divididas em:

- Difusão simples – Quando pequenas moléculas como oxigênio e gás carbônico passam livremente pela bicamada de fosfolipídios da membrana.

- Difusão facilitada – Algumas substâncias demorariam muito tempo para atravessar a bi camada fosfolipídica ou seriam de tamanhos não compatíveis com ela, então sua passagem é facilitada por proteínas chamadas permeases, estas costumam ser específicas em relação às substâncias e moléculas, exemplos são a passagem da glicose e de alguns íons.

- Osmose – É caracterizada pela livre passagem da água através da bicamada e principalmente por canais específicos, sempre do local de menor concentração de soluto para o de maior concentração. Ela não é influenciada pelo soluto, mas pelo número de partículas deste.

- **Transporte Ativo** – Este processo exige-se gasto de energia por que ocorre contra o gradiente de concentração. A substância a ser transportada se liga à proteína transportadora, esta executa um giro como uma porta giratória e descarrega a substância do outro lado da membrana. O exemplo mais comum é da bomba de sódio e potássio onde a célula comumente libera três moléculas de íon Sódio para incorporar duas de íon Potássio.

A figura 3 representa os principais processos de troca da Célula com o meio externo, sendo esta, uma metodologia muito comum no ensino.

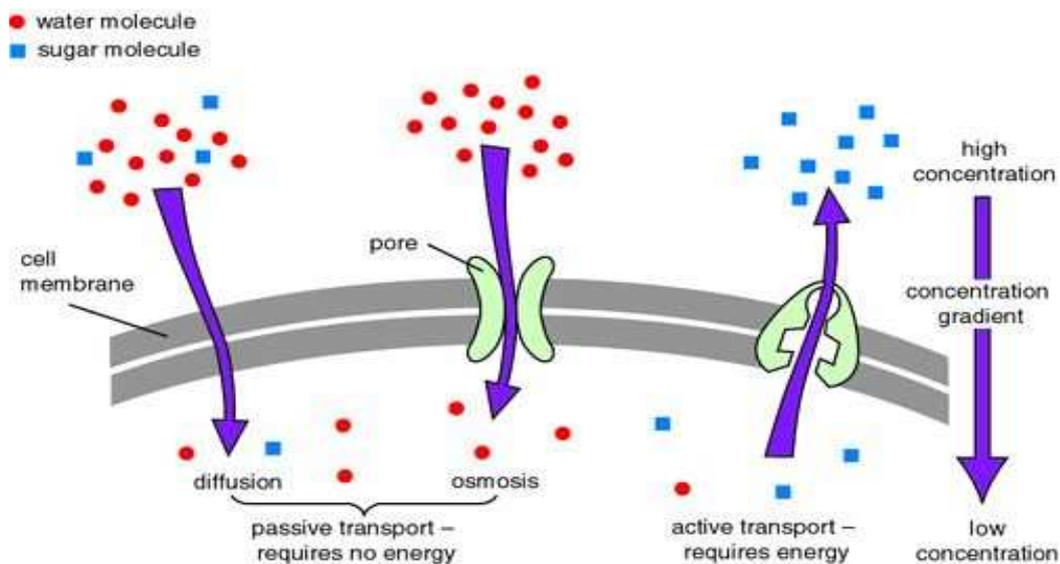


Figura 3. Representação dos transportes celulares: Difusão Simples, Difusão Facilitada, Osmose e Transporte Ativo. A última seta representa o gradiente de concentração e a direção de deslocamento natural.

³ Fonte: © RM. Helicon Publishing of RM, 2013.

- **Endocitose** – Transporte seletivo de grandes moléculas ou substâncias para dentro da célula por invaginação da membrana plasmática, podendo ser incorporadas partículas e substância líquida (pinocitose) ou sólidas (fagocitose).

- **Exocitose** – É o processo de exclusão de partículas por invaginação.

Observável na figura 4.

³ Disponível em: < <http://www.talktalk.co.uk/reference/encyclopaedia/hutchinson/m0029844.html>> Acessado em set. 2013.

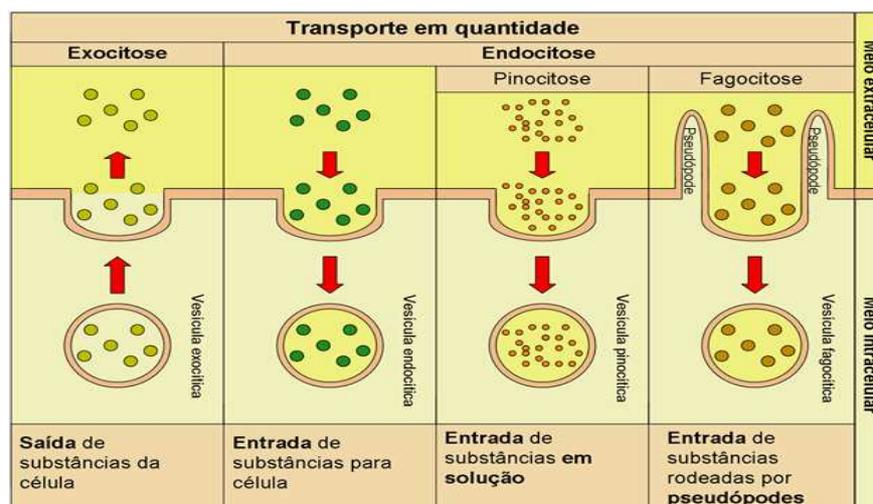


Figura 4. Representação dos processos de Endocitose e Exocitose.

⁴ Fonte: A Ciência do momento, 2013.

O estudo da Célula ou Citologia, segundo Brasil (2000), aborda conceitos base para o processo de ensino-aprendizagem em Biologia e devem ser bem trabalhados, pois envolvem uma enorme quantidade de termos e conceitos abstratos que geram grandes dificuldades de compreensão tanto por alunos como por professores que muitas vezes abordam o tema de maneira superficial e centrada na memorização. Esses conhecimentos são indispensáveis a compreensão de inúmeros fenômenos que envolvem os seres vivos e suas interações, desde o mundo microscópico até as grandes populações de plantas e animais.

A importância da Membrana Plasmática vem crescendo nos últimos anos, fruto de diversas descobertas a respeito de suas estruturas, funções e principalmente pelas suas interações com outras células e com o meio em que vivem, abrindo campo para o surgimento de uma nova Ciência, a Transdução de Sinais que estuda estas interações celulares através da membrana. Lipton (2007, p. 108) acredita que o centro de controle de uma célula é a membrana e não o núcleo ou o material genético, dando importância ainda maior a ela. Ele a define assim: 'A membrana é um semicondutor de cristal líquido com portas e canais', complementando, o autor cita a definição de um chip de computador segundo o manual de um fabricante 'Um chip é um semicondutor de cristal com portas e canais'.

⁴ Disponível em:

<<http://acienciadomomento.blogspot.com.br/2012/03/transportes-membranares.html>> Acessado em set. 2013.

3.2 DIFICULDADES NO ENSINO-APRENDIZAGEM

De acordo com Borges (1997) e Gagliard (1986) as dificuldades encontradas no aprendizado da Biologia são comuns, principalmente na compreensão do que não pode ser observado, compreender que o microscópico constitui e controla o que é visível e palpável. A Citologia é um universo microscópico interligado a Química e a Física, um universo que exige grande capacidade de abstração e imaginação dos alunos para entendê-la. O ensino deste tema, principalmente quando se trata da Membrana Plasmática e seus processos de trocas com o meio externo, continua centrado no uso do livro didático com imagens estáticas.

Jesuíno (2011) cita que o método tradicional de ensino escolar passa uma visão estática da célula e de seus processos. Atualmente vemos que esta idéia está errada, pois a célula é uma estrutura em constante atividade, processando substâncias, trocando moléculas com o meio externo e gerando e consumindo energia sem parar.

Dentro desta temática, Palmero (1997) e Tejina (2000) afirmam que a Citologia está entre os temas de menor interesse para os alunos, pois através da análise de 49 pesquisas relacionadas ao assunto, conclui-se que a maioria dos alunos possui pouca ou nenhuma compreensão da estrutura e organização celular, tendo dificuldades inclusive de entender que os seres vivos são formados por células. A autora também aponta a enorme dificuldade dos alunos em interligar os conteúdos de diferentes disciplinas à Biologia, ocasionando uma deficiência em relacionar processos físicos e químicos com o metabolismo celular. Esta falta de compreensão e de interdisciplinaridade está ligada a grande abstração exigida, a capacidade de imaginar e visualizar mentalmente a partir de informações estáticas.

Segundo Cunha (2011, p. 34), “este tema é conceitualmente abstrato e sua aprendizagem, apesar das diferentes estratégias hoje conhecidas para favorecê-la, ainda encontra grandes dificuldades na sua compreensão”.

Autores como Allen (2002) e Kitchen (2003) chamam a atenção para a introdução de novas metodologias de ensino no intuito de auxiliar os alunos na abstração e na capacidade de gerar imagens mentais. ‘A regra de ouro é fazer o cérebro se engajar ativamente com símbolos visuais que podem desmistificar abstrações’ (KITCHEN et al 2003 p. 190 tradução nossa).

De acordo com Mendes (2010), é mais fácil para um aluno criar uma representação mental de um conteúdo dinâmico através do uso de recursos que contenham imagens e sons ao longo do tempo, ou seja, é bem mais fácil quando o ensino também é dinâmico e não estático como o que ocorre com o ensino escolar atual, baseado em leitura de livros ou explicações na lousa.

Alves e Melo (2011 apud Cardona, 2007 p. 7) afirmam que o ensino de Citologia pode ser transformado através da introdução e uso de jogos educativos durante a aprendizagem, pois estes ajudam no entendimento de conceitos abstratos, uma vez que são dinâmicos e proporcionam a participação ativa do aluno.

Segundo Alves (2011 apud Rosseto 2010, p.120) a Citologia possui um ensino centrado nas aulas teóricas, através do discurso do professor, do emprego de imagens dos livros didáticos e através de algumas animações em vídeo, que ainda assim, acabam sendo insuficientes para proporcionar a compreensão do assunto, mantendo o aluno como um expectador passivo e sem interação. A autora vê aqui, um forte argumento para o uso de jogos como estratégia metodológica, pois estes proporcionam desafio e motivação aos alunos para que estes construam seu próprio conhecimento de forma ativa e participativa.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) no livro 'Formação de Professores no Ensino de Ciências, tendências e inovações' citam que os alunos aprendem de maneira significativa quando a aprendizagem se aproxima de um trabalho científico, proporcionando a construção do conhecimento pelo próprio aluno através de situações problema dentro de seu próprio contexto social. Como estratégia de ensino orienta-se que as situações problema sejam cientificamente elaboradas, incluindo:

- A formulação de hipóteses, através da utilizando das idéias prévias dos alunos;
- A experimentação das hipóteses, para que os alunos elaborem suas estratégias;
- A resolução e análise dos resultados.

3.3 OS NATIVOS DIGITAIS E OS GAMES NO AUXILIO DA APRENDIZAGEM DE UMA NOVA GERAÇÃO

“A educação tem que surpreender, cativar, conquistar os estudantes a todo momento. A educação precisa encantar, entusiasmar, seduzir, apontar possibilidades e realizar novos conhecimentos e práticas. O conhecimento se constrói a partir de constantes desafios, de atividades significativas, que excitam a curiosidade, a imaginação e a criatividade. (MORAN, 2007 p. 6)

“Nativos Digitais” é um termo criado por Prensky (2001) para designar os jovens nascidos na “era digital”, durante a popularização da internet e que possuem enorme familiaridade com este ritmo frenético de informação. Eles recebem milhões de informações ao mesmo tempo, entendendo uma linguagem baseada em imagens, símbolos e movimentos. Junto aos Nativos Digitais, encontramos os “imigrantes”, que são os indivíduos nascidos antes deste período, e que possuem grande dificuldade em se adaptar a esta tecnologia e cultura, precisando de material físico para aprender. Ainda neste contexto, Prensky (2010) coloca que existe um choque cultural entre o professor e o jovem aluno desta geração, quando se encontram em ambiente escolar, pois o professor (Imigrante) tem nos textos sua fonte de pesquisa e o aluno (Nativo Digital) se baseia nas imagens, sons e movimentos, de maneira não linear e virtual.

Moran (2007) diz que as novas tecnologias podem ajudar o professor na transmissão das informações, pois são ferramentas de integração entre a escola e o cotidiano dos alunos, motivando-os para a aprendizagem. A questão é que dentro do processo de aprendizagem atual, estas linguagens são desvalorizadas pela escola, dando-se valor somente aos processos que desenvolvem a escrita e o raciocínio lógico, onde as demais habilidades exigidas pela sociedade atual são ignoradas.

Outra denominação para esta geração é, a geração *Homo Zappiens*, que de acordo com Veen e Vrakking (2009) jogam *games*, comunicam-se por SMS, MSN e chats, integram-se com amigos virtuais e preferem o virtual ao material. Esta maneira de interação com a tecnologia faz parte da personalidade e da cultura deles, caracterizando esta geração por ter um desenvolvimento tecnocognitivo através desta interação, enquanto as outras gerações se baseiam na instrução linear e material para a aprendizagem.

O Cone da Experiência (figura 5) criado por Edgar Dale (1969) é uma representação de algumas experiências de aprendizagem e contribuições de cada experiência para a aquisição de conhecimentos. É explicitado pelo autor que o uso de diversos sentidos como a visão, a audição e o tato proporcionam uma aprendizagem mais efetiva, ou seja, a aprendizagem ativa ou experimental é mais concreta do que a passiva onde somos apenas expectadores no processo de aprendizagem. Colocar em prática ou também simular uma experiência real é, de acordo com o autor, algumas das formas mais eficientes de proporcionar uma boa aprendizagem e o game é uma atividade experiencial de exploração de um mundo virtual, assumindo uma identidade num mundo imaginário que simula o real.

Cone da Aprendizagem		
Depois de duas semanas tendemos a nos lembrar de		Natureza do envolvimento
90% do que dizemos e fazemos	Colocando em prática	Ativa
	Simulando a experiência real	
	Fazendo uma apresentação dramática	
70% do que dizemos	Conversando	
	Participando de um debate	
50% do que ouvimos e vemos	Vendo a tarefa concluída no local	Passiva
	Assistindo a uma demonstração	
	Vendo uma exposição	
	Assistindo a um filme	
30% do que vemos	Olhando fotos	
20% do que ouvimos	Ouvindo palavras	
10% do que lemos	Lendo	

Figura 5. Modelo Traduzido do Cone da experiência de Edgar Dale

⁵ Fonte: O Cone da Experiência. Edgar Dale, 1969.

A geração em questão nasceu na era dos avanços tecnológicos, compreendendo o mundo de maneira diferente dos seus antecessores, pois as habilidades cognitivas diferem de uma geração para outra, resultando também na necessidade de evoluirmos na maneira de ensinar.

O sistema de ensino atual ainda está atrelado a métodos antigos e tradicionais, pois apesar de trocarmos o giz pela lousa digital e por computadores conectados a internet, ainda estamos presos à como os imigrantes aprendem, caminhando sem grandes avanços nas metodologias e na contextualização do uso destas ferramentas.

“Os jovens de hoje passam boa parte do dia assistindo à televisão, na Internet e jogando games. Diferentes experiências resultam em diferentes estruturas cerebrais. Devemos pensar em uma neuroplasticidade ou plasticidade do cérebro. O cérebro dos nossos alunos mudou fisicamente. Processos de pensamento linear retardam o aprendizado dessa nova geração que possui mentes hipertextuais”. (MATTAR, 2010, p.11).

A diferença entre a educação tradicional e a educação através das mídias tecnológicas é que a primeira impõe a aquisição de conhecimentos usando metodologias e recursos impróprios à maneira de como esta nova geração aprende, já na segunda o aprendiz tem a liberdade de adquirir seu conhecimento de maneira dinâmica e realista, através do entretenimento, muito comum à esta nova geração.

“A consciência humana, em seu sentido mais pleno, é precisamente ‘contato social consigo mesmo’, e, por isso, tem uma estrutura semiótica, está constituída por signos; tem, literalmente, uma origem cultural e, ao mesmo tempo, uma função instrumental de adaptação”. (MOREIRA, 2011, p. 111)

Segundo Mattar (2010), o aprendizado através de *games* (*Digital Game Based Learning*), se dá por que os jovens alunos de hoje fazem parte de uma geração que aprende de maneira diferente da geração passada, por isso, muitas das teorias a respeito do ensino aprendizagem que há muito tempo foram formuladas, podem não ser mais adequadas a esta nova geração.

De acordo com Prensky (2001) a educação escolar continua baseada na maneira como os imigrantes digitais aprendem, bem diferente da maneira que esta nova geração atual aprende. Os *games* são uma linguagem familiar da grande maioria dos jovens e podem ser criados até com os conteúdos mais sérios. O autor cita um exemplo que evidencia a aprendizagem proporcionada pelo uso de *games*

educativos, a *Lightspan*, uma empresa de marketing americana criou e aplicou um *game* para reforço escolar. Sua pesquisa envolveu mais de 400 distritos escolares, obtendo como resultado o aumento do vocabulário e de linguagem em cerca de vinte e cinco por cento em escolas onde o sistema foi testado.

O relatório *The Education Arcade* escrito por Klopfer, Osterweil e Salen (2009) e publicado pelo *Massachusetts Institute of Technology* diz que os bons professores devem promover ambientes de aprendizagem onde os alunos se sintam livres para buscar o aprendizado de forma participativa e exploratória, através de uma visão construtivista de aprendizagem. No entanto, a escola segue na direção oposta a esta tendência, dando ênfase ao sucesso das notas altas e da punição ao fracasso.

As escolas não estão inovando nas metodologias e nos recursos tecnológicos de ensino/aprendizagem, bem como em seus sistemas organizacionais e gestores, criando impedimentos para a introdução e uso de *games* como ferramentas didáticas. Dentre estas barreiras os autores citam:

- Exigências curriculares: As escolas são inflexíveis quanto a excluir os livros didáticos ou inovar nas tecnologias educacionais não determinadas pelo Estado,
- Atitudes: Preconceito de pais e educadores,
- Logística: Dificuldade dos educadores em integrar o jogo num currículo inchado com pouco tempo efetivo para lecionar,
- Suporte para os professores: A maioria dos professores tem pouca ou nenhuma experiência na integração de jogos na sala de aula e programas de desenvolvimento profissional não incluem suporte nesta área,
- Avaliação: Dificuldade em avaliar em exames tradicionais as habilidades desenvolvidas pelos jogos,
- Evidência: O quadro dos jogos na aprendizagem vem mudando e cada vez mais são realizados trabalhos que contribuem para uma maior aceitação desta ferramenta para ensino,
- Usos de Jogos: Exemplos de como os jogos podem ser integrados em uma série de experiências curriculares é fundamental,
- Visão limitada: Muitas vezes as pessoas têm uma visão limitada da variedade de jogos disponíveis, o que reduz as expectativas em torno da viabilidade de jogos para envolver os alunos,

- Estruturas Sociais e Culturais: Estas estruturas são incrivelmente difíceis e lentas para mudar, e talvez representem o maior desafio para o espaço de jogos educativos.

Wu et al (2012) enfatizam que uma boa aprendizagem através dos *games* deve envolver as bases de uma das quatro teorias de aprendizagem (behaviorismo, cognitivismo, construtivismo e humanismo) onde o ambiente do jogo deve integrar os princípios eficazes e proporcionar uma interação motivadora e divertida entre aluno e o jogo através da aprendizagem por tentativa e erro.

De acordo com as pesquisas realizadas por Kebritchi e Hirumi (2008), assim como acontece nas escolas os *games* educativos tem dado preferência para teorias de aprendizagem centradas no conhecimento produzido pelo próprio aluno. Aprender fazendo é dar a liberdade ao aluno em desenvolver competências e habilidades através de uma aprendizagem dentro de um contexto social significativo e interessante.

Segundo Vygotsky (2012), o desenvolvimento cognitivo se dá através da interação entre indivíduo e o contexto social e cultural onde ele está inserido, entendendo que estas relações entre o ser e o ambiente são convertidas em funções mentais pela mediação ou internalização através do uso de instrumentos e signos, responsáveis pelos processos psicológicos superiores. Dentro deste raciocínio, Moreira (2011) coloca que um instrumento é usado para realizar alguma coisa e um signo dá significado a alguma coisa, estes são construções sócio-culturais e para compreendê-los é preciso que o indivíduo tenha interação social, tenha um intercambio de significados. Na medida em que o indivíduo incorpora novos usos e significados aos símbolos, mais ele amplia sua capacidade de realizar operações cognitivas complexas e quanto mais instrumentos ele aprende a usar, mais atividades ele será capaz de realizar.

Seguindo a linha construtivista, pela teoria de Vygotsky (2012) pode-se pensar em um *game* como uma ferramenta de ensino, um instrumento que é capaz de proporcionar ao aluno a imersão em um universo semiótico, um universo repleto de signos e dentro de um contexto familiar ao aluno. A inserção de conteúdos curriculares em um *game*, aproximando-se de um trabalho científico proporciona significados aos seus ícones e símbolos, o torna um instrumento eficiente de transmissão de informação. A linguagem semiótica dos *games* pode proporcionar

uma participação ativa do aluno, possibilitando mais realismo a temas abstratos do que os recursos de livros e vídeo aulas podem proporcionar.

De acordo com Huizinga (1971) o jogo é parte integrante da cultura humana e este é livre para praticá-lo no momento que quiser, sempre no intuito de entretenimento. Pode levar o praticante a uma grande imersão no mundo imaginário, o que não significa uma anarquia, pois os jogos possuem regras que se não seguidas podem determinar o fim da partida, o fim da atividade prazerosa.

Para Alves (2007 p. 63) 'O jogo é um elemento da cultura que contribui para o desenvolvimento social, cognitivo e afetivo dos sujeitos, se constituindo assim, em uma atividade universal, com características singulares que permitem a ressignificação de diferentes conceitos. Portanto, os diferentes jogos e em especial os jogos eletrônicos, podem ser denominados como tecnologias intelectuais.

É importante ressaltar que os jogos são ferramentas eficazes, não somente por serem divertidos, mas porque exige grande imersão do jogador para tomar decisões, ter metas claras, adaptar-se a cada jogada e também pelo seu envolvimento social.

Paul Gee (2003, 2004, 2005) enfatiza que os *games* proporcionam um aprimoramento cognitivo com mais facilidade que uma aula tradicional, estimulando o senso crítico e uma postura mais reflexiva. As crianças possuem uma melhor compreensão de imagens, sons e símbolos.

Segundo Ketamo (2007) o uso de jogos educativos explora a maneira como o aluno utiliza seus conhecimentos prévios diante de um desafio (partida do jogo), ou seja, proporciona o 'aprender fazendo' e é este o eixo central de um jogo educativo, fazer com que o aluno coloque em prática suas competências. O jogo dá liberdade ao aluno em aprender de maneira exploratória através dos seus próprios erros, exigindo um pensamento reflexivo para compreender estes erros e solucioná-los com o objetivo de avançar no jogo. A falha, neste caso, não é punição, é o *feedback*.

Tavares (2012) em entrevista para o portal do Instituto Ayrton Senna diz que muitos professores já trabalham com jogos e que a transição para os jogos digitais dependeria de uma mudança no sistema de avaliação. A escola enfatiza e enaltece o acerto, mas pune e exclui aquele que falha. Por outro lado, os games incorporam o erro em sua dinâmica, eles são criados para que o jogador erre e aprenda com estes erros, este é o desafio estimulante de um jogo. Um jogador considera um *game* 'fácil' e monótono quando este não representa desafios, ou seja, quando não

proporciona a possibilidade de falhar. O sistema de ensino e avaliação deveria ser reestruturado e incorporar esta dinâmica de erro, assim os alunos poderiam se interessar em construir seu próprio conhecimento.

De acordo com Mattar (2010) e Prensky (2001) as mídias como Televisões, animações e CD-Roms forneciam um aprendizado passivo, igualmente encontrado em salas de aula. Já os *games* fornecem uma participação ativa e constante, onde o educando se sente motivado a elaborar uma estratégia que possibilite solucionar os desafios para avançar dentro do jogo. O *game* é uma eficiente ferramenta de ensino por que faz parte do cotidiano desta geração e podem ser usados de diversas maneiras metodológicas e abordar diversos temas. Ainda segundo os autores, a exploração que um jogador faz quando inicia um novo game é muito próxima a de um pesquisador, seguindo quase que os mesmos passos básicos de uma pesquisa através da metodologia científica.

A pesquisa é uma ação reflexiva e crítica na busca de respostas para problemas ainda não solucionados. Seu planejamento e execução são feitos através de um processo sistematizado. Em linhas gerais, o método científico se divide nas seguintes etapas:

- Observação de um fato;
- Formulação de um problema;
- Elaboração de hipóteses que resolvam o problema;
- Testa as hipóteses;
- Analisa os resultados e chega a uma conclusão.

O jogador pode desenvolver o conceito de método científico diante de um novo *game*, pois ele simula diversas ações dentro do jogo, ele:

- 1- Observa um fato; Ele observa o jogo como um todo, seus mundos, personagens e movimentos.
- 2- Formula um problema; O que devo fazer para avançar?
- 3- Elabora hipóteses; Pensa no que fazer antes de agir, antes de executar alguma ação sob pena de ser excluído do jogo.
- 4- Testa as hipóteses; Testa diversas técnicas e maneiras diferentes até encontrar a correta para atingir um objetivo e assim avançar no jogo.
- 5- Analisa os resultados e chega a uma conclusão; Ele descobre através de tentativa e erro, qual ação é adequada para alcançar o objetivo e chegando a conclusão do porquê ela é a mais eficiente.

Como exemplo, pode-se citar o jogo mundialmente conhecido *Tetris*:

Uma pessoa que toma contato pela primeira vez com o jogo em um computador com certeza não terá sucesso de imediato, primeiro ela precisa observar o cenário e as peças caindo (observação de um fato). Logo ela questionará a mecânica do jogo e quais os objetivos (formulação do problema). Após algum tempo ela perceberá que algumas destas peças não se encaixam, surgindo mais uma dúvida, Como faço para que elas se encaixem? Deve existir alguma maneira delas se encaixarem, talvez alguma das teclas do teclado... (elaboração de hipóteses) Provavelmente ela apertará alguns botões do teclado até descobrir qual deles possuem ações sobre as peças (testar as hipóteses). Com certa prática ela perceberá como o jogo funciona (análise dos resultados e conclusão).

Gee e Shaffer (2012) dizem que os *games* precisam ser desenvolvidos na dinâmica da resolução de problemas onde o aluno é convidado a “aprender fazendo” através da tentativa e erro sob pena de ter que reiniciar o processo (fase do game) caso falhe. A estrutura de um jogo é montada em níveis gradativos de dificuldade e a medida que se avança de nível o jogador incorpora novas habilidades e conhecimentos aos aprendidos nas fases anteriores no objetivo de superar novos desafios.

“Uma aproximação entre os docentes e os desenvolvedores dos games e/ou jogos digitais pode também se constituir em um segundo caminho desse percurso que aponta para várias vias sem ser excludente. Professores e desenvolvedores falam línguas distintas, mas podem juntos aprender a construir um diálogo que contemple essas diferenças, abrindo novas perspectivas na área de produção de jogos eletrônicos e digitais para o cenário pedagógico” (ALVES 2008, p. 8)

Os jogos são ferramentas eficazes, não só pela diversão, mas porque exige grande imersão do jogador para tomar decisões, ter metas claras, adaptar-se a cada jogada e também pelo seu envolvimento social.

Segundo Oblinger (2006) os jogos possuem muitos atributos associados ao modo como as pessoas aprendem. Entre eles:

- Social. Os jogos são muitas vezes os ambientes sociais, envolvendo grandes comunidades que geram impacto social e cultural.

- Pesquisa. Quando se inicia um jogo, o jogador precisa assimilar novas informações aos seus conhecimentos prévios para poder decidir quais ações serão tomadas. Muitas vezes para adquirir estas novas informações ele usa de pesquisa.

- Resolução de problemas. Que informações e técnicas aplicar e em quais situações elas proporcionarão maior sucesso.

- Transferência de aprendizagem. Fazer a conexão entre as diversas esferas da vida como a escola e outros jogos.

- Experimentação. Para cada ação há uma reação. O jogador testa hipóteses, erra e aprende com os resultados.

Sheely (2013) em seu artigo “O que os críticos não entendem sobre o campo dos *Games* educativos”, cita pelo menos três tópicos que as pessoas não entendem sobre os jogos educativos:

1) *Games* educativos são muito mais do que diversão.

2) O que faz um jogo ser divertido é o constante aprendizado.

3) É a melhor maneira de aproveitar as nossas novas tecnologias para adquirir as habilidades e conhecimentos necessários na era da informação.

Ele postula que há dois tipos de conhecimento, o explícito e o tácito. O explícito é transferível e pode ser exemplificado como o conteúdo de livros ou aulas. O conhecimento tácito é como andar de bicicleta e é exclusivamente aprendido através da ação, da prática e por tentativa e erro, ou seja, através do aprender fazendo. O modelo educacional tradicional é passivo e linear, o aluno se senta em uma mesa para escutar uma palestra ou ler um livro, já a educação através de games é uma ação baseada no não-linear, sendo significativa em vários níveis de profundidade, pois proporciona uma ponte facilitadora para a aprendizagem de conhecimentos tácitos. Um exemplo do uso dos games para o desenvolvimento do conhecimento tácito é visto no campo militar onde o treinamento é feito através de simulações virtuais realistas.

Lopes e Oliveira (2013) citam que os *games* se tornaram um instrumento da cultura desta geração, já que cerca de três quartos dos jovens no mundo jogam games. Segundo os autores, nos últimos anos inúmeros estudos vêm demonstrando que os jogadores desenvolvem o domínio de diversas habilidades indispensáveis aos trabalhadores do século XXI, como por exemplo: O pensamento estratégico e analítico, resolução de problemas, planejamento e execução de ações e fácil adaptação às mudanças. Ainda de acordo com os autores, jogadores que costumam jogar games de ação, apresentam melhoras significativas nas tarefas que exigem percepção, acuidade visual e atenção, em comparação a não jogadores.

Recentemente, em 29 de outubro de 2013 os pesquisadores Kühn et al (2013) da *Max Planck Institute*, uma organização de pesquisas científica Alemã e ganhadora de 17 prêmios Nobel publicaram um artigo na revista *Nature* (2013) com o título “*Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game*” revelando que jogar vídeo game pode induzir o cérebro a ter maior plasticidade e aumentar seu volume.

Vinte e três pessoas foram testadas jogando diariamente por cerca de meia hora e por dois meses seguidos, o *game Super Mario 64*. Os pesquisadores perceberam um aumento de determinadas áreas cerebrais nos jogadores comparados com pessoas que não jogaram, revelando que os *games* contribuem principalmente com o córtex pré-frontal, responsável por pensamentos complexos, tomada de decisão e comportamento social.

3.4 OS GAMES DE CITOLOGIA

3.4.1 Célula Virtual 1.0

Este na verdade não é um *game*, mas sim uma atividade *gamificada*, ou seja, é uma atividade que incorpora recursos dos *games* como a apresentação de ícones e símbolos e principalmente a possibilidade de controlar um personagem (célula) dando um pouco mais de interação ao aluno com seu aprendizado. Mas por outro lado não possui os desafios, o que é considerado por muitos autores como a peça chave para o sucesso de um game. É um *software* pago e que representa um modelo virtual celular onde se controla o que se quer aprender sobre citologia e pode ser usado para dar mais dinamismo ao ensino.



Figura 6: Simulador: Célula Virtual 1.0.

⁶ Fonte: *print screen* do game Célula Virtual 1.0.

⁶ Disponível em: <<http://www.biosphera.com.br/celula-virtual-ensino-citologia.asp>> Acessado em out. 2013.

3.4.2 Canais da Membrana

É também uma atividade gamificada que ilustra alguns dos transportes executados pela membrana plasmática das células através de canais protéicos. É interessante por que auxilia o aluno a perceber como tais substâncias e moléculas passam pelos canais específicos. Está disponível gratuitamente online.

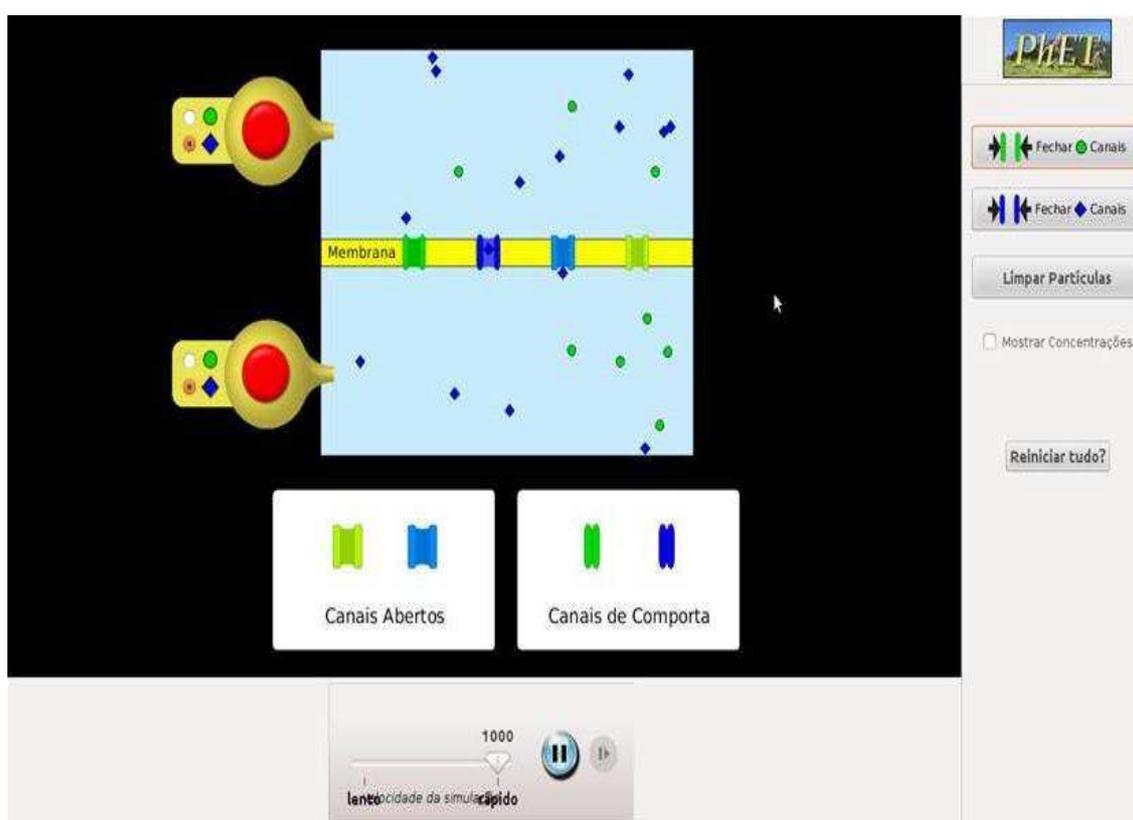


Figura 7: Game: Canais da Membrana.

⁷ Fonte: *print screen* do *game* Canais da Membrana.

⁷ Disponível em: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/biologia/citologia/canais-da-membrana/> acessado em out. 2013.

3.4.3 CellCraft Biology Game

É mais um modelo de célula virtual que proporciona uma navegação do aluno pelo mundo celular, mas ao longo do percurso vão surgindo novos elementos com respectivas janelas informativas contendo muitos dados sobre estes novos elementos, o participante vai incorporando muitas delas e sua célula vai evoluindo. Possui grande quantidade de informação a respeito da célula e seus componentes, sendo bem interessante para se aprender sobre algumas organelas e suas funções

Está disponível gratuitamente na internet, mas em inglês.



Figura 8: Game: Cell Craft Biology Game.

⁸ Fonte: print screen do game Cell Craft Biology Game.

⁸ Disponível em: <<http://www.sciencegeek.net/Biology/CellCraft/CellCraft.html>> acessado em out. 2013.

3.4.4 Cell Defense: The plasma membrane

Este é um *game* onde o jogador escolhe entre diversos processos celulares. Neste simulador o jogador pode montar a estrutura de uma Membrana Plasmática adicionando os fosfolipídios, proteínas transportadoras e demais peças. Também pode trabalhar os processos de troca simulando a passagem das substâncias através da membrana ou de proteínas, é um *game* bem interessante por que permite trabalhar com o transporte ativo que é um dos processos de maior dificuldade de compreensão pelos alunos.

Está disponível gratuitamente pela internet, mas também em inglês.



Figura 9: Game: Cell Defense: The Plasma Membrane.

⁹ Fonte: *print screen* do game Cell Defense: The Plasma Membrane.

⁹ Disponível em: <<http://biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/celldefense.html>> acessado em out. 2013.

3.4.5 CELL Explorer: The animal cell

Jogo que mistura a navegação por dentro da célula com *quizz*, ou seja, o praticante pode navegar por dentro de uma célula com uma “mini nave” e vai encontrando com organelas, substancias e moléculas com as quais vai interagindo. Desta interação resulta em perguntas com o intuito de permitir que o jogador avance pelo jogo. Ele possui mais interação e imersão, pois a nave se locomove em todas as direções e atira, portanto existe aqui um desafio não só nas perguntas, mas em conduzir a nave pelos obstáculos que vão surgindo na tela, possuindo então, uma aproximação maior com os *games* jogados pelos jovens de hoje.

Está disponível gratuitamente pela internet, mas também em inglês.



Figura 10: Game: Cell Explorer, Animal Cell.

¹⁰ Fonte: print screen do game Cell Explorer, Animal Cell.

¹⁰ Disponível em: <http://www.biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/CellExplorerAnimalCell.html>> acessado em out. 2013.

3.4.6 Osmos

Jogo criado pela empresa canadense *Hemisphere Games* e lançado em 2009 que aborda conceitos de transporte entre a membrana e o meio externo. Nele o praticante controla uma célula que expelle ou absorve substâncias, moléculas e até outras células, mas com uma visão não tão microscópica ao nível de moléculas químicas. Possui gráficos, sons e músicas excelentes, bem característicos dos *games* comerciais de sucesso, sendo bem interessante e cativante. Por outro lado não expõe grandes quantidades de conteúdos, dando mais ênfase a estes no seu tutorial inicial.

Em 2012 foi lançada uma edição online, é um *game* pago e em inglês.



Figura 11. Game: *Osmos*

¹¹ Fonte: *print screen* do game *Osmos*.

¹¹ Disponível em: <<http://www.hemisphergames.com/osmos/>> acessado em out. 2013.

A pesquisa realizada na internet expõe uma grande carência de *games* na área da Citologia, onde a maioria encontrada foi do tipo *Quizz* com perguntas e respostas, ou numa parcela ainda menor, *games* que na verdade são atividades de simulação de uma célula, priorizando os conteúdos e deixando em segundo plano a ação e os desafios, considerados os eixos motores de um bom *game*. Esta falta de dinamismo e de ação destes jogos acaba tornando-os chatos e monótonos do ponto de vista do aluno.

Mattar (2010) cita a existência de muitos jogos educativos que não são utilizados pelos professores principalmente por não despertarem o interesse dos jogadores, pois foram criados de maneira em que o aluno sente-se forçado a aprender algo, ou seja, a ênfase do jogo está no conteúdo e não na sua principal característica, a jogabilidade, o entretenimento que desafia e motiva cognitivamente o jogador.

O *game Osmos*, produzido pela empresa canadense *Hemisfphre Games* foi o único jogo encontrado por pesquisa na internet que preserva a dinâmica e a jogabilidade característica dos *games*, conseguindo integrar conceitos de Citologia como: Osmose, Difusão, Endocitose e Exocitose. Possui ótimos gráficos e proporciona boa ação capaz de despertar o interesse dos jovens para uma participação efetiva na construção do seu conhecimento, servindo como boa ferramenta auxiliar de ensino. É um *game* recente e sem pesquisas fundamentadas a respeito de suas contribuições ao ensino.

De acordo com as pesquisas de Klopfer, Osterweil e Salen (2009) publicadas pelo *The Education Arcade*, do *Massachusetts Institute of Technology*, para se desenvolver bons *games* educativos, é preciso contemplar 14 princípios. Dentre eles, os autores citam a importância da seleção dos temas mais motivantes e não de todo o currículo, de expor estes conteúdos em forma de resolução de problemas, de contemplar o contexto social dos alunos e principalmente em manter um equilíbrio entre o conteúdo e a diversão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Citologia é um tema de grande dificuldade de entendimento pelos alunos e para se compreender o caráter microscópico e abstrato de seus conceitos, é preciso utilizar metodologias de ensino capazes de facilitar a imaginação e a representação mental destes conteúdos. Comumente este tema ainda é abordado em sala através de aulas expositivas com imagens e textos de livros didáticos, o que exige grande esforço cognitivo do aluno para entender conceitos abstratos e dinâmicos a partir de informações estáticas. É preciso compreender que estas metodologias foram elaboradas de acordo com a maneira que as gerações passadas se apropriavam do conhecimento, esta nova geração aprende de maneira diferente das anteriores, através da interação com novas tecnologias que proporcionem a imersão dentro de um universo semiótico com ritmo frenético de informações não lineares e repletas de sons e imagens em movimento. Os *games* fornecem esta imersão ao jogador, por isso fazem parte da cultura e da personalidade desta geração e podem fornecer os recursos exigidos para a aprendizagem destes. Diversas pesquisas comprovam a eficiência dos *games* educativos para o ensino de história, matemática e inglês, por exemplo, além de serem empregados em larga escala e com sucesso no treinamento nas áreas militar e médica.

Portanto, conclui-se que os *games* educativos são ótimas ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem desta nova geração e que o tema Citologia é um campo fértil e inexplorado para o desenvolvimento destes *games*. Suas estruturas e processos podem ser explorados por desenvolvedores de jogos eletrônicos e professores com o intuito de atribuir mais realismo e dinamismo ao abstrato e microscópico mundo das células.

Esta lacuna de *games* educativos centrados em um conteúdo curricular e que podem ser utilizados como metodologias auxiliares no ensino/aprendizagem de conteúdos microscópicos e abstratos não é exclusividade da Biologia, ela também é visível nas Ciências Físicas e Químicas, por exemplo. Portanto, espera-se que este trabalho possa contribuir não só para o ensino de Biologia, mas também com estas disciplinas que enfrentam as mesmas dificuldades de ensino.

REFERÊNCIAS

ALLEN, D. Tanner, **Approaches to Cell Biology Teaching**; A primer on Standards. CBE-Life Sciences Education, v.1, 2002.

ALVES, L., de A., MELO, G., dos S., **Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de biologia celular em iniciantes do curso de graduação em ciências biológicas**, 2011 Trabalho de conclusão de graduação em Ciências Biológica, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

ALVES, Lynn, **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso**. In Educação, Formação & Tecnologias; vol.1; 2008.

ALVES, R., J., L., **O lúdico no ensino de citologia e sua importância para o desenvolvimento de competências e habilidades**. 2011 Trabalho de conclusão da Graduação em Biologia, Consórcio Setentrional de Educação a Distância Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás, Brasília.

BORGES, E. L., **Os mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia Celular**. Atas do Primeiro Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Águas de Lindóia: 1997.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000.

_____. **PCN+ Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CARVALHO, A. M. P., GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências, tendências e inovações**, 10 ed. São Paulo, Cortez, 2011.

CUNHA, K.M.C., **O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina biologia do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do Rio de Janeiro**. 2011 (Mestrado em Biociências e Saúde) Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

DALE, E. **Audio-Visual Methods in Teaching**, 3rd ed., Holt, Rinehart & Winston, New York, 1969. Disponível em:
<http://www.etsu.edu/uged/etsu1000/documents/Dales_Cone_of_Experience.pdf>
Acesso em 21 set. 2013.

GAGLIARDI, R., **Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación**. Revista Enseñanza de las Ciencias, v. 4, n. 1, 1986.

GEE, J. P., **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: PalgraveMcMillan, 2003.

_____. **Situated Language and Learning: A Critique of Traditional Schooling**. London: Routledge, 2004.

_____. **What Would a State of the arte instructional video game look like**. Inovate Online. v.1, issue 6, 2005.

GEE, J.P., SHAFFER, D. W., **The Right Kind of GATE: Computer games and the future of assessment**, 2012.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens. O jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 1971.

JESUÍNO, B. Daniel A **célula por dentro: Uma abordagem dinâmica do processo de síntese proteica** pag 163 EXPERIMENTANDO CIÊNCIA, Teorias e práticas para o Ensino de Biologia UNESP São Paulo 2011.

KEBRITCI, M., HIRUMI, A., **Computers & Education, Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games**, College of Education, University Central Florida, 2008 1729-1743.

KETAMO, H., **Learning by Teaching: A Case Study on Explorative Behaviour in an Educational Game**, Network-Based Education, Finland, 2007.

KITCHEN, E. ET al, **Teaching Cell Biology in the Large-Enrollment Classroom: Methods to Promote Analytical Thinking and Assessment of Their Effectiveness**. Cell Biology Education V. 2, p.180-194, 2003.

KLOPFER, E., OSTERWEIL, S., SALEN, K., **Moving Learning Games Forward**, The Education Arcade, Massachusetts Institute of Technology, 2009.

KÜHN, et al. **Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game**. Cognitive Science. Disponível em:
<<http://www.mpg.de/7588840/>>. Acesso em 03 nov. 2013.

LIPTON, B., H., A **Biologia da crença: Ciência e espiritualidade na mesma sintonia** 1ª. São Paulo, Ed. Butterfly, 2007.

LOPES, N., OLIVEIRA, I. **Videojogos, Serious Games e Simuladores na Educação: usar, criar e modificar**, Laboratório de Educação a Distância e eLearning-Universidade Aberta, Portugal (2013), 04-20

LOPES, Sonia, ROSSO, Sérgio, **Bio** Vol. 1, São Paulo, Ed. Saraiva, 2010.

MATTAR, JOÃO, **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. 1 ed. São Paulo:Pearson Prentice Hall, 2010.

MENDES, M., A. de A., **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para 1ª série do ensino médio**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. Brasília 2010.

MORAN, J. M., **Como utilizar a internet na educação**. Revista Ciência da Educação, São Paulo, v.26, n. 2, 2007.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**, 02 ed. São Paulo, EPU 2011.

OBLINGER, D. **Simulations, Games, and Learning**, Educase learnig initiative educause.edu, 2006. Disponvel em:
<<http://mobilelearningcourse.pbworks.com/f/Games%2Band%2BLearning%2BELI3004.pdf>> Acessado em 20 set. 2013

PALMERO, M.L.R., Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular, In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Rio Grande do Sul: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vol. 2, p.123-152,1997.

PALMERO, M.L.R., TEJINA, A., G. y G., Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y La investigación em el estudio de la célula, **Investigações em Ensino de Ciências**. La Laguna. Sta Cruz de Tfe. Islas Canarias V5(3), pp. 237-263, 2000.

PRENSKY, Marc, **Digital Natives, Digital Immigrants**. MCB University Press, 2001.

_____. **Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!** São Paulo: Phorte, 2010.

SHEELY, E. **What critics dont understand about gamified education**, GO gamificationcorp. 2013. disponível em: <<http://www.gamification.co/2013/08/28/what-critics-dont-understand-about-gamified-education/>>. Acessado em 23 set. 2013.

SILVA Jr, Cesar da, SASSON, Sezar, **Biologia** Vol. único.5ª Ed. 1.São Paulo, Ed. Saraiva, 2011.

TAVARES, R. **Games na Educação** – entrevista concedida ao Portal do Instituto Ayrton Senna 2012, disponível em: < <http://www.educacaoetecnologia.org.br/?p=5660>>. Acessado em 01 nov. 2013.

VEEN, W., VRAKING, B. **Homo Zapiens: educando na era digital**. Tradução Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VYGOTSKY, Lev S., **A Formação Social da Mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6a ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

WU, Wen-Hsiung ET AL, **Re-exploring game-assisted learning research**: The perspective of learning theoretical bases *Computers & Education* ,2012, 1153–1161.

Games de Citologia disponíveis na internet

Canais da Membrana. Disponível em:

<<http://www.noas.com.br/ensino-medio/biologia/citologia/canais-da-membrana/>>

Acessado em 21 out. 2013.

Cell Craft. Disponível em:

<<http://www.sciencegeek.net/Biology/CellCraft/CellCraft.html>>

Acessado em 21 out. 2013

Cell Defense: The Plasma Membrane. Disponível em:

<<http://biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/celldefense.html>>

Acessado em 23 out. 2013.

Cell Explorer, Animal Cell. Disponível em:

<<http://biomanbio.com/GamesandLabs/Cellgames/CellExplorerAnimalCell.html>>

Acessado em 23 out. 2013.

Célula Virtual 1.0. Disponível em:

<<http://www.biosphera.com.br/celula-virtual-ensino-citologia.asp>>

Acessado em 22 out. 2013.

Osmos. Disponível em:

<<http://www.hemispheregames.com/osmos//>>

Acessado em 25 out. 2013.

Sites sobre Games Educativos disponíveis na internet

Avatar Generation. Disponível em:

<<http://www.avatargeneration.com/2014/02/the-future-of-games-in-education/>>

Acessado em 21 out. 2013.

Beta Playforce. Disponível em:

<<http://beta.playforce.org/>>

Acessado em 23 out. 2013.

E-Adventure Game Learning. Disponível em:

<<http://e-adventure.e-ucm.es//>>

Acessado em 25 out. 2013.

Game Kit. Disponível em:
<<http://beta.gamek.it/>>
Acessado em 21 out. 2013.

Institute of Play. Disponível em:
<<http://www.instituteofplay.org/work/>>
Acessado em 22 out. 2013.

Serious Games Institute. Disponível em:
<<http://www.seriousgamesinstitute.co.uk/>>
Acessado em 20 out. 2013.