

**Processo de aprendizagem no ensino de Ciências mediado por jogo digital:  
defluência na memória e cognição<sup>1</sup>**Natália DIAS<sup>2</sup>Felipe NOVAES<sup>3</sup>Marilena ROSALEN<sup>4</sup>

Universidade de Federal de São Paulo, Diadema, SP

**RESUMO**

Este trabalho acompanhou e analisou o processo de ensino e aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental II, em uma escola pública de Diadema/SP com a utilização do jogo digital *Minecraft*, liderado por participantes do Pibid- subprojeto Ciências, do curso de Ciências – Licenciatura, da Unifesp, considerando as características de desenvolvimento dos adolescentes, analisando a interferência do uso de jogos na memória, cognição, atitudes e comportamentos dos alunos, a fim de identificar os benefícios da estratégia de ensino. Para a realização da pesquisa, optamos por um estudo de caso qualitativo. Verificamos que: a utilização do jogo como estratégia de ensino influenciou na formação, evocação e manutenção das memórias, com isso os estudantes obtiveram ganhos cognitivos, de relação interpessoal- comunicação, todos

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no **GT 4** : Comunicação, Neurociência e Ciência Cognitiva, evento componente do II Encontro Tecnologia, Comunicação e Ciência Cognitiva.

<sup>2</sup> Graduação em andamento no curso de Ciências – Biologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Grupo de pesquisa em que atua: Movimentos Docentes, [natalia.fdias@outlook.com](mailto:natalia.fdias@outlook.com), <http://lattes.cnpq.br/0276309403394985>.

Degree in progress in the course of Science - Biology For the Federal University of São Paulo (UNIFESP), Research Group that acts : Teachers Movements , [natalia.fdias@outlook.com](mailto:natalia.fdias@outlook.com) , <http://lattes.cnpq.br/0276309403394985> .

Licenciatura en marcha en el curso de Ciencias - Biología de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp), Grupo de investigación en el que opera: Movimientos Docentes, [natalia.fdias@outlook.com](mailto:natalia.fdias@outlook.com), <http://lattes.cnpq.br/0276309403394985>.

<sup>3</sup>Graduação em andamento no curso de Medicina pela Universidade Cidade São Paulo (Unicid), [felipenovaesp@hotmail.com](mailto:felipenovaesp@hotmail.com), <http://lattes.cnpq.br/7235234480257439>

Degree in progress in the course of Medicine from the University City of São Paulo ( Unicid ) , [felipenovaesp@hotmail.com](mailto:felipenovaesp@hotmail.com) , <http://lattes.cnpq.br/7235234480257439>.

Grado en marcha en el curso de Medicina de la Universidad de la Ciudad de São Paulo (UNICID), [felipenovaesp@hotmail.com](mailto:felipenovaesp@hotmail.com), <http://lattes.cnpq.br/7235234480257439>

<sup>4</sup> Graduada em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Pós-doutora em Educação pela University of Rochester, Rochester, NY, USA. Atualmente é Professora da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e professora do Programa de Mestrado de Ensino em Ciências da Saúde - UNIFESP, Grupo de pesquisa em que atua: Movimentos Docentes, [marilena.rosalen@gmail.com](mailto:marilena.rosalen@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/4999365849570415>.

Degree in Chemistry For the State University of Campinas (Unicamp ) and Post Doctorate in Education from the University of Rochester, Rochester , NY . And now is teacher at the Federal University of São Paulo (UNIFESP ) and is currently teacher in the Master Program of Education and Health Sciences – UNIFESP, Research Group that acts : Teachers Movements, [marilena.rosalen@gmail.com](mailto:marilena.rosalen@gmail.com) , <http://lattes.cnpq.br/4999365849570415>

Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp) y el grado post-doctoral en Educación de la Universidad de Rochester, Rochester, Nueva York, EE.UU.. Actualmente es profesor en la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp) y profesor en la Maestría en Ciencias de la Salud Escolar - Unifesp, un grupo de investigación en el que opera: Movimientos Docentes, [marilena.rosalen@gmail.com](mailto:marilena.rosalen@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/4999365849570415>

estes vieses pela melhora da aprendizagem em ciências.

**PALAVRAS-CHAVE:** jogo digital; cognição; memória.

**KEY WORDS:** digital game; cognition; memory.

**PALABRAS CLAVE:** juegos digitais; la cognicion; memoria.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, temos observado que o mundo vem sofrendo constantes mudanças socioculturais pelo crescente uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Pesquisa realizada por Rosalen (2001) mostrou que este movimento não causa mudanças apenas no que fazemos, mas em como pensamos e como nos relacionamos com o mundo e este processo socialmente, vem desenhando novas possibilidades de relacionamentos pessoais e de comunicação, como nas redes sociais. Esta revolução tecnológica acarreta mudanças nos padrões culturais e sociais, uma vez que as TIC tornam-se parte do cotidiano e da vida das pessoas, fazendo com que a presença delas seja algo natural, e o homem adapte-se e aprenda a lidar com as novas tecnologias, tornando-a uma ferramenta que facilita a sua vida. Isso leva a uma grande mudança no modo de agir e pensar, acarretando uma revolução cultural que interfere no campo educacional.

Barra e Sarmiento (2002) apontam a tecnologia – em especial a informática – como um aspecto possivelmente configurador de novas práticas pedagógicas e de novos desafios práticos para os professores, principalmente entre os adolescentes e jovens. Assim, o principal ponto desencadeado pelo processo de crescimento da utilização das TIC é a reflexão / avaliação que ela tem provocado na área educacional, na busca de novas teorias e abordagens do processo de ensino e aprendizagem.

Em uma perspectiva no âmbito fisiológico, Small et al., (2008) descrevem que os jovens estão crescendo e desenvolvendo-se em meio às novas e diferentes tecnologias digitais e com isso seus cérebros tornam-se mais maleáveis no modo de processar a informação e que devido a interação tecnológica as nossas habilidades cognitivas estão aumentando, assim como a nossa capacidade de tomada de decisões e raciocínio complexo.

Em um estudo realizado em 2011- 2014 em uma escola pública de Diadema-SP, no ensino fundamental II, verificou-se que os estudantes queriam experimentar a tecnologia na escola, especialmente o jogo *Minecraft* digitais. Pensando neste contexto um grupo de alunas do Pibid (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), subprojeto Ciências da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), procurou despertar o interesse em Ciências, no Ensino Fundamental II, utilizando o jogo *Minecraft* – que tem uma mecânica de jogo de empilhamentos de blocos, dentro de um mapa virtual com um design específico e um servidor para acesso ao mapa. Foi utilizada a versão educacional do jogo - *MinecraftEdu*, paga, que possui uma área de controle específica para o professor. Na pesquisa, foi analisado o processo de ensino e aprendizagem de Ciências – citologia- mediado em um ambiente lúdico com a utilização do jogo Digital *Minecraft*, o qual as questões pedagógicas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem com a utilização da plataforma digital não serão escopo deste presente artigo.

Com base dos dados e reflexões pedagógicas obtidas com a pesquisa anterior, um nova pesquisa foi realizada entre 2014-2015, um estudo que monitorou e analisado o processo de ensino aprendizagem em ciência mediada pelo uso de tecnologias em específico o jogo *Minecraft* na sua forma *demo* 1.8. No jogo de alunos construíram

células eucarióticas (vegetais e animais). O estudo analisou a interferência do uso de jogos na memória, cognição, atitudes e comportamentos dos alunos, a fim de identificar os benefícios e os contras da estratégia de ensino escolhida.

## OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi acompanhar e analisar o processo de ensino e aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental II, em aulas vagas de uma escola pública estadual de Diadema-SP, com a utilização do jogo *Minecraft*, sob a responsabilidade do Pibid-Ciências, do curso de Ciências – Licenciatura da Unifesp, considerando as características de desenvolvimento dos adolescentes, analisando a interferência do uso de jogos na memória, cognição, atitudes e comportamentos dos alunos, a fim de identificar os benefícios e os contras da estratégia da utilização do jogo digital.

## METODOLOGIA

Para o alcance do objetivo, optamos por uma pesquisa qualitativa (ANDRÉ, 1995), por adequar-se mais à compreensão do processo de ensino e aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental II – em uma escola pública estadual de Diadema-SP, com a utilização do jogo *Minecraft*. Mais especificamente, foi realizado um estudo de caso (LÜDKE & ANDRÉ, 1986) em uma visão contextual, considerando a perspectiva da abordagem da neurociência cognitiva (na sua respectiva área de neuropsicologia – elucidada pela teoria sociocultural) com foco no complexo social, cultural e histórico do qual o adolescente faz parte, afim de compreendermos o desenvolvimento cognitivo dos estudantes mediado pelo uso do jogo e Tecnologias Digitais (TDs). A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da Unifesp.

Na primeira fase do projeto (2013) com a utilização do *MinecraftEdu*, para a amostragem foi utilizado uma seleção randômica, e na segunda fase (2014) com a utilização do *Minecraft* 1.8 foi selecionado uma amostra para representar o estudo. Ambas amostras foram de turmas de nono ano. As observações foram naturalísticas, sem tentativa de alterar o comportamento ou o ambiente, era registrado o que era observado.

Os instrumentos de coleta de dados foram: questionário via *Google docs*, respondido pelos estudantes depois de finalizar a construção da célula, para obtermos a opinião deles sobre o jogo, além do levantamento de dados do perfil dos que conheciam/jogavam *Minecraft*; gravações de vídeo das aulas de Ciências no laboratório de informática (Acessa São Paulo), quando os estudantes jogavam *Minecraft*, com a intenção de captar situações que passariam despercebidas durante a observação da aplicação do jogo; e entrevista com a bolsista Pibid que liderou a utilização do *Minecraft*. Na análise dos dados foram consideradas mudanças quantitativas (vocabulário e frequência de comunicação) e a mudança qualitativa (compreensão dos conteúdos conceituais- atitudinais-procedimentais, aperfeiçoamento da inteligência interpessoal).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Elementos de interface e desenvolvimento de narrativa do jogo *Minecraft*: estimulação ambiental e sensorial desencadeada pelo *game design*

Os jogos são dotados de uma interface com diversos elementos que enriquecem seu layout para atrair e prender a atenção de quem joga. Isso se dá por conta da especificidade do *game design*, que de modo geral, cria uma experiência significativa através da construção de regras, mecânicas de jogo e sugestões temáticas. Logo, o ambiente virtual (AV) é criado a partir dos elementos visuais, auditivos e textuais produzidos. Uma das metas de *design* no jogo digital é apresentar possibilidades de agenciamento e direcionar o jogador em relação a elas. Com isso o conteúdo do jogo afeta a percepção e a ação do jogador. Jogos geram uma alta estimulação ambiental por conta dos seus elementos e com isso um meio com muitos estímulos exige atenção e respostas que ajudam no desenvolvimento cognitivo (OIE, 2006). Para utilizar de um jogo como estratégia de ensino, o primeiro passo foi entender como o jogo funciona e se relaciona com as áreas do raciocínio complexo, para sabermos os desafios, limites, pros e contras da utilização desta ferramenta no processo de aprendizagem.

O *Minecraft* é um jogo que torna o "trabalho" do aluno fascinante, pela mistura de história com as atividades criativas (devido à mecânica do jogo) e possibilita atividades colaborativas, uma vez que foi desenvolvido em Java, que permite a independência de plataforma, podendo executar o código compilado em qualquer plataforma que possua uma Máquina Virtual Java (JVM) instalada. Ele possui vários modos de jogo - um "*Minecraft* clássico" oferecido em [minecraft.net](http://minecraft.net), sem custo (a versão original do jogo), um modo *single-player* e um modo no qual os jogadores têm acesso a *multi-player*, em que os jogadores podem viajar no mundo virtual de seus colegas, tornando-se uma atividade colaborativa. No jogo aparecem "blocos", e um espaço no qual o jogador tem liberdade para criar tudo o que ele deseja, a partir das peças fornecidas, em grande quantidade, para construções. Nas primeiras experiências dentro de um novo mundo, o jogador é simplesmente o que ele quer, e com uma meta e objetivo ele cria ambientes relacionados ao que ele deseja, misturando narrativas de jogo no modo sobrevivência e exploração.

Manovich (2000) estabelece princípios de como se dá o modo da estrutura das narrativas dos jogos, a baixo estão as categorias o qual o jogo *Minecraft* se encaixa:

- *Exploratorium*: às vezes, a estrutura narrativa não precisa seguir em frente — é também interessante explorar o ambiente onde o jogador se encontra.
- *Mundos*: uma subrede narrativa com identidade temática própria forma a ideia de um mundo, ou um universo. Diferentes mundos podem ser unidos a partir de um único ponto, uma “ponte”. Essa ligação restrita isola a identidade de cada mundo, separando-os tematicamente.
- *Multilinear*: finalmente, a ideia de mundos abertos, sem percursos principais. Pode-se acessar quaisquer pontos dentro da rede a partir de qualquer nó — ou, de forma mais restrita, acessar quaisquer pontos adjacentes, na malha narrativa, ao nó em que se está.

Todas estas características levam a uma Ramificação Condicional (RC), ou seja, o modo de lidar com a variabilidade narrativa crescente da estrutura ramificada do jogo, de acordo com as condições para o acesso dos percursos possíveis, recrutando para todo o acompanhamento deste processo estruturas cognitivas específicas. A RC dos jogos, requer uma organização mental do jogador. A RC pode ocorrer de pelo menos de quatro maneiras: Barreiras, Caminhos forçados, Afunilamento (gargalo) e Cenas opcionais. Dada às características específicas do *Minecraft* (o ponto de partida do *Minecraft* é o

mesmo, mas as escolhas te levam a objetivos distintos; O jogo apresenta diversos ambientes, no qual o estudante pode ir de acordo com suas preferências), foi constatado que ele é um jogo que apresenta apenas duas características da ramificação condicional, o qual são: Barreiras: dificulta-se a passagem de um nó a outro colocando condições necessárias, como a solução de um desafio ou a aquisição de um item; Afunilamento (gargalo): como modo de lidar com o crescimento de ramificações, pode-se fazer com que percursos diferentes se reencontrem em algum ponto.

Estas características demonstram o porquê que jogos – como o *Minecraft*- com uma narrativa que exija áreas do raciocínio complexo, treinam o cérebro, de forma a tornar-se mais ágil e a melhorar o pensamento estratégico, dada as execuções e tarefas que são exigidas no percurso do jogo (Green, 2012).

No estudo realizado por Dias e Rosalen (2014) o elemento tecnológico utilizado como estratégia de ensino de uma série de sequências didáticas do grupo Pibid- Ciências (o jogo *Minecraft*) desempenhou um papel importante para a aceitação do projeto. Foi verificado por meio de questionário que 76% dos estudantes (número amostral = 98 alunos) das séries que seriam fariam parte do projeto de 2013 a 2015, já conheciam o jogo e 35% já jogavam *Minecraft*, então quando lhes foi apresentado o projeto eles o associaram a outro estímulo biológico significativa a eles - o prazer de estar em contato com a tecnologia, o que produziu uma resposta invariável, como por exemplo, a exaltação, ou seja, a resposta que tivemos com a aceitação do projeto estava totalmente pareada e condicionada ao entrelaçamento das emoções.



Tabela 1: Estudantes que já jogaram ou não *Minecraft*



Tabela 2: Porcentagem de estudantes que já conheciam o jogo *Minecraft*

### **Fluxo Cognitivo desencadeado pelo game design do jogo *Minecraft***

Constatou-se que o jogo exigiu uma concentração e atenção dos estudantes, de modo que eles entrassem no estado do fluxo cognitivo (BARON, 2012), tal estado fez com que os estudantes sentissem que era satisfatório para eles estarem na escola, como se jogar lhe trouxesse uma recompensa. Foi observado que quando jogando mais que 10 minutos os educandos, encontravam-se tão entretidos, adentrando então no processo de fluxo cognitivo proposto por Baron (2012) e Csikszentmihalyi (1990), o qual esse fluxo era alcançado com o equilíbrio perfeito entre a dificuldade do jogo e a habilidade de quem está jogando. E qualquer coisa fora desse equilíbrio tornava-se entediante no jogo. Dado ao prazer/querer de estarem no laboratório de ciências, os estudantes perdiam a sensibilidade para com noção de tempo de jogo, pois o fluxo cognitivo aumentava o nível de imersão na atividade (BARON, 2012), transformando a percepção de tempo dos estudantes, por exemplo, 100 minutos (duas aulas) disfarçados de 20 minutos.

Com relação aos *feedbacks* o *Minecraft* tem uma natureza de jogo que traz *feedbacks* rápidos e longos. Psicologicamente, um *feedback* acontece logo depois de uma ação (300 a 400 milissegundos), sendo que a duração dele influencia os chamados *super effectives* que criam uma relação entre ação-resultado. Em objetivos mais longos no jogo, o *feedback* incentivou os jogadores (alunos) a continuar jogando e atingir o estado de Fluxo. Porém, *feedbacks* que são completamente simultâneos à ação não foram muito bons, por não criarem a relação de ação-resultado. (BARON, 2012). O estudante então, não obtém uma espécie de “reconhecimento” no jogo pelas suas ações exercidas, com isso o jogo torna-se para ele enfadonho. Coube então ao professor mediar à situação, tendo em vista a estratégia diferencia que está utilizando, visando uma aprendizagem efetiva, ou seja, consolidação de longo prazo das memórias.

### **A importância da memória de trabalho como o componente cognitivo**

Evidenciamos que para qualquer tipo ação que praticamos, precisamos compreender o processo no qual estamos envolvidos, ou seja, uma informação que acabou de ser propagada - e que vem sendo realizada - é responsável por este tipo de compreensão,

com isso a memória de trabalho exerce controle sobre qualquer atividade que está sendo realizada, segundo Izquierdo (2011) neste sentido, a memória de trabalho serve para manter durante alguns segundos -no máximo poucos minutos- a informação que está sendo processada no momento.

A memória de trabalho atua como um processo gerenciador central da formação da memória, este é realizado pela ação executiva central, como é proposto por Baddeley (2012), ela faz a interligação entre a informação recém-chegada e a que já está consolidada em memória de longo prazo, assim verifica-se a existência ou não desta informação em nossa rede neuronal, se esta informação é nova e for útil pode ser substrato para nova formação de memória, fisiologicamente esse caminho realizado entre a memória de trabalho, localizada no córtex pré-frontal, e as memórias já consolidadas percorre conexões que vão até o hipocampo e o córtex entorrinal no lobo temporal. A importância de sabermos estas conceituações básicas é ter a compreensão de que para o processo de memorização, tal memória, não tem importância apenas para os estudantes darem continuidade suas tarefas no jogo, mas também para processarem a informação que se estava sendo recebida.

### **Influências do jogo nos processos de formação, manutenção e resgate de memória**

O processo da formação de memória pode ser organizada segundo algumas estruturas, no caso da proposta por Signoret; IPSEN (1996; 1988, apud CORREA, A. C. O. 2008, p. 173), esta se faz de forma linear segundo um desdobramento temporal, dividida em três grandes processos: memorização (colocar na memória); conservação ou armazenagem (guardar na memória) e rememoração (recuperar da memória). No presente estudo trabalhamos com uma memória já construída pelos alunos, que seria a da estrutura morfológica celular, tanto vegetal quanto animal, previamente estudadas – no contexto sociocultural- em suas aulas de ciências.

No âmbito da memorização poderíamos ainda compreender uma possível nova informação que chega ao aluno (seja ela um comando de jogo, um novo conceito de citologia), para reprodução da célula eucariótica animal/vegetal na plataforma digital *Minecraft*. Estas novas informações, logo ficaram contidas em alguns subprocessos da memorização, como: as operações de codificação (onde ocorre uma análise e codificação desta mensagem, tanto racional como afetiva, buscando o conceito desta e adequando em suas coordenadas espaciais e temporais) e nas operações de associações (que faz associação de ideias ou imagens novas e antigas, podendo haver criação de laços significativos visuais, auditivos, semânticos ou gramaticais).

Considerando que o jogo foi adotado como uma estratégia de ensino de uma Sequência Didática e que o educando passará pela exposição dos conteúdos conceituais relacionados com o tema celular, o jogo agirá, por repetição, ou seja, como meio de manutenção da memória previamente criada, pois o estudante antes já pesquisou na internet, por exemplo, a imagem de uma célula, sabe suas funções, caso ele esteja jogando em modo de sobrevivência, ele saberá que deve proteger a sua construção de ataques para ela não sofrer lise celular. E assim o jogo retomará memórias já estabelecidas e as reforçará.

Na conservação ou armazenagem, conjunto dos processos que conduzem a conservação dos traços mnésicos IPSEN (1988, apud CORREA, A. C. O., 2008, p. 174), ocorre a manutenção das memórias, em especial com dois tipos de processos: os processos de consolidação (que transformará traços mnésicos anteriormente frágeis – exposição aos conceitos de citologia- e transitórios em traços menos vulneráveis, duráveis ou

permanentes) e os processos de reconstrução (confronto de novas informações perante as antigas – o que o estudante aprendeu, com o que ele deve saber de novo para a construção da célula- que age retrabalhando, reestruturando e reindexando as anteriores) por esse processo de reconstrução o conhecimento sobre a estrutura celular novamente é trazido à tona, deve-se então memorizá-lo novamente assim fortificando essa memória.

O processo de rememoração, ou resgate da lembrança, onde ocorre à procura ativa de traços mnésicos, pode ser desempenhado de duas formas, por reconhecimento ou evocação. Na forma de evocação temos que buscar uma lembrança, procurar por entre os registros por nós criados, totalmente utilizando de nossos esforços. No reconhecimento temos a presença de uma informação e buscamos por informações pré-existentes e complementares a esta.

O reconhecimento é bem exemplificado pelo *priming*, memória evocada através de dicas, onde se fornece dados iniciais para a busca da informação completa. Em nossas observações, verificamos que o jogo *Minecraft*, propiciou a evocação de memórias por *priming*, quando os alunos retornavam para as atividades em aulas posteriores. Sendo o *priming* um fenômeno neocortical, participando dele o córtex pré-frontal e áreas associativas. Izquierdo (2011) aponta que o *priming* implica que muitas memórias semânticas ou episódicas ou procedurais são adquiridas originalmente de duas formas paralelas:

- Envolvendo conjuntos relativamente grandes de estímulos - mapa do jogo *Minecraft*, por exemplo, proporcionando a visão geral de toda a construção.
- Utilizando só fragmentos desse conjunto - cor da construção de uma organela, formato da membrana, bicamada lipídica.

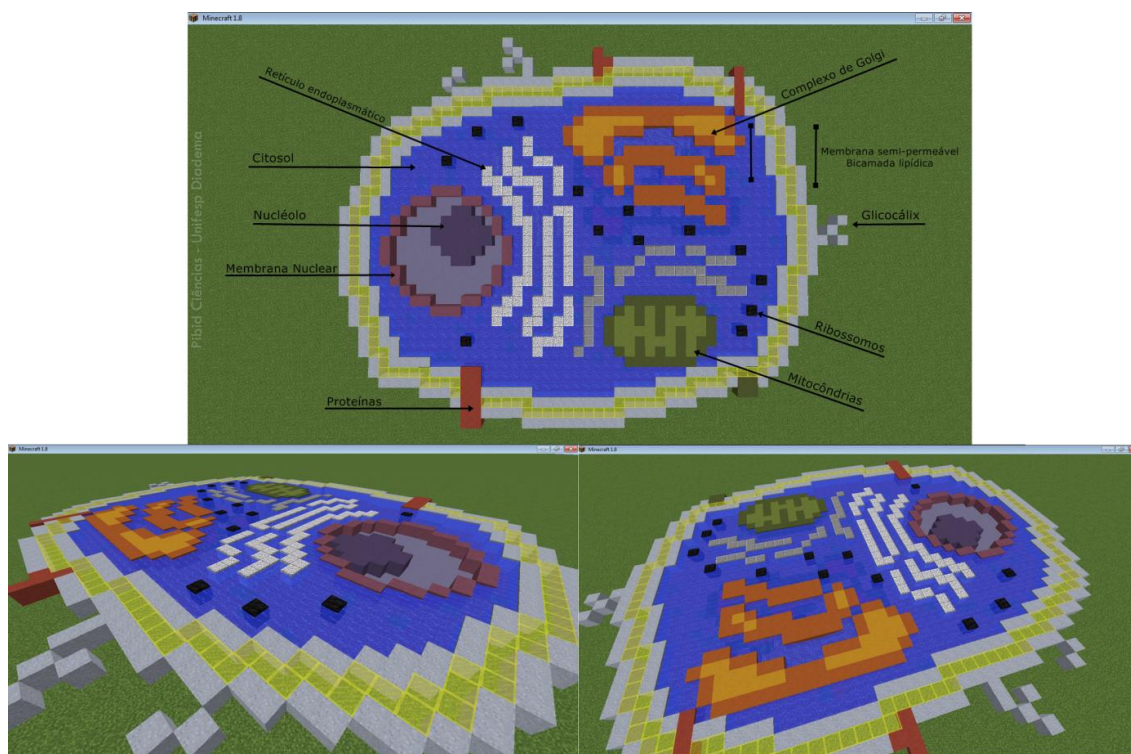


Figura 1: Célula eucarionte animal construída pelos estudantes no *Minecraft* 1.8 (FONTE: Pibid Ciências, 2014)



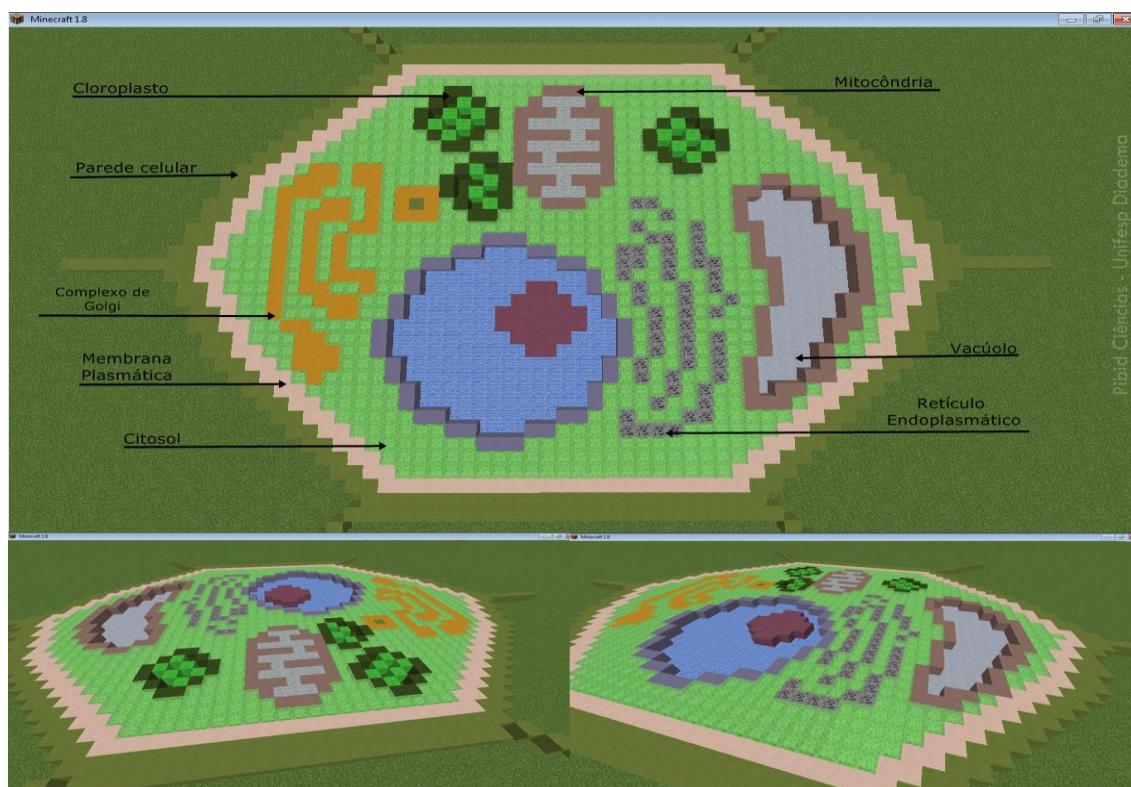


Figura 2: Célula eucarionte vegetal construída pelos estudantes no *Minecraft* 1.8 (FONTE: Pibid Ciências, 2014)

Segundo Correa (2008) um aspecto muito importante para o resgate da lembrança é o contexto no qual ela se formou: o local, o ambiente geral, a presença de pessoas, a atividade do momento (contexto externo), nosso estado emocional, de humor, de satisfação, motivação (contexto interno), isso, pois a união de todos estes fatores no momento da formação mnésica em no laboratório de informática proporcionou uma aprendizagem dependente de estado. Houve uma aprendizagem mais efetiva, fazendo com que os educandos se sentissem mais confiantes para comunicar-se em sala de aula por possuírem maior propriedade do conhecimento obtido.

Tendo como base esses processos, nos indagamos sobre uma possível melhora da consolidação de algumas memórias nos alunos, estas sobre o conhecimento da biologia celular e do aspecto morfológico das células e suas estruturas, através das observações de diversos fatores de influências positivas nos três processos de construção da memória.

Basicamente a cada atividade com o jogo, esperávamos dos alunos que houvesse a evocação de uma memória sobre a estrutura celular, e que a partir destas, eles pudessem reconstruir na plataforma essa estrutura, nesse momento ocorre reativação das redes sinápticas de cada memória, essa simples repetição, como proposto por Joseph LeDoux e Karin (2000, apud IZQUIERDO, 2011, p. 85), causando a reafirmação da memória, sendo este processo mediado pela síntese proteica ribossomal no hipocampo e na amígdala basolateral.

É importante também salientarmos que em humanos, a reconsolidação permite a incorporação de novas informações a memória que está sendo evocada (Forcado et al., 2010 apud IZQUIERDO, 2011, p. 85), durante o processo de aprendizagem mediada pelo jogo, tipos semelhantes de informação são retirados dos arquivos de armazenagem

de memórias e usados para ajudar a processar as novas informações (GUYTON, 2011) este é o processo de reconstrução que, a partir de comparações entre informações já memorizadas e novas, o qual armazenará a nova informação diretamente associada a esta antiga.

Esse processo é importante, pois é o mais trabalhado pelos alunos, que ao trabalharem na plataforma virtual na construção de um modelo celular, estão a todo o momento evocando memórias e unindo a estas novas informações que o próprio jogo pode trazer, escolhendo cores para representar uma organela, atentando ao fato da bicamada lipídica poder ser construída em duas fileiras de blocos ou mesmo posicionando as organelas e lembrando as suas funções.

Fato que contribui muito para efetivação das informações é a forma com que ela estava sendo modulada, desde o início do projeto - a circunstância de se trabalhar com o jogo *Minecraft* animou grande parte dos estudantes. Mesmo que com o foco totalmente voltado ao aprendizado em ciências, eles relacionavam a diversão de jogar (fato relacionado com a diversidade de ambiente de estudo) com o aprender e essa associação criou uma disposição para realizar as atividades propostas.

### **Emoções e estado de ânimo dos estudantes como modelador de memórias: benefícios cognitivos**

É inegável que os estudantes sentiram-se animados para jogar *Minecraft* na escola. De tal modo que em observações percebemos que esta aceitação do projeto, era totalmente relacionada com as memórias que os estudantes tinham do prazer que jogar lhes proporcionava. Estamos evidenciando que o professor deve se municiar de estratégias de ensino que trabalhem com a regulação dos estados de ânimo, dos níveis de consciência e das emoções dos estudantes. (IZQUIERDO, 2011)

Fato importante de se observar na neuroanatomia é que a regulação dos ânimos ocorre em grandes regiões localizadas a distância são elas: a substância negra, o locus ceruleus, os núcleos da base e o núcleo basal de Meynert, axônios dessas quatro estruturas inervam o hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal, o cíngulo e o parietal, tais áreas elencadas se fazem importantes por liberarem determinados neurotransmissores, respectivamente, dopamina, noradrenalina, serotonina e acetilcolina. (IZQUIERDO, 2011)

A amígdala basolateral recebe, na hora da formação das memórias, o impacto inicial de hormônios periféricos – corticoides e adrenalina – liberados no sangue pelo estresse ou pela emoção excessiva, com base nestas informações, levanta-se uma hipótese, ao fato de que os estudantes podem ter uma formação mais eficiente da memória de trabalho dado à liberação de hormônios – principalmente a adrenalina- liberados durante o jogo e principalmente quando os estudantes atingiam o estado de fluxo cognitivo ou recebiam um *feedback* positivo do jogo. Esse contexto faz com que estas informações relacionadas ao jogo se gravem, em geral, melhor do que as outras, isso porque, as principais regiões moduladoras da formação de memórias declarativas são a área basolateral do núcleo amigdalino e as grandes regiões reguladoras dos estados de ânimo e de alerta, da ansiedade e das emoções,

Não é apenas a amígdala importante neste processo, Estudos de Koeppe et al (1998) comprovam, através de uma técnica de tomografia por emissão de pósitrons, que ocorre um aumento da liberação de dopamina durante sessões de jogos, gerando assim um evidente fortalecimento de sinapses hipocámpais que participam na recente

consolidação de memória, com isso além do fortalecimento da memória, a dopamina estaria agindo na plasticidade cerebral dos estudantes.

Além do estado de ânimo, o ato de jogar em si traz grandes benefícios cognitivos para os estudantes, nos estudos de Daphne Bavelier et al, (2011) isto se torna claro, eles examinaram a percepção e cognição espacial durante um gênero específico de jogos - os chamados vídeo games de 'ação' - (grupo, o qual inserimos o *Minecraft*, por ser jogado no modo *survival*), o autor descreve que jogar este tipo de jogo resulta em uma ampla gama de benefícios comportamentais, incluindo melhorias na visão de baixo nível, a atenção visual, velocidade de processamento e inferência estatística, entre outros, isso se torna claro por exemplo, quando observamos melhoras nas assimilações e agilidade dos estudantes com as informações (raciocínio lógico), como eles se adaptam a realizar múltiplas tarefas tornando-se cada vez mais ágeis em suas ações tanto técnicas (relação aluno-máquina/ aluno-jogo), melhorando a relação professor-aluno, aluno-aluno, aluno-jogo.

### **Memória visual e auditiva: os ganhos cognitivos pela associação das informações por estas funções e a importância da comunicação no subsistema da alça fonológica**

A chegada da informação através do jogo facilitou em diversas forma o aprendizado do aluno, pois a interação com jogos melhorou o desempenho na tarefa que exige atenção visual, reduzindo as distrações (WU, et al., 2012, apud RAMOS, 2013), fator importante em uma sala repleta de alunos entusiasmados com uma nova atividade relacionada também à diversão. Sendo a atenção o filtro fundamental dos estímulos para o funcionamento da percepção, da memória e do pensamento fundamental então na formação da memória e da aprendizagem efetiva dos conteúdos de citologia.

Não só na atenção nos deparamos com a efetividade da função visual, esta tem uma grande eficiência na associação de informações e criação mnésica. Temos como forma de recepção de informações os diferentes sentidos, podemos identificar através destes as formas visual, olfativa, auditiva, gustativa e tátil. Compreendemos assim também os tipos de memória segundo a modalidade sensorial.

No modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley (1974 apud Uehara e Fernandez, 2010), encontramos os subprocessos responsáveis pela formação de memória através dos componentes visual e auditivo, são esses visuo-espacial e a alça fonológica.

A alça fonológica processaria informações que foram ouvidas ou adquiridas através de leitura, assim lendo o nome das organelas ou conversando com seus amigos sobre como construir a mesma durante o momento do jogo, o aluno está fazendo uso desse subsistema.

O componente visual-espacial é responsável por processar e armazenar informações espaciais e visuais, a cada recurso gráfico, seja ele em símbolos, desenhos ou diagramas este componente está atuando na sua retenção. Nesse ponto está grande parte da captação de informações pelos alunos, frente a frente com a tela do computador, estão durante todo o jogo analisando as imagens das estruturas celulares que eles mesmos estão construindo. Podemos considerar até mesmo que o desenvolvimento da comunicação com os colegas em sala de aula, funcionou como um componente visual e auditivo, além da importância desta comunicação para o desenvolvimento cognitivo interpessoal.

Compreendendo a captação destas informações unindo ao fato de que a comunicação audiovisual é a comunicação mais eficiente de todas, chegando a obter um índice de cerca de 84% de eficiência (BORGES, 2004). Há então uma grande quantidade de dados que está constantemente chegando aos alunos de forma efetiva e sob duas modalidades sensoriais, o que torna o resgate dessa lembrança muito mais fácil posteriormente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo *Minecraft* foi utilizado como estratégia de ensino e aprendizagem, propiciando a consolidação das memórias, despertando a atenção do estudante, estimulando seu interesse, conectando os conteúdos às associações pessoais de cada estudante e levando a uma aprendizagem significativa. Os estudantes puderam realizar diversas associações, que são à base da memória, e quanto mais associações relacionadas a uma informação, mais fácil resgatá-las no futuro, como por exemplo, os conteúdos conceituais relacionados a Citologia que foram utilizados na construção colaborativa da célula no jogo digital.

O presente estudo, não prevê que a capacidade mental dos estudantes tenha se expandido, uma vez que mesmo que com inúmeros estímulos ambientais e sensoriais que eles estavam em contato, constatou-se que houve uma melhora na evocação das memórias de conteúdos. Dahlin et al.,(2008) evidencia isto em seu trabalho, o qual ele convergiu evidências de neuroimagem que apoiam esta hipótese, o qual não há uma expansão da capacidade mental mas sim uma melhora da memória de trabalho. Isso indica que a formação de memória de trabalho melhorou o desempenho de medidas de memória, mas não a medidas de inteligência fluida. Por isso, sabe-se que, apesar de memória de trabalho e jogar videogame estarem relacionados eles são atividades diferentes o qual compartilham um princípio comum: transferência de habilidade cognitiva em que a transferência é específica para o que é praticado dentro do regime de formação da memória, que será influenciada pela RC dos games.

Consideramos que apesar de distintos desenvolvimento cognitivo – ligação direta com a memória-, e desenvolvimento psicossocial estão interligados. Durante toda a vida, cada um deles influencia os outros. O crescimento do corpo e do cérebro, das capacidades sensoriais, das habilidades motoras e da saúde são parte do desenvolvimento físico e podem influenciar outros aspectos do desenvolvimento.

Não podemos deixar de considerar no contexto educacional, que os jovens que estão crescendo e desenvolvendo-se em meio às novas e diferentes tecnologias digitais, o fato de que seus cérebros tornam-se mais maleáveis no modo de processar a informação e que devido a interação tecnológica as nossas habilidades cognitivas estão aumentando, assim como a nossa capacidade de tomada de decisões e raciocínio complexo. (SMALL, et al., 2008)

Os estudantes em questão estão na fase de adolescência, e é notório que as mudanças fisiológicas e hormonais dramáticas afetam o desenvolvimento do senso de identidade. Influenciando até mesmo na sua comunicação com o meio social, é necessário que a escola tenha consciência dos aspectos/ padrões de desenvolvimento dos jovens, pois a mudança e a estabilidade nas capacidades mentais, como aprendizagem, memória, linguagem, pensamento, julgamento moral e criatividade constituem o desenvolvimento cognitivo primordial para o processo da aprendizagem efetiva.

Foi observado que os adolescentes que tinham dificuldade para se expressar com palavras pode provocar reações negativas nos outros, o que influencia sua popularidade

e seu senso de valor próprio e com a utilização do jogo, e o estabelecimento da memória mais fortificada, os estudantes sentiam-se mais seguros para se expressar em sala de aula, tanto com o professor quanto com seus colegas. Foi observado ainda, que os estudantes que tinham mais habilidades com o jogo, estreitavam relações com outros colegas de maneira a ajuda-los, se comunicando com alunos que nem ao menos tinham conversado em sala de aula durante o período letivo. Essa mudança e a estabilidade na personalidade e nos relacionamentos sociais constituem junto o desenvolvimento psicossocial, o qual pode influenciar o funcionamento cognitivo, e influenciavam também a memória que a todo o momento estava sendo modulada por emoções e pelo estado de ânimo dos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baddeley A.D. **Working Memory: Theories, Models, and Controversies**. *Annu. Rev. Psychol.* 2012.63:1-29.

BARON, Sean. **Cognitive Flow: The Psychology of Great Game Design**. Disponível em: [http://www.gamasutra.com/view/feature/166972/cognitive\\_flow\\_the\\_psychology\\_of\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/166972/cognitive_flow_the_psychology_of_.php). Acesso em: jan. 2015

BORGES, Roberto Cabral de Mello & SOUZA, Helena Saint-Pastous Vauthier de. **Apostila Completa IHC**, Cap. 3. Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~cabral/INF141.Cap.03A.html> Acesso em: set. 2015.

CORREA, A. C. O. **Neuropsicologia da memória e sua avaliação**. In: FUENTES, Daniel; MALLOY-DINIZ, Leandro Fernandes; CAMARGO, Candida Helena Pires de; COSENZA, Ramon Moreira, & cols. *Neuropsicologia teoria e prática* Artmed Editora S.A., 2008.cap.10, p.168-186.

Csikszentmihalyi, Mihaly. **Flow: The Psychology of Optimal Experience**. New York: Harper and RowM, 1990.

Dahlin, E., Stigsdotter Neely, A., Larsson, A., Ba'ckman, L., & Nyberg, L. (2008). **Transfer of learning after updating training mediated by the striatum**. *Science*, 320(5882), 1510–1512.

Daphne Bavelier, C. Shawn Green, Doug Hyun Han, Perry F. Renshaw, Michael M. Merzenich and Douglas A. Gentile, 2011, **Brains on video games**. In: *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 12, p 763-768, 2011.

DIAS, N.F e ROSALEN, M. S. **Minecraft: Aprendendo mais com blocos**. São Paulo: Relatório (Iniciação Científica) – UNIFESP (mimeo), 2014.

EMMY, U.J. L. **Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar**. In: *Ciências e cognição*. Rio de janeiro, vol.15, p. 21-41, 2010.

GUYTON, C.G. and HALL, J.E. **Tratado de Fisiología Médica**. 12ª Edição. Elsevier, 2011.

GREEN, C.S., and D. Bavelier. **Learning, Attentional Control and Action Video Games**. *Currentbiology : CB* 22.6 (2012): R197–R206. *PMC*. Web. 13 Apr. 2015.

IZQUIERDO, Iván. **Memória**/ Ivan Izquierdo, -2. Ed., ver. E ampl. – Porto Alegre: Artmed, 2011

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANOVICH, Lev. **The Language of New Media**, The MIT Press, 2000.

M. J. Koepp, R. N. Gunn, A. D. Lawrence, V. J. Cunningham, A. Dagher, T. Jones, D. J. Brooks, C. J. Bench & P. M. Grasby, **Evidence for striatal dopamine release during a video game**. In: Nature, vol 393, p. 266-268, 1998.

OEI, Adam C., and Michael D. Patterson. **Enhancing Cognition with Video Games: A Multiple Game Training Study**. Ed. Joy J. Geng. *PLoS ONE* 8.3 (2013): e58546. *PMC*. Web. 13 Apr. 2015.

OEI, Adam C., and Michael D. Patterson. **Are Videogame Training Gains Specific or General?**. *Frontiers in Systems Neuroscience* 8 (2014): 54. *PMC*. Web. 13 Apr. 2015.

RAMOS, D. K., **Jogos cognitivos eletrônicos: contribuições à aprendizagem no contexto escolar**. In: Ciências e Cognição. Santa Catarina, vol.18, p. 19-32, 2013.

ROSALEN, M. A. S. **Educação Infantil e informática**. Piracicaba, SP: Tese (Doutorado em Educação) – UNIMEP, 2001.

SMALL, Gary; VORGAN Gigi. **iBrain: Surviving the technological alteration of the modern mind**. New york, USA: Harper Collins, 2008.

VEEN, W. e VRAKKING, B. **Homo Zappiens**: educando na era digital. Porto Alegre: Artmed, 2009.