

CELL MEMBRANE: PRODUÇÃO E ANÁLISE DE UM JOGO ELETRÔNICO SOBRE PERMEABILIDADE SELETIVA DA MEMBRANA PLASMÁTICA

CELL MEMBRANE: PRODUCTION AND ANALYSIS OF AN ELECTRONIC GAME OF SELECTIVE PERMEABILITY OF PLASMA MEMBRANE

Autor 1 Fausto Eduardo de Oliveira

Universidade Federal do ABC - UFABC
biofausto@hotmail.com

Autor 2 Mirian Pacheco Silva Albrecht

Universidade Federal do ABC - UFABC
mirian.pacheco@ufabc.edu.br

Resumo

O estudo da permeabilidade seletiva da Membrana Plasmática envolve conceitos microscópicos que exigem grande concentração dos alunos. Portanto, faz-se necessário repensar os recursos didáticos visando aproximá-los do cotidiano destes jovens. O presente trabalho apresenta os resultados parciais de uma pesquisa de mestrado, em andamento, sobre a produção de um jogo eletrônico e educativo que aborda conteúdos da permeabilidade seletiva da membrana plasmática, denominado *Cell Membrane*. Este artigo concentra-se na descrição dos parâmetros utilizados na idealização e produção deste jogo.

Palavras chave: Membrana plasmática, ensino-aprendizagem, games educativos.

Abstract

The study of the selective permeability of Plasma Membrane involves microscopic concepts that require quit concentration of students. Therefore it is necessary to rethink the teaching resources aimed to approach them closer to the daily life of these young people. This paper presents the partial results of a master's research about the production of an educational game called Cell Membrane with selective permeability of the plasma membrane content. This article describes the parameters used in the idealization and production of this game.

Key words: Plasma membrane, teaching-learning, educational videogames.

Introdução

O estudo da Célula, segundo Brasil (2000), aborda conceitos base para o processo de ensino e aprendizagem em Biologia. Recomenda-se que eles sejam bem trabalhados em sala de aula

porque envolvem uma enorme quantidade de termos e conceitos abstratos que geram dificuldades de compreensão, tanto por alunos como por professores, que muitas vezes abordam o tema de maneira superficial, centrada na memorização. Esses conhecimentos são indispensáveis para a compreensão de inúmeros fenômenos envolvendo os seres vivos.

Krasilchik (2008) revela que existe uma grande ênfase aos temas relacionados à célula. A “estrutura celular” está presente em 96% e o “metabolismo celular” em cerca de 70% das propostas curriculares. Ainda segundo a autora, mesmo sendo um conteúdo com grande relevância nos currículos, o caráter descritivo de seus processos aliados a grande quantidade de termos científicos, torna este assunto muito difícil para a compreensão dos alunos.

Por exemplo, nas aulas de citologia o número de termos novos introduzidos passa de seis para onze por aula, o que indica ênfase na nomenclatura em lugar da análise dos processos metabólicos. Esse dado parece indicar também que o lugar da anatomia como fonte de sofrimento para os alunos, que tinham de decorar os nomes das estruturas, é ocupado agora pela Citologia e a minuciosa descrição das organelas e dos mapas metabólicos, que os alunos acabam memorizando sem entender o que representam. (KRASILCHIK, 2008 p. 56).

O ensino de Citologia geralmente é baseado nas imagens estáticas do livro didático, o que contribui para o aumento da dificuldade de compreensão uma vez que as células estão em constante atividade de troca de substâncias com o meio externo. Estes processos dinâmicos ficam mais fáceis de serem compreendidos através de uma metodologia que utilize imagens, símbolos e sons ao longo do tempo. Vídeos e animações podem ajudar, mas ainda colocam o aluno como um espectador passivo e sem interação com sua própria aprendizagem. Neste sentido, Krasilchick (2008) chama a atenção para a necessária introdução de novas metodologias de ensino que possibilitem uma visão mais dinâmica do mundo celular e que facilitem a compreensão, a imaginação e a criação de representações mentais.

[...] os alunos tem dificuldade de imaginar, a partir de figuras representadas no plano, uma estrutura em três dimensões. Fica difícil para os jovens, vendo, por exemplo, esquemas de células ou de fases do desenvolvimento embrionário em corte ou microfotografias eletrônicas, reconstituir a célula total ou o embrião. (KRASILCHIK, 2008 p. 62)

O sistema educacional atual geralmente não contempla a imaginação e a criatividade como habilidades a serem desenvolvidas por metodologias lúdicas, considerando que estas metodologias possuem somente a função de despertar o interesse dos alunos e não de ensinar. Segundo Lévy (2010), a capacidade de abstração pode ser complementada pela manipulação ou simulação, fornecendo subsídios para que o cérebro crie as representações mentais exigidas. “Nossa destreza em resolver certos problemas, imóveis, de olhos fechados, deriva da capacidade, aprendida, de resolvê-los fisicamente, encadeando atos reais e percepções aos sistemas semióticos fornecidos por nossa cultura”. (LÉVY, 2010 p. 161)

Lévy (2010) ainda postula que o hipertexto ou a interatividade das mídias se adequam como recursos didáticos, principalmente por que esta geração atual nasceu na era da popularização dos computadores e da internet, estes instrumentos fazem parte do cotidiano destes jovens, por isso tem grande capacidade de despertarem seu interesse.

Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa, graças à sua dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa. (LÉVY, 2010 p. 40)

A aprendizagem dos jovens contemporâneos segundo Prensky (2010) ocorre de maneira diferente das outras gerações, pois estes aprendem através da interação com as novas tecnologias, da qual os games fazem parte. Muitas das teorias a respeito do ensino aprendizagem que há muito foram formuladas podem não ser mais adequadas a esta nova geração. A geração em questão nasceu na era da popularização da internet, compreendem o mundo de maneira diferente dos seus antecessores, suas habilidades cognitivas diferem das gerações passadas. 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 divertida. As mídias como as animações fornecem um aprendizado passivo, igualmente encontrado em salas de aula, já os games fazem parte do cotidiano desta geração e fornecem uma participação ativa que motiva o educando a elaborar uma estratégia de solução aos desafios do jogo.

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 proporcionar uma interação motivadora e divertida entre aluno e o jogo através da aprendizagem por tentativa e erro. Já para 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 significativo e interessante.

Segundo Vygotsky (1998), 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. Para Moreira (2011), 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 intercâmbio de significados. Dentro deste raciocínio pode-se pensar em um game como um recurso didático capaz de proporcionar ao aluno a imersão em um universo semiótico repleto de signos. A inserção de conteúdos curriculares em um game proporciona significados aos seus símbolos, tornando-o 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 livros e vídeos podem proporcionar.

Diante disso, neste artigo, são apresentados os resultados parciais de uma pesquisa de mestrado em andamento, sendo descritos os parâmetros utilizados na idealização e produção do jogo *Cell Membrane*, proposto como um recurso didático para o ensino de Biologia.

Desenvolvimento

A produção do jogo foi pautada pelas pesquisas de Klopfer, Osterweil e Salen (2009) intituladas de *The Education Arcade of Massachusetts Institute of Technology* e também pelas diretrizes abordadas no curso *Videogames and Learnig*, ministrado pela University of Winscowsin, Madinson e concluído pelo autor da pesquisa em 2013.

Este jogo é idealizado através de uma visão construtivista, considerando que o jogo pode ser compreendido como um recurso didático repleto de signos e símbolos que poderão ajudar o aluno a construir representações mentais mais claras a respeito do universo celular. Também foram seguidos os princípios postulados por Gee e Shaffer (2012), baseados na dinâmica da resolução de problemas pelo próprio aluno através da exploração por tentativa e erro. Os jogadores também devem ser livres para experimentar e interpretar, testando possibilidades

para se realizar uma ação, por isso, no jogo não existem frases, textos ou questionamentos a respeito do conteúdo curricular durante a partida, desta forma permite-se ao aluno a livre interpretação e exploração através dos símbolos e signos com o intuito que este construa seu conhecimento pela pesquisa externa e principalmente na interação com o professor.

De acordo com Klopfer, Osterweil e Salen (2009), o ponto chave de um jogo educativo está no equilíbrio entre conteúdo e diversão, sem ele corre-se o risco do jogo se tornar apenas mais uma tarefa escolar para os alunos. Um bom jogo educativo não deve priorizar nem o conteúdo, nem a diversão. Entende-se que a ausência de textos ou questões durante a partida é um caminho para se alcançar este equilíbrio, não prejudicando a dinâmica do jogo e principalmente porque pode provocar questionamentos que serão trabalhados posteriormente pelo professor, desta maneira são fornecidos ao professor os mecanismos de intervenção no processo. O jogo não possui a pretensão de ser um recurso para que o aluno aprenda sozinho e sem mediação, pelo contrário, em sua idealização o professor mediador tem papel fundamental, pois é ele o responsável pela transposição didática dos conceitos científicos.

Uma terceira possibilidade exclui a ação direta do professor. Neste caso, é o aluno que assume o papel de "pesquisador" e interage com o conhecimento por meio dos mais diferenciados recursos multimidiáticos. O aluno aprende por "descoberta" e ao professor cabe a interação final com o aluno, para "ordenar" os conhecimentos apreendidos pelos alunos nos outros espaços do saber. (KENSKI 2003, pag. 46)

O jogo foi pensado para ser utilizado quando o tema já foi ou está sendo abordado em sala, para entender o funcionamento do jogo é preciso que o aluno relacione e coloque em prática seu conhecimento prévio sobre o tema. Como as próprias leis que regem os processos de troca da Membrana Celular são as próprias regras do jogo também se pode utilizá-lo antes do tema ser abordado. Desta maneira os alunos exploram o jogo como fazem com outros jogos, procurando entender sua dinâmica e seus objetivos, então o professor mediador pode dar sentido aos elementos e signos do jogo trabalhando o conteúdo curricular em sala.

Os conteúdos curriculares foram baseados nos PCNs de Ciências da Natureza do Ensino Médio (BRASIL, 2000), sendo abordados conceitos de permeabilidade seletiva da Membrana Plasmática e dos transportes de osmose, transporte ativo, difusão simples e facilitada. Para uma melhor compreensão dos conteúdos, o jogo conta com a opção “conteúdo curricular”, com imagens e textos sobre os conteúdos curriculares de Citologia (figura 1).

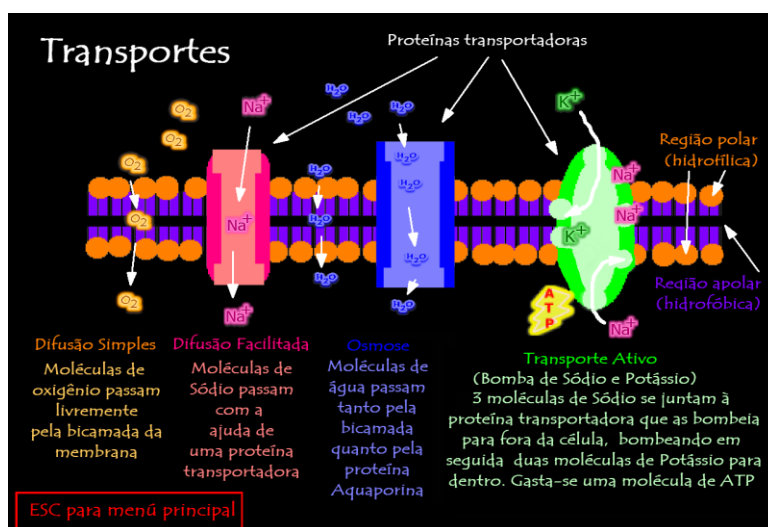


Figura 1: Captura de tela do menu “conteúdo curricular”.

O jogo foi produzido para o sistema operacional Windows sendo utilizado o software livre *Game Maker Studio*, disponibilizado pela YoYo Games. Sua escolha se deu pela gratuidade do software, pela facilidade de manuseio, uma vez que não é preciso a utilização de programação direta e também por fornecer a possibilidade de criação e edição de imagens. O game foi licenciado pela Creative Commons (CC), sob uma licença 4.0 CC BY-NC-ND (Atribuição-SemDerivações-SemDerivados), pois esta é a mais restritiva das licenças, sendo permitindo somente o download e compartilhamento com atribuição de créditos e sem a possibilidade de alteração ou de utilização com fins comerciais.

Segundo Gee e Shafer (2013), um bom jogo educativo deve possuir elementos similares à estrutura do objeto de estudo e estes devem ser perceptíveis ao jogador enquanto joga. A percepção e significação desses elementos são indispensáveis para que se consiga atingir os objetivos pedagógicos do jogo. Para tanto, foi criada uma célula como elemento principal e que fica rodeada pelos elementos secundários, as moléculas. Representados pela figura 2.

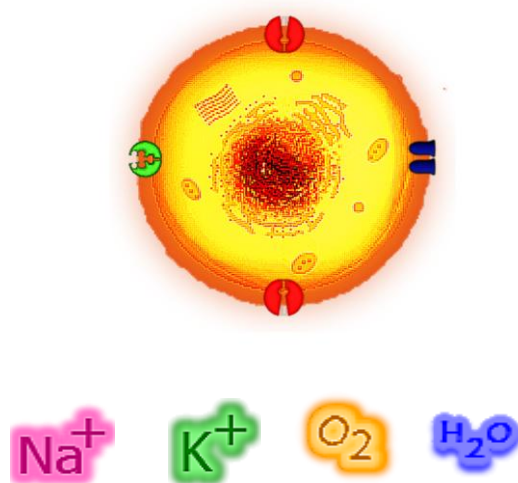


Figura 2: Personagem Célula e as moléculas a serem capturadas.

O game possui quatro fases. A primeira corresponde ao processo de Osmose; Já na segunda soma-se à Osmose, o fenômeno de Difusão Simples, sendo que o jogador terá dois processos simultâneos a serem realizados. O jogo segue somando na terceira fase o processo de Difusão Facilitada e na quarta fase, o processo de Transporte Ativo. Além de criar um nível gradativo de dificuldade ao somar um novo transporte diferente a cada fase, também se objetivou passar uma visão não fragmentada das funções celulares, proporcionando a percepção de que a célula está em constante atividade realizando diversos processos simultâneos.

Para o layout do jogo, procurou-se seguir alguns dos princípios de elaboração de meios visuais citados por Bordenave e Pereira (2011). As figuras e demais elementos informativos que compõem o layout devem ser corretamente distribuídos dentro do campo visual do game, o centro de interesse deve ser pensado como o primeiro estímulo a ser percebido pelo aluno, se destacando dos demais componentes visuais. Para o game *Cell Membrane*, estes elementos informativos correspondem à contagem de tempo e à contagem de substâncias absorvidas. A figura 3 representa o layout da quarta e última fase do jogo, evidenciando a célula com sua membrana e as proteínas transportadoras, rodeadas pelas moléculas. Podem-se observar também os elementos informativos de contagem de tempo (canto superior esquerdo) e de contagem de moléculas (lateral direita). Nesta fase, estão presentes os quatro transportes abordados no jogo: Osmose, difusão simples e facilitada e transporte ativo.

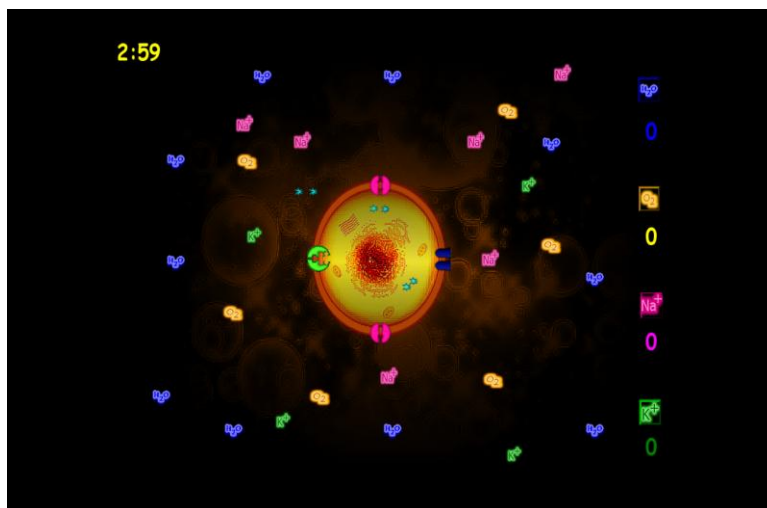


Figura 3: Quarta fase do game *Cell Membrane*.

De acordo com Klopfer, Osterweil e Salen (2009), para se desenvolver bons games educativos é preciso contemplar 14 princípios. Na concepção do game *Cell Membrane* procurou-se seguir estes 14 princípios, descritos abaixo e seguidos de justificativas.

1. Escolha com sabedoria. Os games devem contemplar os conteúdos com qualidade. Foram testados diversos games objetivando encontrar uma dinâmica próxima da realidade dos processos de trocas de substâncias pela membrana. Desta maneira foi possível desenvolver uma jogabilidade em que as próprias leis que regem os processos de trocas fossem as regras do game, propiciando fidelidade aos fenômenos abordados.

2. Pense pequeno (às vezes). Às vezes é melhor desenvolver um game simples, mas que contemple adequadamente os objetivos pedagógicos. O game *Cell Membrane* é um game simples tanto em gráficos quanto na jogabilidade, sua prioridade está no conteúdo curricular.

3. Jogos educativos são diferentes dos jogos comerciais.

4. Ênfase no aprendizado e na jogabilidade. Estes dois princípios (3 e 4) se relacionam à manutenção do equilíbrio entre o conteúdo curricular e a diversão, já discutido no texto.

5. Encontrar a dinâmica do jogo dentro do conteúdo. Para se atender a este parâmetro foram selecionados apenas os transportes celulares de osmose, difusão simples, difusão facilitada e transporte ativo, desta maneira se conseguiu que as regras e objetivos do jogo fossem as próprias leis que regem os processos de transportes pela membrana.

6. Pense em diferentes ambientes para se jogar os jogos. Os jogos educativos devem ser pensados para se jogar fora da escola, para que suas dúvidas e questionamentos sejam trazidos para discussão e reflexão dentro da sala. *Cell Membrane*, através da ausência de explicitação do conteúdo possibilita esta reflexão através da mediação do professor. Ele pode ser trabalhado dentro ou fora da sala de aula de acordo com as necessidades do professor.

7. Aproveite o desenvolvimento de habilidades ligadas ao conteúdo e essenciais para o século XXI como: a resolução de problemas, raciocínio, comunicação e trabalho em grupo. O game é arquitetado na resolução de problemas por tentativa e erro, esta estrutura por si só já é capaz de desenvolver certas habilidades como o raciocínio e a atenção. Procura-se contemplar também o desenvolvimento de algumas competências e habilidades citadas nos PCNs de 2000, como: descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos; apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos e apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido através de diferentes recursos.

8. Possível treinamento do professor. O jogo deve permitir a qualquer pessoa começar a jogar sozinho, mas para o professor o que importa são os mecanismos de intervenção no processo de aprendizagem. O jogo possui tutorial e conteúdo curricular de apoio, sendo montado o mais próximo possível dos processos biológicos.

9. Jogos para se jogar em qualquer lugar. O software utilizado é uma versão gratuita que não disponibiliza a programação do jogo para dispositivos móveis. Por outro lado, qualquer dispositivo com plataforma Windows tem a capacidade de rodar o game, podendo ser utilizado em casa ou de certa forma em diversos outros lugares através do uso de Laptops.

10. Reduza, reuse e recicle. O custo da produção de um game educativo muitas vezes é um fator limitante para sua conclusão. Para este projeto foi utilizado um software livre e gratuito disponibilizado pela YOYO Games e o computador pessoal do autor da pesquisa.

11. Defina os objetivos de aprendizagem. É importante definir quais são os objetivos de aprendizagem. O game é um recurso didático que visa contribuir para o aprendizado, portanto cada professor pode possuir objetivos próprios de aprendizagem. De uma maneira geral, objetiva-se que os alunos possam: Reconhecer a estrutura da membrana celular e relacioná-la com as suas funções; Diferenciar os diferentes tipos de transporte de substâncias através da membrana plasmática e compreender a importância do equilíbrio entre o meio interno e externo para a sobrevivência da célula.

12. Busque parcerias. Foram contatadas empresas de desenvolvimento de games, produtores independentes e também organizações não governamentais de promoção ao uso de games na educação que não manifestaram interesse na execução do projeto. Por outro lado existiu uma grande dedicação dos mediadores do fórum GAME MAKER BRASIL na solução de dúvidas e também de Joaquim Oliveira Neto que compôs o trecho musical que acompanha a partida.

13. Deve-se inovar, o game não precisa ser fiel aos padrões. Neste aspecto, o game *Cell Membrane* procurou buscar diferenças estruturais em relação aos jogos educativos usuais disponíveis. Jogos educativos do tipo *Quiz*, quebram a dinâmica e a ação, pois constantemente a partida é paralisada para se responder a uma questão, o que acaba deixando o jogo chato. Mais uma vez se aposta que a ausência textual seja um diferencial, podendo contribuir para que o jogo proporcione o engajamento do aluno no aprendizado.

14. Devem-se levar em consideração quais os tipos de games as pessoas jogam, o contexto onde ele será jogado e onde ele será vivenciado. O game *Cell Membrane* foi pensado em dois diferentes contextos, o de fora da sala de aula onde objetiva-se que o aluno manuseie o game e o contexto principal, o de dentro da sala da aula, onde se espera que tanto o professor mediador quanto os demais alunos dêem significado ao conteúdo abordado no jogo.

Após a produção do jogo, foi realizado um teste piloto em uma sala de aula com 16 alunos de Ensino Médio de uma escola da cidade de Araras SP objetivando ajustes no jogo e na metodologia de pesquisa. O teste piloto revelou grande entusiasmo dos alunos diante do jogo, bem como a participação ativa dos mesmos ao resgataram o conhecimento sobre o tema para solucionar os desafios propostos pelo jogo. Contudo, os resultados obtidos no teste piloto não serão descritos neste trabalho.

Considerações finais

Ao propor parcerias para a produção do jogo, deparamo-nos com o não interesse de entidades ligadas a produção de jogos eletrônicos, sob o pretexto de que jogos educativos não trazem lucro. Diante disso, fez-se necessário que o próprio autor da pesquisa o desenvolvesse, o que envolveu conhecimentos de programação e conhecimentos específicos sobre Biologia. No

entanto, consideramos que o desenvolvimento desse tipo de jogo é importante, pois poderá contribuir com os alunos que possuem dificuldade em entender os conteúdos de Citologia.

A pesquisa de Mestrado contempla a produção e a avaliação do jogo. Como a avaliação encontra-se em andamento, não é possível concluir sobre suas implicações para o ensino do tema, contudo, através dos resultados obtidos no teste piloto, é possível sugerir que a simulação dos quatro diferentes transportes celulares proporcionado pelo game pode desenvolver a capacidade de criar representações mentais do mundo celular com mais facilidade que o uso de ilustrações planas dos livros didáticos. Com isso, objetiva-se que os alunos possam reconhecer a relação da estrutura da membrana com suas funções, a diferenciar os quatro tipos de transporte pela membrana plasmática e a compreender a importância destes processos para a sobrevivência da célula e conseqüentemente do organismo.

Agradecimentos e apoios

Aos mediadores do fórum Game Maker Brasil, a Joaquim Oliveira Neto e à UFABC pela bolsa de estudos.

Referências

- BORDENAVE, J., D., PEREIRA, A., M. **Estratégias de ensino-aprendizagem** 31.ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- GEE, J.P., SHAFFER, D. W., **The Right Kind of GATE: Computer games and the future of assessment**, 2012.
- KEBRITCI, M., HIRUMI, A., **Computers & Education**, Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games, College of Education, University Central Florida, 2008 1729-1743.
- KENSKI, V., M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2003.
- KLOPFER, E., OSTERWEIL, S., SALEN, K., Moving Learning Games Forward, **The Education Arcade**, Massachusetts Institute of Technology, 2009.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro. Ed. 34, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**, 02 ed. São Paulo, EPU 2011.
- PRENSKY, M. **Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!** São Paulo: Phorte, 2010.
- VIDEO GAMES AND LEARNING. Curso MOOC University of Winsconsin – Madison, USA 2014. Disponível em: < <https://www.coursera.org/course/videogameslearning>>
- VYGOTSKY, L., S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- WU, Wen-Hsiung ET AL, Re-exploring game-assisted learning research: **The perspective of learning theoretical bases Computers & Education**, 2012, 1153–1161.