

Na trilha da Bioquímica: *Immune Defense* em práticas de significação

Lúcia Lemos*

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Centro de Pesquisas Sóciosemióticas (CPS), Brasil

RESUMO

A divulgação científica, em videogames, tem como diferencial, aos outros meios audiovisuais, a capacidade de transmitir conhecimentos através da experimentação e da experiência. O arranjo estético da distribuição de suas formas e cores, das figuras de conteúdo e de expressão também vincula conteúdo capaz de fazer o sujeito fazer querer/sentir, fazer saber/poder em diferentes temáticas. Essas práticas de significação são compreendidas a partir do *game Immune Defense (ID)*, um jogo de estratégias desenvolvido para que o jogador descubra a trilha da Bioquímica, da Imunologia molecular e celular. Objetiva-se investigar o potencial e as possíveis limitações da divulgação e educação científica em *ID*. O caminho interpretativo da composição figurativa e da narrativa se dá a partir da Semiótica. A problemática faz ver um usuário que adentra livremente no sistema lúdico, mas com possibilidades e encadeamentos de ações condicionadas a um sistema de regras - percursos autorizados pelo desenvolvedor do jogo. Esses percursos devem conduzi-los a descobrir como driblar agentes patogênicos, capazes de produzir algumas doenças infecciosas. Em uma luta contra vírus, bactérias e parasitas, os jogadores gerenciam as células imunes equipando-as com proteínas, que conferem várias habilidades. Os resultados mostram a facilitação do acesso ao conhecimento científico a temas de interesse social e o entendimento, por parte de adolescentes e jovens, da Bioquímica, no âmbito da Imunologia. Como uma possível limitação, pode-se avaliar que, mesmo favorecendo a aquisição e prática dos conteúdos, não abarca a complexidade dos diversos fatores que irão determinar comportamentos em cuidados da saúde nesse âmbito.

Palavras-chave: Bioquímica, *games*, práticas de significação.

1 INTRODUÇÃO

Por meio da narrativa, da jogabilidade e da composição figurativa, videogames podem ser um meio para educar e divulgar ciência. O discurso de poder do saber científico adquire sentidos outros, quando se estabelece em uma mídia considerada persuasiva, popular e multifacetada. Que tem como diferencial, aos outros meios audiovisuais, a capacidade de transmitir conhecimentos pela experimentação científica e experiência simulada. [1] Experimentação científica como caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculada aos sentidos e motivadora para um saber, que torna os sujeitos jogadores ativos do processo de aprendizagem de uma determinada temática. [2]

O artigo investiga o potencial e as possíveis limitações da divulgação e educação científica no *game Immune Defense (ID)*. Criado com o apoio do Programa de Tecnologias de Aprendizagem da Federação dos Cientistas Americanos, com a *Brown University* e a Universidade do Sul da Califórnia e desenvolvido pela Dr.^a Melanie Stegman e equipe da *Molecular Jig Games*.

O jogo final foi desenvolvido pela *Escape Hatch Entertainment*, lançado em maio de 2008, e está disponível para download gratuito. Tem como finalidade despertar o jogador para o fazer -descobrir a trilha da Bioquímica, da Imunologia

molecular e celular pelas estratégias lançadas - e o saber como driblar os agentes patogênicos invasores do corpo humano [3]. Foi testado por jovens de 14-19 anos de idade, alunos do ensino médio e acompanhado por dois anos pela equipe da Dr.^a Stegman [3]. Seu uso pode ser, tanto em aulas para adolescentes e jovens, com conteúdo de saúde e bem-estar, quanto como prática aos profissionais, em formação nas áreas médica e biomédica

O caminho interpretativo da composição figurativa (figuras de conteúdo e de expressão), da narrativa e outras práticas se dá a partir da Semiótica, a Teoria da Significação. Essas práticas designam ora o fazer (o processo), ora o estado (o que é significado). Pode ser produção de sentido ou sentido produzido [4]. Cada narrativa corresponde a um texto concreto, com suas particularidades e com suas invariantes. Ou para designar um discurso de caráter figurativo, que contém personagens que realizam ações [4].

2 TEMÁTICA: SIMULAÇÃO, NARRATIVA, GÊNEROS E SENTIDOS

O *game*, de estilo *shooter (point and shoot – ponto e tiro)* em 3ª pessoa, proporciona diversão com decisões estratégicas em ambientes de aprendizagem e tem como temática “a batalha mortal” que ocorre, de maneira constante, em um organismo, quando o sistema imunológico é ameaçado.

O sistema imunológico é um complexo de diferentes células e moléculas que fornece uma forte e efetiva defesa invisível e vigilante, capaz de combater e destruir agentes patogênicos (agentes etiológicos animados). As células imunológicas são capazes de executar tarefas complexas, tais como aprender, adquirindo a capacidade de distinguir entre entidades de (auto)acolhimento e entidades estranhas ou (não auto)infectadas. Evoluindo a tempo de conseguir mais e melhores resultados, restando a memória para outros encontros com agentes estranhos, em uma rápida resposta em caso de reinfecção [5].

Ao incorporar conceitos fundamentais da biologia de células moleculares e da nanotecnologia, permite que os usuários assumam a direção de um *drone*, uma espécie de *microbot* (robô microscópico), que tem o tamanho de uma célula sanguínea e pode mergulhar em viagens pelo interior simulado do corpo humano. Como por ex., através das veias e do tecido conjuntivo. [5]

Ao mesmo tempo, os jogadores podem convocar glóbulos brancos, para destruir quinze agentes patogênicos invasores virais e bacterianos, enquanto recebem instruções para “disparar” várias proteínas em momentos apropriados e resolver várias falhas do sistema imunológico de um determinado sujeito. Os jogadores devem usar a combinação certa de células para cada arranjo de bactérias, vírus e parasitas. Podem, também, regular o tipo de proteínas que aparecem na superfície de cada célula e gastar pontos para comprar células, mover/arrastar ocitocinas e ativar os glóbulos brancos [3].

Em *ID*, moléculas e células não são apenas palavras que os jogadores precisam memorizar, são ferramentas que precisam ser utilizadas para que os jogadores possam aprender sobre eles e possam saber/poder como “driblá-los” os esses agentes patogênicos animados, tais como: *Escherichia coli (E.coli)*, *Staphylococcus aureus (Staph)* e outros, capazes de produzir doenças infecciosas - pneumonia, malária, Síndrome da

*e-mail: luciamclemos@gmail.com

Imunodeficiência Adquirida (AIDS), Síndrome Respiratória Aguda (SARS), *Ebola*, gripe aviária, tuberculose, dentre outras [5].

Além dos agentes, os jogadores “precisam enfrentar”, de um lado, as regras do jogo: 1) *operacionais* – que regulam a forma de atuar do sujeito jogador; 2) *constitutivas* – que regem as mudanças de estado do jogo e comportamentos dos elementos do seu universo [6]. De outro, a experiência interativa desenvolvida para o jogar do sujeito jogador, o *gameplay* ou *playability*, que designa o quão “jogável” é um jogo.

3 JOGABILIDADE EM ESPAÇOS DE EXPERIÊNCIA INTERATIVA

A dinâmica, as sobreposições de imagens, a eficácia visual e situações possibilitam e instigam aos jogadores a procurarem soluções que perpassam, simultaneamente, criatividade, raciocínio e aprendizado, a partir de experimentações continuadas. [7]

O jogo está dividido em fases distintas, nas quais o objetivo se apresenta cada vez mais difícil. Pode ser aberto em diferentes telas, cada qual explicando uma das opções, dentre elas: jogo propriamente dito e informações adicionais sobre Imunologia. Uma das principais características é que cada uma das fases não tem uma única solução possível, de modo que o jogador pode optar entre uma infinidade de estratégias na hora de atingir o objetivo. Possibilita, aos jogadores, sair e retornar, para que possam praticar a mecânica e o modo de fazer.

A partir da tela de apresentação, os usuários são convocados para o jogar. A imersão do jogador no jogo intensifica o interesse de transitar pelos diferentes ambientes, que vão promover e fazer uma mudança de estado do sujeito, para reconquistar a saúde.

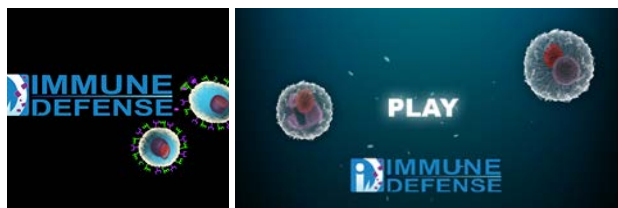


Figura 1: Telas de apresentação de *ID* e convocação para o jogar

Os ícones que dão início ao aplicativo (*game*) e ao jogo (*play*) mostram representações de células (Fig. 1). Estas duas telas têm uma composição cromática que evidencia o azul, cor que possui um movimento de distanciamento do homem físico e o leva para outros horizontes. O fundo do ecrã, azul noite, semelhante a uma noite estrelada, indica uma responsabilidade para o que há de vir [8]. Esse modelo figurativo leva a pensar, assim, sobre percursos que o jogador deve fazer para o fazer-fazer.

A seguir, o jogador é convidado pelo Ddor ao seu primeiro dia como professor de Nanotecnologia. “Pilotar o *microbot C85* – que pode mover moléculas sozinho! O sonho de todo cientista! Que avanços podemos fazer! A glória pode ser sua! (*Você*). O *microbot C85* produz energia, detecta moléculas, é fantástico! Uma vez que esteja treinado, irá patrulhar o organismo por conta própria, lutando contra as infecções, câncer, qualquer doença que estamos treinados para fazê-lo” [9]. A semântica faz o jogador querer fazer: jogar para saber mais. E isto não é para qualquer um, é para um “você”. O desenvolvedor convoca o jogador para atuar no jogo e, assim, confere ao jogador a responsabilidade na missão imunológica. Por outro lado, as narrativas auxiliam para a imersão do jogador, afastando-o do espaço digital do jogo, mas envolvendo-o emocionalmente na história.

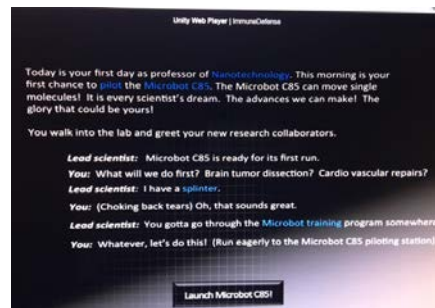


Figura 2: Jogador e *microbot* - avanços na nanotecnologia

Logo se instala um diálogo simulado entre o Ddor personagem cientista e o sujeito jogador (você): - *Cientista*: “*Microbot C85* pronto para sua primeira corrida (contra a infecção)? - *Você*: o que faremos primeiro? Dissecção de tumor do cérebro? Reparos cardiovasculares? - *Cientista*: eu tenho uma “lasca” (dica?) (...) – este último termo, em uma similitude a uma licença poética de sentido (Fig. 2) [9].

As estratégias lançadas têm o propósito de “driblar” agentes patogênicos invasores do corpo humano. “Idealize um jogo de defesa onde a torre está viva e em movimento. Imagine, também, inimigos que mudam não apenas sua forma, mas sua própria composição química para superar as defesas. Agora, visualize enfrentar inimigos tão numerosos que crescem exponencialmente, antes mesmo de poder ser estimado quantos existem. Defenda-se dos invasores ‘alienistas’, antes que seja tarde! [9].

No nível 2, para o treinamento do piloto-jogador (Fig. 3), o fundo azul sombreado de rosa pálido, em uma proximidade cromática com o amanhecer, emoldura e agrega o poder do azul noite e do preto da forma ovalada [8], à semelhança de uma janela de aeronave, faz realçar a figuratividade que a tela mostra – glóbulos brancos, bactérias, ocitocinas.

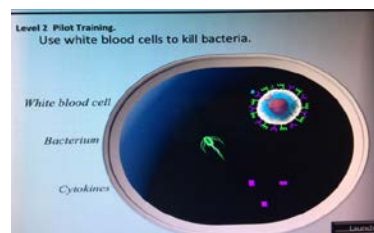


Figura 3: Treinamento do “piloto” do *drone* - *microbot*

3.1 Modos de fazer em *ID*

ID pode ser visto particularmente valioso entre os jogos de aprendizagem porque: 1) apresenta conceitos avançados, abstratos e fundamentais em Biologia celular e molecular; 2) a aprendizagem acontece dentro do contexto do jogo - os jogadores só precisam aprender a ultrapassar o nível, para seguir em frente.

As regras e estratégias do jogo são, de um lado, o seguir o prescrito como normatividade reguladora do jogar [10]. Por outro, são ordens enunciadas na ordem do fazer. Algumas dessas instruções vêm como “Dicas estratégicas do jogo” - é a partir delas que “você gasta energia” para convocar glóbulos brancos (as “torres” ou “soldados”), usados para derrotar os agentes etiológicos animados. E “ganha energia” para cada agente que matar ou obter capacidade “para convocar” mais glóbulos brancos. “Para ganhar o jogo, precisa equipar suas células com os receptores corretos, para que eles possam rastrear, ligar. Deve

destruir, na área, todos os agentes inimigos, antes que a inflamação fique muito alta” [3]. Ao ser convocado para atuar no jogo, é conferido, ao jogador, o papel de herói na aventura imunológica.

3.2 Espaços de participação significativa e de criação de sentido

A participação significativa dos jogadores baseia-se na interpretação e atuação sobre o espaço semântico representado no videogame, em seis níveis.

O jogo faz sentido a partir de alguns dos heróis do jogo, macrófagos e neutrófilos, que se tornam simulacros dos “eus”, manipulados pelos sujeitos-jogadores. A Fig. 4 mostra o sujeito-jogador, pilotando o *Microbot C85*, em batalha contra a bactéria *E.coli*, que quer afetar a saúde do corpo, instalando a infecção. Um neutrófilo é cercado pelos garfos protetores e é preciso equipar as células com receptores “MOVE” (os garfos roxos nos *gifs*) para seguir as “proteínas de sinal” (fatores do complemento), ativadas pelos agentes patogênicos. As células se ligam ao patógeno com os receptores “JOB” (os garfos laranja nos *gifs*), “comem” o patógeno (endocitose) e digerem-no em um fagossoma (ver os pontos vermelhos) [3].



Figura 4: Sujeito jogador em ação na batalha contra *E.coli*

Os garfos, os receptores “job” e o termo “move” fazem com que se instale um processo de semiose, em que os sentidos da relação entre os dois sujeitos, desenvolvedores e jogadores, se fazem visíveis, tanto por signo verbal como não verbal, codificado ou circunstancial. Semiose é a operação que, ao instaurar uma relação de pressuposição recíproca entre a forma da expressão e do conteúdo, ou entre o significante e o significado, produz signos [4].

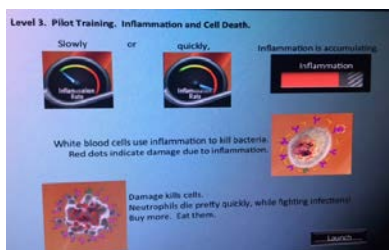


Figura 5: Sujeito jogador em ação na batalha contra *E.coli*

No 3º nível do jogo (visto na Fig. 5), há mais pistas para o fazer do jogador. As dicas são acompanhadas de imagens em uma simulação dos processos: “Devagar ou rápido. Inflamação está se formando. Glóbulos brancos utilizam a inflamação para ‘matar’ (destruir) as bactérias. Os pontos vermelhos indicam dano devido à inflamação. Compre mais. Coma mais” [5]. Todos esses modos narrativos do fazer ante tais células figurativizadas, como que as

leva a se portarem, como sujeitos, (co)movendo aquele outro, o sujeito-jogador, por sua própria presença, a agir.

No jogo, os efeitos sonoros transmitem diferentes significados e/ou uma direção a seguir, algumas vezes sem manifestação enunciativa. A sonoridade se faz mais vigorosa e/ou agitada, com batuques e outros recursos expressivos, quando a infecção se instala de maneira rápida. Uma barra, no lado direito ou esquerdo das telas, indica o grau de inflamação.

4 REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA: DEVORAR BACTÉRIAS E CONSUMIR CIÊNCIA EM GANHO DA IMUNOLOGIA

Toda a ação se passa em espaços inalcançáveis para muitos, o interior do corpo humano, mas capazes de gerar empatia com a temática, estabelecendo uma ponte emocional. As células da Fig. 6 foram representadas em uma simulação de desenhos esquemáticos usados em revistas e livros didáticos. O monócito, “a grande bola azul”, deve “disparar” as proteínas de adesão, *E-Selectin* ou *ICam 1* e diminuir a velocidade. O azul do neutrófilo e do monócito pode ter efeito de sentido de ser mais racional e inteligível [8].

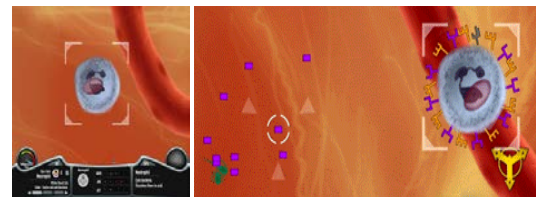


Figura 6: Equipando células com receptores

O cromatismo utilizado na maioria das telas do *ID* incorpora matizes de laranjas e amarelos - cores quentes que têm o sentido de irradiação e expansão, saltos para além de todo limite, explosões emocionais que representam a força e a saúde [8]. O vermelho mais apagado, em tecidos ou veias reflete o cenário interior de um determinado corpo. Esse arranjo cromático faz parecer uma ambiência “iluminada e quente”, quando a inflamação se instala e a cor é mais viva, quase explosiva [8].

Por outras vezes, o modo de fazer é dado pelo desenvolvedor, para que o jogador possa saber o como fazer. “Com os controles, clique em itens para ver seus nomes e dicas no painel de dados, no canto inferior direito. Compre células na parte inferior esquerda. Há diferentes possibilidades de ação disponíveis, e você pode utilizar: o botão cinza ‘DATA’, que leva você para o banco de dados, e lhe dá dicas de jogo muito útil; o ‘Z’ ou barra de rolagem, para aumentar ou diminuir o *zoom* e use o cursor como o ponto de foco; utilize a tecla ‘TAB’ para selecionar a próxima célula visível para a direita. Clique com o botão esquerdo e arraste para mover uma molécula, mas isto terá o custo de ‘1’ ponto de energia” [3].

4.1 Jogabilidade em espaços de experiência interativa significativa

ID adquire experiência significativa, também, a partir de o resultado de uma determinada ação ser comunicada, ao jogador, de maneira eficiente e perceptiva. Por ex., o jogador recebe um tipo de efeito especial, animação, som etc., ao atirar nos agentes patogênicos. Sabe que sua ação foi eficiente ou não, e se esta afeta a situação imediata à sua realização ou em outro momento próximo.

Por entre sombras pela profundidade do espaço e pelos raios e sons que as “armas” emitem, os jogadores se envolvem e acreditam que tem o poder de combater as infecções (Fig. 7). O tom avermelhado, tendendo ao alaranjado forte, no fundo do ecrã

e na veia, simbolicamente tem uma imensa e irresistível potência. A cor é “quente” e transborda vida ardente, agitada, efervescente [8]. No jogar, quando o *gamer* “deixa” a infecção ficar em nível alto, a cor se intensifica na tela. Aqui, o desenvolvedor adota, também, o “azul *royal*” em uma definição estética e extravagância cromática com tamanha eficácia visual que quer poder simbolizar uma “reverência” pela vida [8] com mais saúde.



Figura 7: Agentes na batalha contra infecções

O jogador também pode acessar manuais *online* do *Leica Microscope*, *PLoS* e *The Cell: An Image Library-CCDB* [. Como esses *hiperlinks* são apresentados no contexto do jogo, esta informação avançada é significativa para os jogadores. Entende-se este conhecer a mais, como parte da dimensão cognitiva, isto é, visa a aquisição ou aumento do saber atribuído aos sujeitos instalados no jogo e que corresponde a uma transformação.

4.2 Métodos experimentais como dimensão cognitiva

Em *ID*, os desenvolvedores construíram uma ferramenta de avaliação para medir se houve: 1) ganhos de conhecimento na área de Imunologia celular e molecular; 2) compreensão do mecanismo do jogo; 3) alteração na autoconfiança em relação ao assunto; 4) auto informação voluntária sobre informações demográficas [12].

Essas ferramentas foram utilizadas *online* pelos alunos. O teste, tipo escolha múltipla de vinte e sete itens de termos e conceitos, testou ganhos no conhecimento de Biologia molecular e celular e foi aplicado em centenas de estudantes das 7ª às 12ª séries em escolas norte-americanas e tem cerca de 30 a 40 min. para ser concluído. As perguntas de avaliação foram testadas ao longo de dois anos. [12]

Para que essa compreensão seja facilitada, foi criado, ainda, um teste de escolha múltipla de dez itens, projetado para testar o conhecimento dos jogadores sobre os objetivos dos três primeiros níveis. O *game* também teve um efeito positivo na confiança que os jogadores sentem em suas habilidades para entender diagramas complexos relacionados ao jogo [12].

5 CONCLUSÃO

As práticas de significação foram componentes importantes para que Ddores se sentissem motivados para o jogar e pudessem se envolver no *game* e, por consequência, para a aquisição de um saber mais sobre a temática. Isto é, apreenderam os sentidos do poder-saber, saber-saber e saber-fazer, componentes da competência do sujeito, pelas práticas significativas. O que permitiu situar a passagem do cognitivo ao pragmático, da competência ao desempenho.

De maneira geral, o contraste nas cores utilizadas, além de favorecer a harmonia da composição figurativa (figuras de conteúdo e de expressão) ajuda os jogadores a focarem na direção para onde devem ir, no jogo. Bem como a sentirem o sentido dado – mais suave quando as etapas são mais lúdicas, mais vibrante nos grandes desafios.

Um fator a ser observado: como *ID* está disponibilizado *online*, o público-alvo pode ser mais amplo que o esperado e a ele podem estar agregados *teen-agers*, não-*gamers* e outros mais, que têm tipos muito diferentes de habilidades e experiência de jogo. Mesmo a diferença de alguns anos ou uma pequena exposição ao computador pode ter um enorme impacto sobre o que um jogador encontra como desafiador, interessante ou divertido.

Pesquisadores em mídia digital, vinculados aos efeitos dos *games*, argumentam que eles não são suficientes na promoção e educação em saúde. Mesmo favorecendo a aquisição e prática dos conteúdos, em geral não abarcam a complexidade dos diversos fatores que irão determinar os comportamentos frente aos hábitos de saúde [13] [14].

REFERÊNCIAS

- [1] C.A. Scolari (ed.). “Interfaces para saber, interfaces para hacer. Las simulaciones digitales y las nuevas formas del conocimiento”. In *Homo Videoludens 2.0. De Pacman a la gamification*. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius, Universitat de Barcelona, 2013. p. 10-19.
- [2] A.M. Medeiros; R.M.O Lima; E.C. Rodrigues; M.A.S. Dias. O desenvolvimento da aprendizagem em Biologia através da experimentação. <http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/TRA BALHO_EV043_MD1_SA1_ID1395_30062015212952.pdf>. Acesso: fev. 2017.
- [3] *Immuno Defense*, disponibilizado em: <<http://www.kongregate.com/games/DrAnn/immune-defense>>. Acesso: 15 fev. 2017.
- [4] J.A. Greimas e J. Courtés. Dicionário de Semiótica. SP: Contexto, 2011. p. 327; 279; 459; 132; 327; 388; 447-448; 62.
- [5] Em: <<http://www.sciencegamecenter.org/games/immune-defense>>. Acesso: 06 jun. 2017.
- [6] K. Salen e E. Zimmerman. Rules of play: game design fundamentals. Cambridge, Londres: Mit Press, 2005. p. 130.
- [7] G. Caldas. Prefácio. Games na Promoção e Educação em Saúde – Práticas de Significação. SP: Livrus, 2017. p. 19.
- [8] W. Kandinski. Do espiritual na arte – E na pintura em particular. SP: Martins Fontes, 1996. p. 66; 92; 17; 99.
- [9] Em: <<https://technabob.com/blog/2014/12/10/immune-defense-game/#ixzz4iECe7pH1>>. Acesso: 15 fev. 2017.
- [10] J.A. Greimas. Acerca do jogo. In Significação - Revista de Cultura Audiovisual, vol. 34, nº 27, 1980. p. 16. Em: <<http://www.revistas.usp.br/significacao/article/view/656421980>>.
- [11] M.A. Stegman. Immune Attack and Science Video Games: present the unimaginable, teach the Inexplicable, and assess the Immeasurable In *Games in Science Education - Rice University, Center for Technology in Teaching and Learning*, 2010. Em: <<http://www.gise.rice.edu/index.html>>. Acesso: 15 mai. 2017.
- [12] M. Stegman. Immune Attack players perform better on a test of cellular immunology and self-confidence than their classmates who play a control video game. In *Faraday Discussions*, vol. 169, 2014. p. 169-403.
- [13] S. Rebello et al. A visão de escolares sobre drogas no uso de um jogo educativo. In *Interface - Comunicação, Saúde e Educação*. Vol.5, nº 8, 2001. p. 75-88.
- [14] V. T. Schall. Educação ambiental e em saúde para escolares de primeiro grau: uma abordagem transdisciplinar. In: *Caderno Saúde Pública*, Vol.10, nº 2, 1994. p. 259-263.