



GAME DESIGN NA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS PARA ENSINO DE QUÍMICA

Manoel Augusto da Silva Guerreiro – manoelguerreiro@yahoo.com.br
Unesp, Faculdade de Ciências, Pós Graduação em Educação para a Ciência
Bauru - SP

Wilson Massashiro Yonezawa – yonezawa@fc.unesp.br
Unesp, Faculdade de Ciências, Departamento de Computação
Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube 14-01. Geisel
Bauru - SP

Resumo: *É crescente o interesse pelos jogos digitais na educação. O que era visto apenas como passatempo e entretenimento agora é percebido como uma ferramenta de ensino. O motivo desse crescente interesse está relacionado com a facilidade de acesso aos recursos tecnológicos como smartphones e tablets das novas gerações. Entretanto, a maioria dos jogos digitais disponíveis não foi construída com objetivos educacionais. Observando a carência de estudos que envolvem a construção de jogos digitais para ensino de ciências, este trabalho discute como o processo de game design pode ser orientado para jogos com objetivos educacionais. O texto relata o processo desenvolvimento de uma narrativa lúdica na forma de um jogo digital que aborda o tema modelos atômicos, um conteúdo de química presente no currículo do ensino médio.*

Palavras-chave: *ensino de ciências, ensino de química, jogos digitais.*

1. INTRODUÇÃO

Vivemos cercados pela tecnologia da informação. *Smartphones*, computadores, *tablets*, *notebooks* e consoles portáteis de *videogames* estão presentes na vida cotidiana, principalmente na dos jovens. Entretanto, essas tecnologias ainda encontram barreiras no cotidiano escolar. Segundo a pesquisa “TIC Educação 2012” realizada pelo CETIC.BR (2012) aponta que os alunos estão mais propensos a realizar atividades que usam essas tecnologias aliadas ao ensino (com por exemplo o uso de computadores para realizar exercícios e lições passadas pelo professor, pesquisas escolares ou até mesmo jogar jogos educativos) fora do ambiente escolar, ou seja, em suas casas.

O uso de jogos digitais educativos também é apontado nessa pesquisa como sendo uma das atividades mais utilizadas em ambiente doméstico. Em torno de 60% dos entrevistados dizem jogar em casa contra 24% que afirmam realizar essa atividade nas escolas. A outra parcela, em torno de 27%, afirma jogar esses jogos em outros locais, como *lan houses* ou lugares públicos que possuem acesso à *Internet*. Aproveitar a

disposição dos estudantes em jogar jogos digitais educativos tornar-se-á mais um canal de comunicação estabelecido entre o ensino de conteúdos escolares e os estudantes, através do uso dos jogos.

Segundo Knuppe (2006), o grande desafio do professor do ensino fundamental e médio, hoje em dia nas escolas, está sendo em como manter o foco do aluno nos conteúdos educacionais e nas aulas presenciais. Competir com um mundo tecnológico acaba sendo mais um desafio para o professor, pois os alunos desta nova geração são fluentes nesta nova linguagem tecnológica, ao passo que grande parte dos professores ainda não são, como percebemos na pesquisa feita pelo CETIC.BR (2012).

Muitos trabalhos já foram desenvolvidos com a intenção de aliar o lúdico ao ensino de Química. Exemplos como o jogo Ludo Químico de Zanon, Guerreiro e Caldas (2008), cujo objetivo é o ensino das nomenclaturas dos compostos químicos; e o Super Trunfo de Química, proposto por Godoi et al (2010), que auxilia estudantes na tarefa de memorização dos nomes e símbolos dos elementos químicos; entre outros, descritos por Lima (2011) e Soares (2008). Entretanto, os jogos citados não estão disponíveis na forma digital.

Este trabalho apresenta e discute o processo de *game design* de um jogo digital educativo para o ensino de Química chamado Mr. Ratômico, como base nos princípios de aprendizagem proposto por James Paul Gee (2005). O tema de Química estabelecido para o jogo foi escolhido segundo dois critérios: a) dificuldade encontrada pelos alunos em entender o tema; b) falta de jogos digitais que tratam deste tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Jogo e jogo digital

Uma das definições mais citadas sobre jogo é atribuída à Johan Huizinga em meados do século XX. Ele descreve um jogo como “... uma atividade livre, conscientemente tomada como ‘não-séria’ e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras. Promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredo e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes”. (HUIZINGA, 2010, p. 16). Na visão de Huizinga um jogo deve conter elementos como: a) Liberdade - O jogador tem a opção de entrar e sair dessa atividade voluntariamente quando bem entender; b) Fuga da vida real - Dentro do círculo mágico, só o jogo importa; c) Delimitação em um espaço, tempo e ordem - Possui relação com a ideia do círculo mágico; d) Sistema de regras - O jogo é delimitado por regras específicas. Quebrar as regras rompe o círculo mágico no qual o jogo existe; e) Tensão e incerteza - Ganhar, perder ou empatar; f) Estética - Os jogos possuem elementos estéticos; g) Sem interesse material ou lucro - Os verdadeiros jogos levam essas características em consideração. Quem joga profissionalmente, segundo Huizinga, não poderia ser chamado de jogador visto que está desempenhando uma profissão; h) Ritmo e a harmonia - O jogo possui ritmo e

harmonia. Muito ligado à ideia do ritual, caracterizado por Huizinga como uma espécie de jogo; i) Ilusão e representação - Ligado à ideia da fuga da vida real e a do círculo mágico.

Suits (1967) define que jogar um jogo é “o engajamento em uma atividade direcionada para provocar um estado específico de coisas, usando apenas significados, permitido por regras específicas, onde os meios permitidos pelas regras são um âmbito mais limitado do que seria na ausência das regras, e onde a única razão para aceitar tal limitação é tornar possível tal atividade.”. De acordo com Suits as principais características seriam: a) Jogo é diferente de trabalho - Por se tratar de uma atividade em que esforços desnecessários são aplicados propositalmente para que jogo exista; b) O final e as regras são inseparáveis - Não é possível uma disjunção no ato de ganhar um jogo e ao mesmo tempo, ter as regras dele quebradas; c) O compromisso com as regras nunca é final - Não há previsão de sempre haver comandos supremos dentro de um jogo; d) Os meios não são finais - Poderão ocorrer muitas maneiras de se chegar a um objetivo em um jogo; e) Ganhar não é o único fim do jogo - Para Suits, a condição de vitória não é uma exclusividade em um jogo.

Uma definição mais atual foi proposta por Salen e Zimmerman (2004, p. 80). Para esses autores um jogo é um sistema em que os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido pelas regras, que resulta em um resultado quantificado. Nesta visão um jogo caracteriza-se por: a) Ser um sistema - Sistema é uma série de coisas que afetam outras dentro de um ambiente, de modo a formar um padrão maior, diferente de qualquer uma das partes separadamente; b) Necessitar de jogador ou jogadores - O jogo é somente algo se há jogadores participando ativamente dessa atividade; c) Representar algo artificial - Os jogos mantêm a ligação do mundo real com o imaginário, no mesmo espaço e tempo; d) Gerador de conflito - Todos os jogos encarnam a disputa de alguma forma, seja por cooperação ou competição. O conceito de conflito é central nos jogos; e) Contar com regras - As regras proveem a estrutura de onde o jogo emerge, delimitando o que o jogador pode ou não fazer; f) Gerar resultados mensuráveis - Os jogos possuem objetivos ou resultados mensuráveis. Ao final do jogo, o jogador, ganhando ou perdendo, recebe algum tipo de pontuação ou marcação.

Para McGonigal (2011) um jogo necessita de metas, as regras, o *feedback* e a participação voluntária. A meta é o resultado específico que os jogadores se esforçam para conseguir. O *feedback* orienta e foca continuamente a atenção do jogador no jogo. É responsável por propiciar o senso de objetivo, vivenciado pelo jogador.

As regras são responsáveis por impor limitações aos jogadores, que procuram cumprir a meta, seja qual for. As regras estimulam os jogadores a explorar novas possibilidades para atingir o objetivo do jogo. Elas são responsáveis por estimular a criatividade do jogador, já que ele trabalha sobre limites, e também o pensamento estratégico, já que o jogo não é trivial e precisa ser pensado com o objetivo de cumprir a meta.

O sistema de *feedback* (retroalimentação ou retorno de resposta) informa o jogador do seu status no jogo. Serve para dizer a ele o quão perto está de atingir a meta do jogo. O *feedback* pode emergir na forma de pontos, por exemplo em um jogo de cartas ou na forma de uma barra de progresso, muito comum em jogos estilo plataforma. Outro

exemplo é a barra de vida dos jogadores em um jogo de combate. As informações são continuamente atualizadas de acordo com os golpes sofridos no jogo. McGonigal (2011) declara que o *feedback* em tempo real é uma promessa para os jogadores que a meta é alcançável, motivando assim o jogador a continuar jogando.

A participação voluntária exige que cada um dos jogadores aceite conscientemente e voluntariamente as regras do jogo, a meta e o sistema de *feedback*. Esta liberdade de entrar ou sair do jogo parece ser uma das características mais interessantes visto que permite que o jogador despenda grandes esforços voluntários em prol de alguma causa, que no caso dos jogos é cumprir a meta do jogo. Para McGonigal (2011) a voluntariedade dos jogos assegura que o trabalho realizado pelo jogador será intencionalmente estressante e desafiador, já que o jogador sempre trabalha no limite de suas possibilidades, tornando essa atividade segura e prazerosa.

Um jogo digital é um tipo de jogo que se desenvolve em um meio diferente de, por exemplo, um jogo de cartas ou damas. Por ser desenvolvido em um ambiente digital, carrega consigo as especificidades desse meio. As definições apresentadas anteriormente por Huizinga, Suits e McGonigal também se aplicam aos jogos digitais, mas, como veremos adiante, o *game designer* também tem que se preocupar com elementos do roteiro, da história, desenho e arte dentro da construção de um jogo digital.

2.2. Design e Game Design

Segundo Salen e Zimmerman (2004), a palavra *design* é de difícil conceituação, podendo assumir variados significados dependendo do que entendemos pelo que é ideia, conhecimento, processo, prática e produto. Etimologicamente esta palavra de origem inglesa deriva do Latim (*de* + *signare*), o que significa construir alguma coisa, designando sua relação com outras coisas. Alguns estudiosos possuem outras definições para esse termo. Buchanan (1992) entende que o design esta preocupado com a concepção e o planejamento de todas as instâncias do mundo humano e artificial, como os signos, as imagens, os objetos físicos, as atividades, os serviços, os sistemas e os ambientes. Para Simon (1996), a definição desse termo enfatiza a ação que está fundamentalmente relacionada com as teorias da ciência da administração. Já para Heskett e Giorgetta (1980), esta palavra tem um sentido mais tradicional, priorizando a aparência visual os produtos e das coisas. Para ele, o *design* é a concepção da forma visual. Para Azevedo (1988, p.9), design significa projetar, colocar em prática um plano intencional. Flusser (2007, p. 183), declarava que o *design* vai além do sentido da palavra, para abranger conceitos históricos e simbólicos: “A cultura moderna, burguesa, fez uma separação brusca entre o mundo das artes e o mundo da técnica e das máquinas. (...) A palavra *design* entrou nessa brecha como uma espécie de ponte entre esses dois mundos.”.

Assim como aconteceu com a palavra design, percebemos inúmeras definições na literatura para o termo *game design* e nem todas chegam a um consenso. Schell (2008) afirma isso e constata que a definição deste termo ainda gera muita confusão entre as pessoas, mesmo entre os profissionais da área de jogos digitais. Para ele, o *design* de jogos é o ato de decidir o que um jogo deve ser. Apesar de parecer simplista sua

definição, na realidade a pessoa responsável pelo *design* de jogos, conhecida como *designer* de jogos (*game designer*), é responsável pelo projeto, tomando decisões a respeito do jogo. O *game designer* é um papel, e não uma pessoa física dentro de um projeto. Este papel é frequentemente representado por uma equipe, visto a grande parcela de responsabilidade dentro de um projeto de jogo digital. Ser um *game designer* de jogos não requer necessariamente habilidades de programação, criação de roteiros de histórias ou conhecimentos sobre desenho e arte, apesar de, segundo Schell (2008), apesar desses conhecimentos serem desejáveis.

Já Novak prefere comparar o *game designer* como um engenheiro. O pensamento do *game designer* deve estar voltado para a resolução de problemas, gerados a partir de necessidades do próprio jogo "... adotando uma abordagem de solução de problemas para projetar sistemas funcionais (mundos e interfaces)." (NOVAK, 2010, p. 311). Para Rogers (2012), a pessoa responsável pelo *game designer* incorpora geralmente a função de diretor, planejador e produtor de um jogo. Segundo ele, cabe a esta pessoa(s) a responsabilidade de "criar as ideias e regras de um jogo." (ROGERS, 2012, p. 38)

Podemos concluir que o *game design* é um processo que envolve criatividade, técnicas, tecnologia e gestão que deve ser conduzido por um ou mais profissionais, o *game designer*. Ao longo do processo são tomadas decisões que influencia, estrutura, altera e/ou reestrutura o que será ou está sendo construído. Parte dessas decisões de alguma forma devem atender aspectos fundamentais dos jogos, tais: liberdade, participação voluntária, metas, regras, *feedback*, estética, conflito, desafio, ilusão, incerteza (não previsibilidade) com o objetivo de proporcionar uma experiência adequada para o usuário (jogador).

3. GAME DESIGN PARA JOGOS EDUCATIVOS

Os jogos educacionais são jogos projetados para serem explicitamente usados com fins educativos. São construídos para auxiliarem os alunos na aprendizagem de determinados conceitos e também para o desenvolvimento de determinadas habilidades, por exemplo: habilidades lógicas aritméticas e o pensamento lateral. Esse tipo de instrumento também pode ser utilizado para promover o reforço de certos conteúdos escolares ensinados em sala de aula.

Na categoria de jogos educacionais, Dondlinger (2007) considera os jogos que exigem elaboração de estratégias, o teste de hipóteses, as resoluções de problemas, o que vai além da memorização ou de uma compreensão superficial dos conteúdos escolares por parte dos jogadores/estudantes. Jogos dessa natureza geralmente contam com características como: sistema de recompensas e objetivos, contextos narrativos que situam a atividade e estabelecem as regras, conteúdos relevantes relacionados ao ensino de certos conceitos, e por fim, interatividade e *feedback*, que podem gerar uma aprendizagem mais rápida por parte dos alunos (DONDLINGER, 2007).

Para Soares (2004), o jogo educativo nos leva a discutir atualmente duas funções: a lúdica e a educativa. A função lúdica deve-se ao fato de que o jogo deve promover a diversão, o prazer e a voluntariedade da atividade. Essas características estão em consonância com o nosso significado de jogo e também para os autores Huizinga (2010), Caillois (1961), Carse (1986) e McGonigal (2011). A função educativa, é

responsável pelo ensino de “qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e a sua compreensão do mundo.” (SOARES, 2004, p. 37)

Mas o que faz ou torna um jogo algo que favoreça a aprendizagem? Gee (2005) apresentou uma série de fatores que tornam os jogos, bons jogos, ou seja, que favorecem a aprendizagem. Gee (2005) observou por um tempo um dos seus filhos jogando um jogo digital. Ele notou que o jogo era de difícil compreensão, exigia muito tempo, era complexo, possuía muitas tarefas, desafios e dificuldades (GEE, 2005) mas, mesmo assim, o seu filho continuava entretido e jogando. Gee traçou um paralelo entre os jogos e o ensino. O ensino também é difícil, longo e complexo. Entretanto o ensino nas escolas não desperta nos estudantes tanto interesse quanto os jogos de computadores o fazem. Segundo Gee (2005), este é o problema que as escolas enfrentam, isto é, “Como fazer alguém aprender algo difícil, longo e complexo, e ainda assim se divertir em um ambiente motivador?”. Analisando jogos, Gee compreendeu que os bons jogos incorporam os bons princípios de aprendizagem frequentemente associados ao ensino escolar. Estes princípios têm suporte nas pesquisas mais recentes das ciências cognitivas (GEE, 2003; GEE, 2004). Segundo Gee, em um nível mais profundo, desafio e aprendizagem são características responsáveis por fazer bons jogos de computadores, ou seja, motivadores e divertidos.

De acordo com Gee, as pessoas tendem a dizer de um modo desdenhoso, ‘O que você aprende quando você aprender a jogar um videogame é apenas a forma de jogar o jogo’. Ironicamente, ele ressalta encontrar nessa frase o primeiro bom princípio de aprendizagem. Um exemplo é dado pelo autor, em relação ao ensino de Biologia. Muitos acham que o ensino de Biologia se resume em decorar fatos que posteriormente podem ser repetidos em um teste. No entanto, segundo Gee, décadas de pesquisas têm mostrado que os alunos ensinados desta forma, através da memorização e reprodução de fatos, embora possam ser capazes de passarem nos testes, estes alunos não são capazes de aplicar seus conhecimentos para resolver problemas. A Biologia não é uma ciência que se resume a um conjunto de fatos. Para Gee (2004), na verdade a Biologia pode ser entendida como um tipo de jogo, que determinados tipos de pessoas jogam. Essas pessoas se envolvem em tipos característicos de atividades, usam tipos característicos de ferramentas e linguagem, mantendo certos valores, ou seja, jogando por certo conjunto de regras. Este tipo de pessoa que joga “Biologia” é capaz de reter e usar muitos fatos, mas estes são considerados menos importante do que o “fazer Biologia”, que é uma atividade que não se restringe em apenas isso. Gee, em sua pesquisa, descreveu 16 princípios de aprendizagem presentes nos bons jogos digitais (Quadro 1).

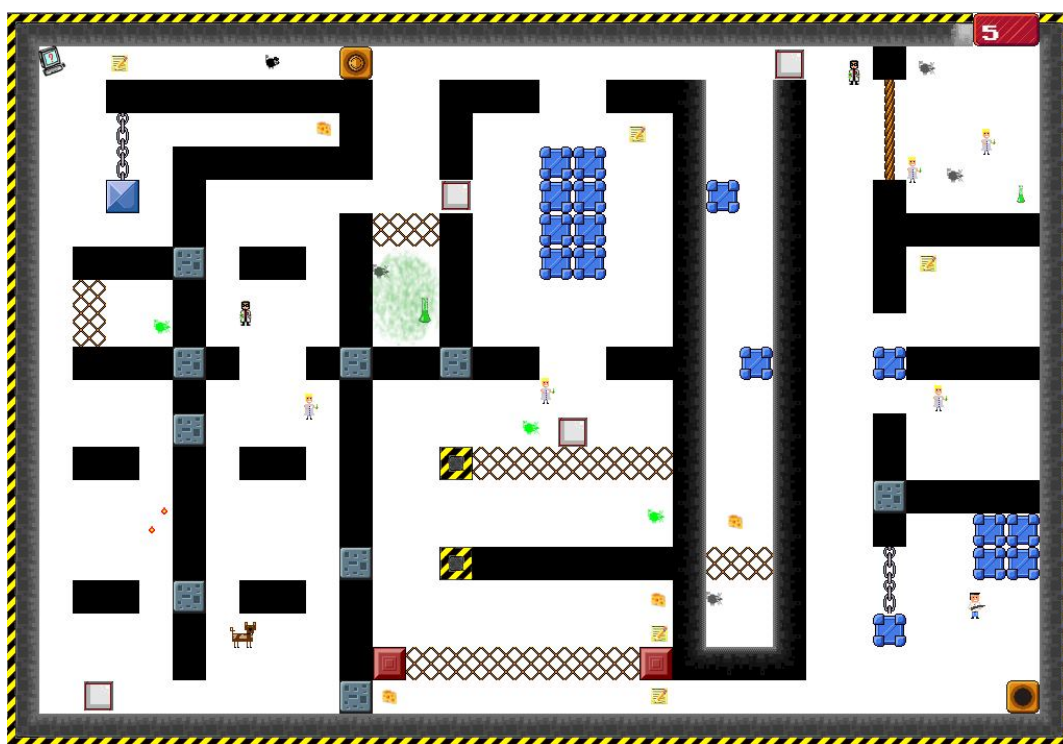
Quadro 1 – Princípios dos bons jogos digitais

Princípio	Descrição
Identidade	No processo de aprendizagem de algum domínio requer que o aprendiz assuma uma nova identidade. Em relação aos jogos, os jogadores tornam-se comprometidos com o novo mundo virtual em que eles irão viver, aprender e agir através de seu compromisso com a sua nova identidade.
Interação	Esta relacionado com a questão do rápido <i>feedback</i> encontrado nos jogos. Os alunos poderiam interagir e receber respostas com mais frequência, melhorando assim a qualidade da aprendizagem.
Produção	Jogadores são produtores e não apenas consumidores. Os bons jogos permitem os

	jogadores fazerem modificações, quer seja no ambiente, ou até mesmo na caracterização do personagem de jogo.
Riscos	Os bons jogos amenizam as consequências das falhas. Por exemplo, um jogador pode optar por voltar a um <i>check-point</i> quando se depara com uma falha, sem precisar voltar ao início do jogo. Os jogadores com isso são encorajados a correrem riscos, explorar e tentar coisas novas. Segundo Gee (2005), a falha é encarada no jogo como uma coisa boa, porque ele faz pensar no problema e nas possíveis resoluções do mesmo.
Customização	Tem relação direta com a possibilidade de o jogador customizar e modelar o jogo, de acordo com seu estilo. Jogos frequentemente possuem vários níveis de dificuldade.
Controle sobre a situação	Os jogadores se sentem com agentes no controle da situação. Eles têm um senso real de propriedade sobre o que estão fazendo.
Problemas ordenados	Em bons jogos os problemas, que são os desafios para o jogador, são ordenados da forma que permitam que os jogadores possam criar hipóteses, posteriormente usadas para resolver outros problemas. São criados níveis de dificuldades no qual os jogadores alcançam níveis mais difíceis depois de passar pelos mais fáceis.
Desafio e consolidação	Segundo Gee (2005), os bons jogos oferecem aos seus jogadores uma série de problemas desafiadores o que permite que os mesmos resolvam estes problemas até o nível de se tornar rotina as suas resoluções. Segundo Scardamalia (1993), esse ciclo de repetições (Problemas desafiadores - Resolução - Novos problemas) é chamado de ciclo do conhecimento. Essa é a forma de como qualquer um se torna especialista em algo.
Em tempo real ou sob demanda	Para Gee (2005), é difícil para os seres humanos ligarem palavras à idéias fora de um contexto. Nos jogos, a informação aparece na hora que o jogador precisa e pode usá-lo da maneira que for conveniente, dependendo de sua necessidade.
Sentido situado	Pesquisas recentes indicam que as pessoas aprendem melhor o significado de uma palavra quando ela consegue fazer conexões com experiências, imagens e diálogos. Jogos sempre situam os significados das palavras em termos de ações, imagens e diálogos a que se referem.
Adequadamente frustrante	Os bons jogos devem levar os jogadores em um estado limiar entre o desafiador e o factível. Este é um estado altamente motivador para os jogadores.
Pensamento sistematizado	Os jogos incentivam os jogadores a pensarem nas relações e não apenas em fatos isolados. Pensar em uma ação e como ela poderá se repercutir consequentemente no futuro é algo que ocorre com frequência nos jogos de RPG.
Pensamento lateral	Os bons jogos nos encorajam a explorar ambientes, a pensar lateralmente e não apenas linearmente. Com essa mudança de atitude, encoraja também os jogadores a repensarem os objetivos de tempos em tempos.
Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído	Os jogadores nos jogos <i>multiplayers</i> encaram os desafios conjuntamente e o trabalho é realizado em equipe, em volta de um só objetivo. Cada membro contribui com as suas competências distintas. O conhecimento básico necessário para jogar o jogo é agora distribuído entre um conjunto de pessoas reais e seus personagens virtuais.
Equipes multifuncionais	Dependendo do jogo <i>multiplayer</i> , cada jogador possui uma habilidade específica. Cada jogador deve dominar sua habilidade para cooperar com a equipe. Mais uma vez, estas formas de afiliação são comumente exigidas no trabalho moderno (Gee, 2004).
Desempenho antes da competência	Segundo Gee (2005), os jogos digitais operam de forma contrária ao que acontece nas escolas - desempenho antes da competência. Os jogadores podem jogar apoiados pelo <i>design</i> do jogo ou pela ajuda de jogadores veteranos, sem antes ter a competência do que estão fazendo. Segundo Gee, esta é a forma como se dá a aquisição da linguagem, embora nem sempre isso ocorra nas escolas, no qual muitas vezes os professores exigem que os estudantes ganhem competências através da leitura de textos antes mesmo que eles possam aplicar no domínio que estão aprendendo.

4. O JOGO MR. RATÔMICO

O jogo denominado Mr. Ratômico aborda o tema “Modelos Atômicos”, presente no currículo da disciplina de Química do ensino médio. A opção para o tratamento desse tema da Química na forma de um jogo digital deu-se em função de dois fatores: a) dificuldade encontrada pelos alunos em entender determinados conceitos ou tema da Química; b) falta de jogos (digitais ou não) na área de estudo escolhida. Mr. Ratômico foi projetado como um jogo para apenas um usuário em 2D (Figura 1) em terceira pessoa onde o avanço do jogador ocorre em níveis de dificuldade e pela progressão do conhecimento Químico abordado no jogo. Cada nível de dificuldade trata um conjunto de conceitos, desde o modelo atômico pensado pelos gregos até os mais atuais, como de Dalton, Thonsom e Rutherford, discutidos no ensino médio. A interação do jogador com



o jogo é realizada por meio do teclado e mouse.

Figura 1 – Ambiente do jogo

O jogador tem como objetivo escapar dos complexos laboratoriais no intuito de chegar à superfície do local onde está preso para pedir ajuda. Para isso, o personagem coleta informações deixadas pelos cientistas. Na maioria, são informações relacionadas com a Química, em referência aos laboratórios onde elas são encontradas. Essas informações estão na forma de texto (anotações) ou figuras (telefones celulares).

4.1. Sinopse

O Jogo conta a história do personagem Mr. Ratômico que luta para salvar seus amigos de testes químicos realizados em uma instalação secreta de laboratórios.

“Em uma instalação secreta de testes químicos, cobaias animais são utilizadas para o estudo dos efeitos de um misterioso gás de composição desconhecida e resultados

devastadores em todos os seres vivos. Dos animais até agora testados, apenas um conseguiu sobreviver. O nome dele é Mr. Ratômico, um ratinho dotado de inteligência e aparentemente invulnerável ao gás. Ele programa uma fuga onde levará consigo seus amigos aprisionados neste local terrível. Para chegar à superfície do complexo laboratorial, ele terá que fugir, passando por portas que requerem códigos secretos (senhas) para sua abertura. Como se trata de laboratórios de Química, as senhas são geradas de acordo com as especialidades de cada laboratório, mas sempre se referindo à Química. Desta forma, Mr. Ratômico terá que coletar o maior número possível de informações dos laboratórios para que possa formular as respostas (senhas) requeridas nos elevadores de acesso. Assim, ele deverá provar que sabe tudo de Química, e será através dela que conseguirá salvar a sua vida e a de todos os seus amigos aprisionados nessa instalação sombria”.

4.2. Processo de game design

Os dezesseis princípios de aprendizagem citados Gee (2004) são úteis para o *game designer* de jogos digitais com propósitos educacionais como: a) funciona com um “*checklist*” para o *game designer* que esteja sempre considerando e avaliando suas decisões no processo de game design; b) comunica as idéias e decisões para o especialista em educação; e c) documenta as decisões tomadas e estratégias elaboradas na transposição de conceitos científicos para um jogo digital. O Quadro 2 mostra como cada princípio de aprendizagem de Gee (2004) foi considerado no jogo Mr. Ratômico.

Quadro 2 – Mr. Ratômico e os princípios de aprendizagem em jogos

Princípio	No jogo Mr. Ratômico
Identidade	O jogador incorpora o personagem principal do jogo, o ratinho Mr Ratômico.
Interação	Para Gee, interação e <i>feedback</i> são sinônimos. Mr. Ratômico é um jogo digital e qualquer ação do jogador retorna algo tipo de informação. Caminhar, passar por cima de um elemento, encontrar o inimigo são ações com respostas/retornos imediatos. Por exemplo, ao encontrar uma pista pelo jogo o jogador é imediatamente exposto a ela. Isso também acontece quando o personagem acha no jogo um “queijo”, que representa uma vida. Imediatamente o contador de vidas é incrementado e um sinal sonoro característico é emitido para constatar essa ação.
Produção	Não aplicado até o momento no jogo Mr. Ratômico. No entanto, cogitamos a possibilidade de oferecer ao jogador efeitos de customização do personagem Mr. Ratômico.
Riscos	No jogo Mr. Ratômico, as consequências das falhas é amenizada. Quando o jogador falha, ele retornar para o início da fase. Na última fase, quando o personagem precisa responder a senha da porta de acesso aos elevadores, se a mesma for escolhida erroneamente, este é redirecionado para uma fase de revisão, onde todas as dicas estarão disponíveis. Desta forma, o jogador tem mais uma chance antes de voltar para a última fase em que o desafio será repetido.
Customização	Não aplicado no jogo Mr. Ratômico uma vez que a narrativa se desenvolve linearmente.
Controle sobre a situação	O controle está nas ações que o jogador pode realizar no jogo. O jogador observar por onde pode caminhar e o que pode realizar. O Mr. Ratômico pode caminhar em várias direções, obter itens, evitar adversários e resolver enigmas.
Problemas ordenados	No jogo, a resolução de problema depende do conhecimento de Química. O conhecimento necessário cresce gradualmente com os níveis do jogo. Na química o conhecimento é cumulativo. A exemplo disso, o tema “Modelos Atômicos”

	abordado no jogo é apresentado gradualmente pelas fases, desde a primeira; que aborda o modelo atomístico desenvolvido pelos filósofos gregos, até os modelos atômicos mais atuais, com Dalton, Thonsom e Rutherford, discutidos no jogo.
Desafio e consolidação	No jogo há diferentes tipos de desafios: coordenação motora quando o jogador controla o personagem através do cenário; cognitivos que envolve compreender o que se pode e ou que não se pode fazer nos jogo; de conhecimento quando a partir da junção dos dois desafios (motores e cognitivos) o jogador deve resolver problemas que exigem conhecimento em química.
Em tempo real ou sob demanda	É a conexão entre o que o jogador vê e sua ação. No jogo qualquer ação é imediatamente retornada na forma de uma informação. A visualização de pistas imediatamente após o seu encontro é um <i>feedback</i> instantâneo e em tempo real. Isso facilita a compreensão por parte do jogador.
Sentido situado	O “ <i>design</i> ” do jogo apresenta um cenário (laboratório) dentro do contexto do tema escolhido da Química (Modelos Atômicos). Os personagens e as situações dentro desse cenário permitem estabelecer relações sobre a importância do conhecimento de conceitos de química. Desta forma, as ações, imagens e textos utilizados no jogo levam o jogador a situar os significados.
Adequadamente frustrante	O equilíbrio entre a adequação e a frustração está na separação do jogo em diferentes fases. O grau de dificuldade é crescente em cada fase do jogo. Esta decisão segue o conceito de “Fluxo” proposto por CSIKSZENTMIHALYI (1990).
Pensamento sistematizado	No jogo, o contexto dá pistas sobre como as coisas estão relacionadas, isto é, onde conceitos de Química estão presentes, e o esses conceitos podem ser utilizados.
Pensamento lateral	O jogo permite que o jogador explore diferentes situações que oferecem pistas sobre como atingir os objetivos. O jogador iniciante pode e irá falhar inúmeras vezes até compreender o que pode e o que deve ser feito no jogo. Essa experimentação permite que o jogador compreenda ou desenvolva estratégias para atingir os objetivos. Na exploração do jogo Mr. Ratômico o jogador pode optar ou não por recolher determinadas pistas, de acordo com com a dificuldade experienciada por ele. Temos isso em certos locais dos laboratórios, onde pistas estão “escondidas” em locais de difícil acesso. Cabe ao jogador a decisão de seguir em frente ou encarar o desafio. Isso faz que o jogador repense seus objetivos continuamente no jogo.
Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído	Por se tratar de um jogo <i>singleplayer</i> , o Mr. Ratômico não trata este princípio.
Equipes multifuncionais	Não aplicado no jogo Mr. Ratômico.
Desempenho antes da competência	A exploração do ambiente do jogo oferece oportunidades para melhorar o desempenho do jogador. O jogador aprende em um ambiente de exploração, coletando informações que na verdade remetem aos conteúdos escolares do tema químico “Modelos Atômicos”.

Embora Gee tenha contribuído sobre o que deve ser considerado no desenvolvimento de jogos digitais que habilitem e/ou facilitem a aprendizagem, ainda se faz necessário a incorporação de elementos específicos de *game design*. Lembrando que *game design* é uma atividade para produção de jogos onde o entretenimento é a prioridade. O desenvolvimento de jogos digitais que também consideram o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos ainda é um processo cinzento. Este trabalho propõe uma estratégia que ajude a levar um pouco mais de luz ao processo. Após estabelecer os princípios de aprendizagem presentes no jogo Mr. Ratômico, os

elementos do *game design* são descritos no (Quadro 3), assim como suas aplicações no contexto de criação do referido jogo.

Quadro 3 – Mr Ratômico e os elementos de *game design*

Elementos de <i>game design</i>	Aplicação no contexto do jogo
Sistema de recompensas	Evolução do personagem. Acumulo de pontos.
Objetivos	Reconhecer e avaliar a situação e os obstáculos postos. Desenvolver estratégias para solução dos problemas para escapar do local. Inimigos ao longo do caminho, isto é, em um labirinto (laboratório) que é explorado e cujo fim leva para uma nova situação (um novo labirinto).
Contextos narrativos	O herói conta com suas habilidades e conhecimento para vencer o sistema. O personagem (Mr. Ratômico) é confrontado com situações problemas com grau de complexidade crescente. Cada nível do jogo é uma espécie de epopéia que o personagem vive
Regras	Não ser capturado (colidir com certos tipos de personagens como os cientistas e os guardas) e resolver as charadas químicas, presentes no final de cada complexo de laboratórios. Obstáculos na forma de inimigos e armadilhas estão dispostos ao longo do caminho
Conteúdos relevantes	Cenários que envolvem situações onde conceitos de Química estão presentes ou se tornam necessários para resolução de problemas.
Interatividade	Caminhamento pelo cenário utilizando setas de direção. Informações relevantes acessadas via mouse ou teclas de acesso (ENTER, ESC e SPACE).
<i>Feedback</i>	Informações sobre a saúde do personagem. Respostas imediatas das ações executadas, ex: movimentação do personagem e dos inimigos. O <i>feedback</i> também é instantâneo quando o personagem encontra uma pista (a leitura se faz imediatamente após a colisão do personagem com uma pista).
Conflito / Desafio	Decisões sobre as ações. Avaliação de risco das ações. Desafios na resolução de problemas que necessitam conhecimento em Química.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Educadores concordam que o enriquecimento das práticas pedagógicas com a utilização dos recursos digitais, dentre eles os jogos educativos, só tendem a acrescentar à qualidade do ensino e da aprendizagem dos conteúdos escolares. Todavia, a criação desses recursos ainda carece de um processo de sistematização, no qual o *game design* é adequado às necessidades e os anseios de um ensino baseado em jogos digitais. Nesse sentido, analisamos o processo de criação do jogo Mr. Ratômico, um jogo que aborda o tema químico “Modelos Atômicos”, atentando para os elementos do *game design* e traçando um paralelo com os princípios de aprendizagem presentes nos bons jogos, de acordo com a teoria do pesquisador James Paul Gee. Desta forma, apontamos um possível caminho para que pesquisadores em jogos, professores e *game designers*, interessados na criação de jogos digitais educativos, possam ter melhores condições e tomem as melhores decisões a respeito da criação desses recursos digitais, usados no ensino de Química e Ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, W. O que é Design. São Paulo: Brasiliense, Col. Primeiros Passos, 1988.
 BUCHANAN, R. Wicked problems in design thinking. Design issues, JSTOR, v. 8, n. 2, p. 5–21, 1992.

CETIC.BR. Centro de estudos sobre as tecnologias da informação e da Comunicação. 2012. Disponível em: <<http://www.cetic.br/publicacoes/2012/tic-educacao-2012.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2014.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Flow: the psychology of optimal experience. New York: HarperCollins, 1990.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. Computers in Entertainment (CIE), ACM, v. 1, n. 1, p. 20–20, 2003.

GEE, J. P. Situated Language and Learning: A Critique of Traditional Schooling (Literacies). [S.l.]: Routledge, 2004. 144 p.

GEE, J. P. Good video games and good learning. Phi Kappa Phi Forum, p. 33–37, 2005.

GODOI, T. d. F.; OLIVEIRA, H. P. M. d.; CODOGNOTO, L. Tabela periódica – um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. Química Nova na Escola, v. 32, n.1, p. 22–25, 2010.

FLUSSER, V. O mundo codificado: Por uma filosofia do design e da comunicação (trad. Raquel Abi-Sâmara). São Paulo: Cosac Naify, 2007.

HESKETT, J.; GIORGETTA, A. Industrial design. [S.l.]: Thames and Hudson London, 1980.

HUIZINGA, J. Homo Ludens. 6. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.

LIMA, E. et al. O uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de química. Revista Eletrônica Educação em Foco, 2011.

MCGONIGAL, J. Reality is broken : why games make us better and how they can chang the world. New York: Penguin Press, 2011.

NOVAK, J. Desenvolvimento de games. São Paulo: Cengage Learning, p. 354–355, 2010.

ROGERS, S. Level Up!: Um guia para o Design de grandes jogos. [S.l.]: Blucher, 2012.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. Rules of play: Game design fundamentals. [S.l.]: MIT Press, 2004.

SCARDAMALIA, M.; BEREITER, C. Surpassing Ourselves: An inquiry into the nature and implications of expertise. [S.l.]: Open Court, Chicago, 1993.

SCHELL, J. The Art of Game Design: A book of lenses. [S.l.]: CRC Press, 2008. 520 p.

SIMON, H. A. The sciences of the artificial. [S.l.: s.n.], 1996.

SOARES, M. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. Encontro Nacional de Ensino de Química, v. 14, 2008.

SOARES, M. O lúdico em química: jogos e atividades aplicados ao ensino de química. São Carlos (São Paulo), 2004

SUITS, B. What is a game? Philosophy of Science, JSTOR, p. 148–156, 1967.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. da S.; OLIVEIRA, R. C. de. Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. Ciências e Cognição/Science and Cognition, v. 13, n. 1, 2008.

GAME DESIGN PROCESS IN TEACHING CHEMISTRY DIGITAL GAMES

Abstract:

There is increasing interest by digital games or videogames in education. What was seen only as a hobby and entertainment is now perceived as a teaching tool. The reason for this growing interest is related to the ease of access to technological resources such as smart phones and tablets. However, the majority of available video games wasn't built for an educational purpose. The lack of studies that involve the construction of digital games for science teaching, aimed

this work discusses how the process of game design can be conducted for games with educational objectives. The text describes the development of a narrative in the form of a digital game that tackles the atomic models, a chemical's content present in the high school curriculum.

Keywords: science education, chemistry teaching, digital games.