



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

MANOEL AUGUSTO DA SILVA GUERREIRO

**Os efeitos do *Game Design* no processo de  
criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino  
de Química e Ciências - O que devemos  
considerar ?**

Bauru

2015

MANOEL AUGUSTO DA SILVA GUERREIRO

**Os efeitos do *Game Design* no processo de criação de  
Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências  
- O que devemos considerar ?**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Bauru, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências), sob a orientação do Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.

Universidade Estadual Paulista - ‘Júlio de Mesquita Filho’ - UNESP

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa

Bauru

2015

Guerreiro, Manoel Augusto da Silva.

Os efeitos do *Game Design* no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar ? / Manoel Augusto da Silva Guerreiro, 2015  
297 f.

Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2015.

1. química. 2. ensino . 3. jogos digitais. 4. *game design*. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MANOEL AUGUSTO DA SILVA GUERREIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.**

Aos 27 dias do mês de fevereiro do ano de 2015, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Biblioteca do Câmpus de Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. ROGÉRIO JUNIOR CORREIA TAVARES do(a) Departamento de Artes / Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MANOEL AUGUSTO DA SILVA GUERREIRO, intitulado "Os Efeitos do Game Desing no Processo de Criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciência - O que devemos considerar?". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: 5 PROVA DO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA

  
Prof. Dr. ROGÉRIO JUNIOR CORREIA TAVARES

  
Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA

*Este trabalho é dedicado aos meus pais  
Elizabeth da Silva Guerreiro e José Francisco Guerreiro Pretel,  
pelo apoio incondicional durante todos esses anos.  
Serei eternamente grato !*

# Agradecimentos

A primeira pessoa que gostaria de agradecer é meu amigo Prof. Dr. *Gilbert Ban-nach*, da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru. Há momentos em nossas vidas que cruzamos com pessoas maravilhosas. Essa pessoa, na minha vida de pós-graduando, foi ele. Obrigado pelas palavras de ânimo e incentivo em um momento tão complicado da minha vida profissional. Serei sempre grato por esse feliz encontro!

Aos meus pais, *José Francisco Guerreiro Pretel e Elizabete da Silva Guerreiro*, por apoiarem minhas decisões, pelas orientações, pelos conselhos e, principalmente, por perdoarem minha distância nesse período de pós-graduação. Espero compensar essa ausência com orgulho, e poder dar a eles, futuramente, uma vida melhor.

A minha irmã *Adriana* e ao meu cunhado *Ricardo*, por sempre me ajudarem, de tantas formas desde a graduação e, também, por me darem minha sobrinha querida, *Emanuella*.

Quero agradecer também aos meus amigos *Nelson e Jordão*, do STI do Instituto de Química da UNESP de Araraquara, pela ajuda, conselhos e por, principalmente, aguentarem as minhas lamúrias nos momentos do café!

Ao Projeto L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>ε</sub> ABN<sub>T</sub>EX<sup>1</sup>, por me proporcionar um ambiente seguro na escrita deste trabalho. Estes são projetos que contribuem de forma significativa no meio acadêmico e que muitas vezes são recebidos o devido valor.

Agradeço imensamente ao meu orientador, o professor *Wilson*, por toda ajuda, por sempre estar disposto a ouvir, compartilhar, por indicar leituras, vídeos, cursos, e, principalmente, por ter sempre me tratado com tanto apreço e carinho. Espero deixá-lo orgulhoso e, que este trabalho, seja o reflexo de sua inestimável contribuição.

Aos Profs. Drs. *Aguinaldo Robinson de Souza e Rogério Junior Correia Tavares*, pelas inestimáveis colaborações durante todo esse processo da pós-graduação. Estes que leram, discutiram e apontaram caminhos para o meu trabalho.

Aos respondentes desta pesquisa, de ambas as populações estudadas. Sem a contribuição deles este trabalho seria puramente teórico, e uma análise dos critérios estudados não teria sido possível. Obrigado a todos que doaram alguns minutos do seu dia para colaborar com este trabalho.

As meninas da pós graduação da Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru, em especial a *Denise*, por sempre ter me atendido de forma tão carinhosa nos momentos que precisei.

---

<sup>1</sup> Projeto L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X<sub>ε</sub> ABN<sub>T</sub>EX<sup>2</sup> <<http://code.google.com/p/abntex2/>>

E por fim, e não menos importante, agradeço minha esposa e companheira *Alessandra Jacqueline Vieira*. Sem essa pessoa na minha vida nada disso seria possível. Obrigado pelo incentivo, apoio incondicional, carinho e compreensão.

# Um dia desses ...

Baseado em uma história real !



Manoel Guerreiro



GUERREIRO, M.A.S. Os efeitos do *Game Design* no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar ? Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2015.

## Resumo

Jogos digitais podem ser inseridos no contexto do ensino escolar na forma de ferramentas de promoção do conhecimento, favorecimento da aprendizagem lúdica, desenvolvimento de habilidades cognitivas e, também, como recurso motivacional em sala de aula. Esses materiais encontram na população jovem escolar os seus maiores apreciadores. Uma metodologia de ensino, relativamente nova, apregoa que é possível ensinar conteúdos escolares utilizando jogos digitais nesse processo. É a ‘*Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais*’, defendida por muitos pesquisadores da área da ciência cognitiva e do *game design*. Entretanto, pouco conhecemos sobre o processo de construção dessas mídias digitais para o ensino de Química e Ciências. Desta forma, este trabalho traz uma proposta para a criação de um jogo digital educativo de Química, sob a perspectiva de duas dimensões: a lúdica e a educativa. O objetivo desta pesquisa é entender a importância dos aspectos considerados, no intuito de colaborar com o processo de criação dos jogos digitais utilizados para esse fim. Nossa metodologia tem o enfoque na construção do jogo chamado Mr. Ratômico, que aborda um tema escolar da disciplina de Química escolhida segundo critérios definidos neste trabalho. Esse objeto de estudo foi analisado por duas populações - os professores e os *game designers*, uma vez que esses profissionais são os responsáveis pelo ensino de Química e também pela construção de jogos digitais, respectivamente. Os dados foram obtidos a partir de questionários semi-estruturados e analisados sob a perspectiva da metodologia mista, devido às características qualitativas e quantitativas da análise do jogo em questão. Os resultados iniciais, obtidos pelo teste piloto do jogo, demonstraram que os respondentes das duas populações perceberam os aspectos examinados, encontraram inconsistências, sugeriram alterações e indicaram os pontos mais problemáticos no processo de construção do jogo aqui analisado. Na análise posterior aos ajustes indicados, os pesquisados identificaram os elementos analisados e, além deles, apontaram outros que não de suas áreas. Isso mostra o quão interdisciplinar é a área do *game design*, seja para a construção de jogos educativos ou não. Sob o nosso ponto de vista, a sistematização do processo de criação de jogos dessa natureza passa necessariamente pelas dimensões analisadas mas, não podemos inferir que somente as mesmas são suficientes dentro do processo de construção de JD educativos com o propósito de serem utilizados no Ensino de Química e Ciências.

**Palavras-chaves:** Química. Ensino. Jogos Digitais. *Game Design*.

GUERREIRO, M.A.S. **The effects of Game Design in Digital Games creation process used in Chemistry and Science Teaching - What should we consider?** Dissertation (Master of Education Science) - Faculty of Sciences, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2015.

## Abstract

Digital games can be inserted in the context of school education as tools to promote knowledge, favoring the playful learning, development of cognitive skills and also as a motivational resource in the classroom. These features have their greatest admirers among the youth school population. A teaching methodology, relatively new, proclaim that it is possible to teach school subjects using digital games in the process. It is the 'Digital Games Based Learning', advocated by many researchers in the field of cognitive science and game design. However, we know little about the process of construction of these digital media for the teaching of Chemistry and Sciences. Thus, this paper presents a proposal to create an educational digital game of Chemistry, under the two-dimensional perspective: the playful and educational. The objective of this research is to understand the importance of the aspects considered in order to assist in the process of creating digital games used for this purpose. Our methodology has a focus on building the game called Mr. Ratômico which addresses a school subject of chemistry discipline chosen according to criteria defined in this work. This subject matter was analyzed by two people - teachers and game designers, as these professionals are responsible for the teaching of chemistry and also the construction of digital games. Data were obtained from semi-structured questionnaires and analyzed from the perspective of mixed methodology, due to the qualitative and quantitative characteristics of the analysis of the game in question. The initial results obtained by the pilot test kit showed that the respondents of the two populations realized the aspects examined, found inconsistencies, suggested changes and indicated the most problematic aspects in the construction process of the game here analyzed. In further analysis to the settings shown, respondents identified the aspects analyzed and, in addition, showed other than their areas. This shows how interdisciplinary is the area of game design, is for the construction of educational games or not. From our point of view, the systematization of the process of creating games of this nature necessarily involves the dimensions analyzed and can not assess that only they are sufficient to the process of building digital games for this purpose.

**Key-words:** Chemistry. Learning. Games. *Game Design*.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Os três grandes campos de conhecimento utilizados neste trabalho, juntamente com alguns dos autores utilizados neste estudo . . . . .	28
Figura 2 – O jogo Senat de Tutankhamen . . . . .	37
Figura 3 – Ilustração da rainha egípcia Nefertari (1295-1255 a.C) jogando Senat. . . . .	37
Figura 4 – O jogo real de Ur . . . . .	38
Figura 5 – Nossa definição para o que é jogo. . . . .	57
Figura 6 – O jogo <i>Tennis for two</i> , de Willian Higinbotham . . . . .	58
Figura 7 – O jogo SpaceWar!, de Steve Russel . . . . .	59
Figura 8 – O <i>console</i> de videogame Magnavox Odyssey, de Ralph Baer . . . . .	59
Figura 9 – A classificação dos gêneros dos jogos digitais, segundo Novak (2010). . . . .	63
Figura 10 – O modelo de classificação dos jogos segundo a ‘ <i>gamic action</i> ’ de Alexandre Galloway. . . . .	68
Figura 11 – A taxonomia de Bartle para os tipos de jogadores . . . . .	71
Figura 12 – O conceito de fluxo da teoria de Csikszentmihalyi (1990) . . . . .	73
Figura 13 – O conceito de <i>GameFlow</i> , baseado na teoria de Csikszentmihalyi (1990) para diferentes pessoas. . . . .	73
Figura 14 – Aprendizagem processada dentro do ciclo do jogo, segundo Garris <i>et al</i> (2002) . . . . .	78
Figura 15 – Aprendizagem baseada em jogos digitais - Aprendizagem & Envolvimento. (JPE - Jogos de puro entretenimento, TBPC - Treinamento baseado em programas de computadores . . . . .	80
Figura 16 – Exemplo do uso de <i>gamification</i> na promoção da mudança de comportamento dos usuários do sistema de metrô em Estocolmo - Suécia. A esquerda uma escada em formato de piano, bem ao lado da escada rolante. . . . .	83
Figura 17 – Os muitos nomes dados aos <i>Serious Games</i> - Jogos Sérios, segundo Smith (2008). . . . .	85
Figura 18 – As relações entre GBL, <i>Gamification</i> , <i>Serious Games</i> e <i>Educational Games</i> no contexto dos jogos e da aprendizagem . . . . .	89
Figura 19 – Sistema RAD - Fases do processamento de uma informação pelo cérebro. . . . .	96
Figura 20 – O jogo de cartas Elementeo - Cartas e Tabuleiro . . . . .	113
Figura 21 – Cartas do jogo de tabuleiro Ludo Químico dos compostos orgânicos . . . . .	114
Figura 22 – Funções orgânicas do jogo Comprando compostos orgânicos . . . . .	114
Figura 23 – O jogo digital Xenubi - uma variação do SuperTrunfo <sup>®</sup> da tabela periódica . . . . .	115
Figura 24 – Tabuleiro do jogo digital Ludo Químico . . . . .	116

Figura 25 – Uma questão de Química retirada do jogo digital Ludo Químico . . . . .	116
Figura 26 – O jogo digital de Química <i>ChemOkey</i> , de Nusret Kavak . . . . .	117
Figura 27 – O jogo digital <i>Element Quiz Games</i> da empresa <i>Shepard Software</i> ® . . . . .	117
Figura 28 – O jogo digital <i>MahjongChem</i> , criado pelo departamento de Química da universidade de Stetson (EUA) . . . . .	118
Figura 29 – O jogo digital <i>Legends of Alkhimia</i> . . . . .	119
Figura 30 – Transposição Didática - Yves Chevallard . . . . .	124
Figura 31 – O que foi considerado na etapa de construção do jogo - dimensão lúdica	131
Figura 32 – O que foi considerado na etapa de construção do jogo - dimensão didático-pedagógica . . . . .	131
Figura 33 – Diagrama da pesquisa . . . . .	132
Figura 34 – Diagrama da pesquisa em ensino, segundo Moreira (2011). . . . .	133
Figura 35 – Personagens do jogo - Mr. Ratômico e amigos ('cobaias') . . . . .	141
Figura 36 – Cientista do laboratório de testes - <i>Sprites</i> (Animação). . . . .	142
Figura 37 – Cientista do laboratório de testes e NPCs que tentam capturar o personagem principal da história do jogo (Mr. Ratômico). . . . .	142
Figura 38 – Objetos presentes no jogo - (pistas, terminal de informações e outros.)	143
Figura 39 – Objetos presentes no jogo - (causam danos ao personagem principal)	143
Figura 40 – Detalhe do contador de vidas em uma fase do jogo . . . . .	144
Figura 41 – <i>Tiles</i> ou ladrilhos utilizados na construção dos ambientes do jogo . . . . .	144
Figura 42 – Ambiente construído por <i>tiles</i> . . . . .	145
Figura 43 – Edição de áudio com o <i>software Audacity</i> . . . . .	146
Figura 44 – Edição de Imagem com o <i>software Gimp</i> . . . . .	147
Figura 45 – Tópicos de Química por fase no jogo Mr. Ratômico. . . . .	149
Figura 46 – Fase 1 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	150
Figura 47 – Fase 2 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	152
Figura 48 – Fase 3 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	153
Figura 49 – Fase 4 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	155
Figura 50 – Fase 5 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	156
Figura 51 – Fase 6 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	157
Figura 52 – Fase 7 do jogo Mr. Ratômico . . . . .	157
Figura 53 – Charada da primeira etapa do jogo . . . . .	158
Figura 54 – Nível de escolaridade dos respondentes - questionário <i>jogadores</i> (Anexo A.1) . . . . .	176
Figura 55 – Frequência semanal, em horas, destinada aos jogos (respondentes Anexo A.1) . . . . .	176
Figura 56 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.1 . . . . .	177
Figura 57 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.2 . . . . .	182
Figura 58 – Já desenvolveu algum JDE ? . . . . .	183

Figura 59 – Há quanto tempo trabalha com jogos digitais ? . . . . .	183
Figura 60 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.3 . . . . .	184
Figura 61 – Os principais <b>erros</b> apontados pelos <i>game designers</i> na análise do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa. . . . .	185
Figura 62 – As principais <b>modificações</b> sugeridas pelos <i>game designers</i> na análise do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa. . . . .	186
Figura 63 – As principais <b>implementações</b> sugeridas pelos <i>game designers</i> na análise do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa. . . . .	187
Figura 64 – O que poderia ser <b>excluído</b> do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa. . . . .	188
Figura 65 – Questão - Há quanto tempo trabalha na área da educação ? . . . . .	189
Figura 66 – Questão - Já utilizou algum jogo em sala de aula ? . . . . .	190
Figura 67 – Questão - Já realizou algum curso ou treinamento para desenvolver atividades lúdicas em sala de aula ? . . . . .	190
Figura 68 – Questão - Com que frequência costuma jogar por semana ? . . . . .	191
Figura 69 – Gêneros dos jogos mais utilizados pelos professores pesquisados. . . . .	191
Figura 70 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.4 . . . . .	192
Figura 71 – Contribuições dos <b>professores</b> em relação a análise do jogo digital educativo Mr. Ratômico. . . . .	193
Figura 72 – Gráfico <i>BoxPlot</i> - Afirmações do Anexo A.1 e a distribuição dos dados (Média,Mediana,Q1,Q3) . . . . .	265
Figura 73 – Gráfico <i>BoxPlot</i> - Afirmações do Anexo A.2 e a distribuição dos dados (Média,Mediana,Q1,Q3) . . . . .	266
Figura 74 – Gráfico <i>BoxPlot</i> - Afirmações do Anexo A.3 e a distribuição dos dados (Média,Mediana,Q1,Q3) . . . . .	267
Figura 75 – Gráfico <i>BoxPlot</i> - Afirmações do Anexo A.4 e a distribuição dos dados (Média,Mediana,Q1,Q3) . . . . .	268

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Conceitos químicos apontados com maior frequência em relação à dificuldade dos alunos, pesquisados nos resumos dos artigos das revistas QNEsc e ERIC, conforme Tabelas 29 e 30 do Anexo C. . . . .	26
Tabela 2 – Jogos que envolvem os conceitos químicos <sup>(a)</sup> localizados nas revistas QNEsc e ERIC, respectivamente, conforme Tabelas 31, 32, 33, 34, 35 e 36, do Anexo C. . . . .	27
Tabela 3 – Percentual sobre o total de alunos que utilizam o computador ou <i>Internet</i> para jogar jogos educativos. . . . .	31
Tabela 4 – Comparando as definições de jogo segundo os referidos autores . . . . .	55
Tabela 5 – As possíveis relações entre o estado de <i>Flow</i> e os elementos dos jogos, segundo Cowley(2008). . . . .	74
Tabela 6 – A taxonomia dos <i>Serious Games</i> de Sawyer e Smith (2008). . . . .	86
Tabela 7 – As possíveis relações entre os elementos dos jogos digitais e algumas das considerações das ciências cognitivas, apontadas por Willingham (2011), como promotoras da melhoria do ambiente escolar. . . . .	99
Tabela 8 – Possíveis estímulos com o intuito de melhorar certas habilidades das inteligências múltiplas (de acordo com a faixa etária da criança) . . . . .	107
Tabela 9 – Viés quali-quantitativo desta pesquisa . . . . .	136
Tabela 10 – Estrutura editorial do projeto gráfico (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD. . . . .	163
Tabela 11 – Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD. . . . .	163
Tabela 12 – Legislação e Cidadania (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD. . . . .	164
Tabela 13 – Abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD. . . . .	165
Tabela 14 – Manual do professor (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD. . . . .	166
Tabela 15 – Os elementos didático-pedagógicos analisados no jogo (adaptados do PNLD 2012 Química e PCN). . . . .	167
Tabela 16 – Recorte do currículo de Química das escolas públicas estaduais do estado de São Paulo, juntamente com os tópicos de Química por fase no jogo Mr. Ratômico . . . . .	170

Tabela 17 – Localização dos pesquisados* (de ambas as populações analisadas nesta pesquisa, retirado da ferramenta <i>Google Analytics</i> que analisou o site < <a href="http://www.ratomico.com.br">http://www.ratomico.com.br</a> > no período indicado do teste piloto do jogo. . . . .	171
Tabela 18 – Tabelas com questões e sugestões dadas pelos respondentes da pesquisa, na categoria de ‘Jogadores’. . . . .	177
Tabela 19 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população ‘Jogadores’ jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das respostas dadas à questão: ‘Você encontrou algum erro no jogo ?’. . . . .	178
Tabela 20 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população ‘Jogadores’ jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das sugestões dadas: ‘Indique possíveis modificações para o jogo’. . . . .	179
Tabela 21 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população ‘Jogadores’ jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das respostas dadas à questão: ‘O que você acrescentaria ao jogo ?’. . . . .	180
Tabela 22 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população ‘Jogadores’ jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das sugestões dadas: ‘O que poderia ser excluído no jogo?’. . . . .	181
Tabela 23 – Sugestões dadas pelos ‘Professores’ para a melhoria do jogo Mr. Ratomico . . . . .	182
Tabela 24 – Resumo dos dados qualitativos - ‘ <i>Game Designers</i> ’ . . . . .	184
Tabela 25 – Questionário ‘Jogadores’ Anexo A.1 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central) . . . . .	196
Tabela 26 – Questionário ‘Professores’ Anexo A.2 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central) . . . . .	199
Tabela 27 – Questionário ‘ <i>Game Designers</i> ’ Anexo A.3 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central) . . . . .	200
Tabela 28 – Questionário ‘Professores’ Anexo A.4 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central) . . . . .	204
Tabela 29 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘dificuldades dos alunos’ e ‘conceitos químicos’. . . . .	256
Tabela 30 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca do portal <i>Institute of Education Sciences</i> (ERIC) pelas palavras-chave: ‘ <i>difficult of students</i> ’ e ‘ <i>chemistry concept</i> ’. . . . .	257
Tabela 31 – Os 26 artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘modelos atômicos’. . . . .	258
Tabela 32 – Os 26 artigos retornados na busca do portal <i>Institute of Education Sciences</i> (ERIC) pelas palavras-chave: ‘ <i>chemistry games</i> ’ e ‘ <i>atomic model</i> ’. . . . .	259

Tabela 33 – Os 27 artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘estrutura atômica’.	260
Tabela 34 – Os 27 artigos retornados na busca do portal <i>Institute of Education Sciences</i> (ERIC) pelas palavras-chave: ‘ <i>chemistry games</i> ’ e ‘ <i>atomic structure</i> ’.	261
Tabela 35 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘reações químicas’.	262
Tabela 36 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca do portal <i>Institute of Education Sciences</i> (ERIC) pelas palavras-chave: ‘ <i>chemistry games</i> ’ e ‘ <i>chemistry reaction</i> ’.	263



# Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application programming interface</i>
CGI.BR	Comitê Gestor da <i>Internet</i> no Brasil
DGBL	<i>Digital Game-Based Learning</i>
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
GBL	<i>Game-Based Learning</i>
GD	<i>Game Design</i>
IM	Inteligências Múltiplas
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
JDE	Jogos digitais educativos
JE	Jogos educativos
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
MD	Material didático
MEC	Ministério da Educação e Ciência
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
RPG	<i>Role Playing Game</i>
TD	Transposição didática
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

# Sumário

<b>Introdução</b>	<b>21</b>
Relevância do Estudo	29
Objetivos	32
Objetivo Geral	32
Objetivos Específicos	33
<b>I Preparação da pesquisa</b>	<b>34</b>
<b>1 Referenciais teóricos</b>	<b>35</b>
1.1 Os Jogos	35
1.1.1 Surgimento e história	36
1.1.2 Definições e Características	39
1.1.2.1 Abordagens clássicas e filosóficas	39
1.1.2.2 Abordagens contemporâneas	48
1.1.3 Uma comparação entre as características dos jogos, apresentadas pelos referenciais teóricos deste trabalho	55
1.1.4 O que entendemos por <i>jogo</i>	55
1.2 Os Jogos Digitais	57
1.2.1 O Início dos jogos eletrônicos	57
1.2.2 As especificidades dos jogos digitais (JD)	60
1.2.3 Uma maneira de classificá-los (Os gêneros dos JD)	62
1.2.4 Jogos digitais e a ‘ <i>gamic action</i> ’ de Alexandre Galloway	67
1.2.5 Jogadores - Quem são e como agem nos jogos	69
1.2.6 O estado de <i>Flow</i> aplicado ao <i>design</i> dos jogos digitais	72
1.3 <i>Game Design</i>	75
1.3.1 <i>Design</i>	75
1.3.2 <i>Game Design = Design + Game ?</i>	75
1.3.3 As habilidades necessárias para a construção dos jogos digitais	76
1.4 Os jogos e a aprendizagem	77
1.4.1 O que é Aprendizagem Baseada em Jogos ou GBL ( <i>Game-Based Learning</i> )?	77
1.4.2 <i>Gamification</i>	80
1.4.3 <i>Serious Games</i> ou Jogos Sérios !	83
1.4.4 <i>Educational Games</i> ou Jogos Educativos	85
1.4.5 As relações entre GBL, <i>Gamification</i> , <i>Serious Games</i> e <i>Educational Games</i> no contexto dos jogos e da aprendizagem	87

1.4.6	Por que usar os jogos digitais na Educação? . . . . .	89
1.4.6.1	Os princípios de aprendizagem presentes nos ‘bons’ jogos digitais . . . . .	90
1.4.6.2	Contribuições da ciência cognitiva: O possível uso dos jogos digitais como fator motivacional na aprendizagem de conteúdos escolares pelos alunos em sala de aula . . . . .	94
1.4.6.3	Jogos para o estímulo das inteligências múltiplas (IM) . . . . .	101
1.4.6.3.1	As bases da teoria das IM . . . . .	101
1.4.6.3.2	Jogos promotores de estímulos das IM - Exercitando o cérebro . . . . .	106
1.4.6.4	Como a questão do ERRO é vista nos jogos digitais e no ambiente escolar ? . . . . .	108
1.4.7	Onde mais os jogos digitais podem atuar ? . . . . .	111
1.5	A Química e os Jogos Digitais . . . . .	112
1.5.1	Jogos no Ensino de Química . . . . .	112
1.5.2	O Ensino de Química e o PCN - relações com utilização das novas tecnologias . . . . .	118
1.6	Transposição Didática . . . . .	120
1.6.1	Didática . . . . .	120
1.6.2	Origem e conceito da Transposição Didática . . . . .	122
1.6.3	A Transposição Didática e os <i>Softwares</i> Educativos . . . . .	125
1.6.4	A Transposição Didática e os Jogos Digitais . . . . .	127

## **II Materiais e Métodos 129**

### **2 Metodologia usada na Pesquisa . . . . . 130**

2.1	A Pesquisa em Ensino . . . . .	133
2.2	A concepção do nosso objeto de estudo: O jogo digital Mr. Ratômico . . . . .	136
2.2.1	O experimento proposto: Averiguação dos elementos lúdicos e didático-pedagógicos analisados neste trabalho a partir do jogo Mr. Ratômico	137
2.2.1.1	Etapas do processo de construção do jogo . . . . .	137
2.2.1.1.1	Roteiro e História . . . . .	137
2.2.1.1.2	Personagens, objetos, músicas e cenários . . . . .	141
2.2.1.1.3	Criação das fases - <i>Level Design</i> e objetivos didáticos do jogo . . . . .	148
2.2.2	As categorias de análise . . . . .	158
2.2.2.1	Origem: Elementos lúdicos . . . . .	159
2.2.2.1.1	Jogos tradicionais e digitais . . . . .	159
2.2.2.2	Origem: Elementos didático-pedagógicos . . . . .	161

2.2.2.2.1	Os critérios do PNLD 2012 usados na avaliação dos quesitos didático-pedagógicos dos livros didáticos da disciplina de Química do EM . . . . .	161
2.2.2.2.2	Os elementos didático-pedagógicos analisados no jogo (Adaptados do PNLD 2012 Química) . . . . .	166
2.2.3	Os sujeitos da pesquisa . . . . .	168
2.2.3.1	Professores de Química e Ciências do Ensino Médio . . . . .	168
2.2.3.2	<i>Game Designers</i> . . . . .	168
2.2.3.3	Jogadores . . . . .	168
2.2.4	As relações dos conteúdos de Química presente no jogo Mr. Ratômico com o currículo dessa disciplina nas escolas públicas estaduais do estado de SP . . . . .	168
2.3	O teste piloto do jogo Mr. Ratômico . . . . .	169
2.4	A avaliação do JD Mr. Ratômico pelos especialistas . . . . .	171
2.5	Metodologia usada na análise dos dados . . . . .	172
2.5.1	Viés Metodológico Quantitativo . . . . .	172
2.5.2	Viés Metodológico Qualitativo . . . . .	173

### **III Resultados e Discussões 174**

#### **3 Resultados Obtidos 175**

3.1	Pré-Avaliação do teste piloto do jogo Mr. Ratômico . . . . .	176
3.1.1	Jogadores . . . . .	176
3.1.2	Professores . . . . .	182
3.2	Avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas . . . . .	183
3.2.1	<i>Game Designers</i> . . . . .	183
3.2.2	Professores . . . . .	189
3.3	Comunicação dos resultados em revistas e encontros de educação . . . . .	194

#### **4 Discussões 195**

4.1	Em relação ao Teste Piloto do jogo Mr. Ratômico . . . . .	195
4.1.1	Jogadores . . . . .	195
4.1.2	Professores . . . . .	198
4.2	Em relação a avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas . . . . .	200
4.2.1	<i>Game Designers</i> . . . . .	200
4.2.2	Professores . . . . .	203
4.3	<i>Game design</i> para os jogos digitais educativos de Química . . . . .	205

#### **5 Considerações Finais 212**

5.1	Conclusão . . . . .	212
5.2	Possíveis contribuições desta pesquisa . . . . .	214
5.3	Perspectivas para novos estudos . . . . .	215

Referências . . . . .	216
<b>Apêndices</b>	<b>224</b>
APÊNDICE A <i>Concept Art</i> . . . . .	225
APÊNDICE B Roteiro do JD educativo - Mr. Ratômico . . . . .	232
<b>Anexos</b>	<b>243</b>
ANEXO A Questionários usados nesta pesquisa . . . . .	244
A.1 Questionário 01 - Destinado aos <b>Jogadores</b> (Teste Piloto) . . . . .	244
A.2 Questionário 02 - Destinado aos <b>Professores</b> (Teste Piloto) . . . . .	245
A.3 Questionário 03 - Destinado aos <i>Game Designers</i> . . . . .	248
A.4 Questionário 04 - Destinado aos <b>Professores</b> . . . . .	250
ANEXO B Termo de autorização da Pesquisa . . . . .	254
ANEXO C Tabelas - Artigos analisados para a escolha do tema usado no jogo Mr. Ratômico. . . . .	255
ANEXO D Dados Quantitativos - Gráficos - Distribuição dos dados (Média, Mediana,Q1,Q3) . . . . .	264
D.1 Em relação ao <i>teste piloto</i> - <b>Jogadores</b> - Figura 72 . . . . .	264
D.2 Em relação ao <i>teste piloto</i> - <b>Professores</b> - Figura 73 . . . . .	264
D.3 Respondentes - <i>Game Designers</i> - Figura 74 . . . . .	264
D.4 Respondentes - <b>Professores</b> - Figura 75 . . . . .	264
ANEXO E Dados Qualitativos . . . . .	269
E.1 Respondentes - <i>Game Designers</i> . . . . .	269
E.2 Respondentes - <b>Professores de Química e/ou Ciências</b> . . . . .	293

# Introdução

É bem provável que toda civilização tenha experienciado algum tipo de jogo ou atividade lúdica em sua existência. Seja através da guerra, nos rituais religiosos, na poesia e na música, descrito pelo filósofo Huizinga (2010) em seu livro *Homo Ludens*, ou através dos artefatos achados das antigas civilizações egípcia e mesopotâmica, com os jogos da família das mancalas<sup>2</sup> Senet e o de Ur (2500 a.C. a 3000 a.C), respectivamente; ao que parece, a civilização humana está sempre imbuída pelo jogo.

A palavra ‘lúdico’ deriva do termo latino *ludus*, e de acordo com o dicionário Perseus<sup>3</sup>, significa, literalmente, jogo ou diversão. Outra definição dicionarizada, vindo da universidade de Notre Dame<sup>4</sup>, complementa o termo lúdico do Perseus com o significado de algo ligado ao esporte, ao passatempo, ao entretenimento e à escola primária.

Huizinga (2010) entende que o domínio lúdico está relacionado com o jogo, o desafio, a competição, o risco e o perigo. De acordo com ele:

Quem poderia negar que todos estes conceitos - desafio, perigo, competição etc. - estão muito próximos do domínio lúdico? Jogo e perigo, risco, sorte, temeridade - em todos estes casos trata-se do mesmo campo de ação, em que alguma coisa está em ‘jogo’. (HUIZINGA, 2010, p. 05)

Para o autor, o jogo antecede até mesmo à cultura humana. A tese do seu mais famoso trabalho, *Homo Ludens*, dentre outras tessituras construídas em volta do tema (relações com a língua, os rituais, a guerra, entre outras), estabelece que a cultura humana deriva e nasce do jogo. Ele sugere que o jogo é condição primária (porém não suficiente) para a geração da cultura. Segundo ele, é natural percebermos isso até mesmo quando olhamos para os comportamentos lúdicos presente nos animais. Alguns animais brincam entre si, estabelecem regras próprias (por exemplo, a de não se morderem com força), e absorvem o significado dessa atividade (por exemplo, a preparação para atividades da vida animal, como a caça e a luta por territórios). A brincadeira por si só não pode ser confundida com o jogo, pois, apesar de estar vinculada ao comportamento lúdico, não possui regras explícitas e imutáveis, não sendo caracterizada como tal.

Na vida civilizada humana os registros mais antigos de jogos vieram do Egito e da Mesopotâmia. Segundo Soubeyrand (1996), achados desses períodos demonstram que essas civilizações utilizavam os jogos para os mais distintos fins. No Egito, o jogo Senet, jogado pelas classes mais altas dessa sociedade, representava ludicamente a passagem da

<sup>2</sup> De acordo com Bell (2012), é uma família de jogos de tabuleiro em que peças são movidas por entre ele, capturando peças adversárias, conforme regra do jogo.

<sup>3</sup> Dicionário de língua latina, *Perseus Digital Library Project* (CRANE, 2000)

<sup>4</sup> Dicionário de língua latina, *Latin Dictionary and Grammar Aid* (CAWLEY, 1999)

vida humana para a vida eterna. A própria palavra egípcia Senet significa passagem. Já na antiga Mesopotâmia, foi encontrado um outro jogo, chamado de ‘jogo real de Ur’, que também era praticado por membros da elite da sociedade e tinham a finalidade de entreter as classes mais nobres. Ambos eram jogos de tabuleiro, construídos de madeira e as peças que os compunham eram de ossos ou outros materiais como pedras e resinas. Esses jogos compartilhavam certas características: possuíam regras, eram representativos, tinham objetivos, eram jogados em locais específicos (sob o tabuleiro), instigavam o raciocínio e entreteriam os jogadores.

Apesar de parecer trivial o conceito de **Jogo**, percebemos que esta palavra é difícil de ser definida. Para o escritor e estudioso em jogos David Parlett (1999), este termo é muito ‘escorregadio’. O que se percebe é que, quando tentamos defini-lo, logo encontramos contraexemplos que dificultam a unicidade de uma definição. Segundo Parlett, qualquer tentativa de se definir a palavra jogo é um esforço tolo e desnecessário.

Se defini-lo é forçosamente desgastante, ao menos conseguimos mapear algumas das características desta atividade. Nessa tentativa, realizamos neste trabalho uma revisão bibliográfica a respeito do que é jogo, segundo definições clássicas (vinda de filósofos ou historiadores) e também com definições de autores contemporâneos (que estudam, criam e desenvolvem jogos que usam as mídias digitais). Da mesma forma que percebemos algumas características dos antigos jogos Senet e Ur, os autores pesquisados discutiram sobre os possíveis significados da palavra jogo, caracterizando-a. Sob essas definições, pudemos mapear várias características dos jogos e, no final, traçamos o nosso próprio significado para o que concebemos ser jogo.

Uma outra área que adentraremos neste trabalho é a do **Ensino**, mais especificamente o do ensino baseado em jogos<sup>5</sup>. Muitos autores como James Paul Gee (2007, 2005, 2004) e Mark Prensky (2001, 2010) são partidários da utilização dos jogos para o ensino, mas não apenas isso. Eles também defendem um ensino mais parecido com os jogos, algo que Jane McGonigal (2011), Kevin Werbach (2012) e Jesse Schell (2008) também concordam. Nessa tentativa de tornar o ensino mais parecido com um jogo, encontramos na literatura com frequência o termo *Gamification*<sup>6</sup>. *Gamification* é a tentativa de utilizar o pensamento do *Game Design* para atividades que não são jogos. Segundo Gee (2005), em muitos aspectos, o ensino é parecido com os jogos, possuindo desafios, regras e fases. No entanto, apesar das semelhanças, ele está muito longe de motivar os estudantes da mesma forma que os jogos o fazem. Desse modo, *Gamification* no ensino é uma tentativa de transformá-lo através dos elementos dos jogos, para que este possa se tornar mais divertido, atraente e motivador para os estudantes.

<sup>5</sup> Da língua inglesa, *Game-Based Learning*

<sup>6</sup> O termo *gamification* é frequentemente utilizado em diversas áreas, como a arte, o design, a saúde e a educação (LEE; HAMMER, 2011)

Utilizar jogos no ensino tem muito a ver com a motivação, mas não se resume a isso. De acordo com Juan Ignacio Pozo (2002), o problema da evasão escolar está muito relacionado à questão da motivação do estudante ou à falta dela. A desmotivação dos alunos em relação à escola causa graves problemas de repetência e evasão escolar. De acordo com o autor:

Normalmente, não é que não estejam motivados, que não se movam em absoluto, mas sim que se mova para coisas diferentes e em direções diferentes das que pretendem seus professores. (POZO, 2002, p. 139)

Mas o que significa motivação ?

Em 1943, Abraham Maslow (1943) publica o artigo ‘A teoria da motivação humana’<sup>7</sup> na revista *Psychological Review*, em que discorre sobre sua teoria embasada no campo da Psicologia, tentando responder a essa questão. Segundo ele, o ser humano possui necessidades qualificáveis e ordenáveis segundo graus de necessidades, o que ficou conhecido como a pirâmide de necessidades de Maslow. Na base da pirâmide temos as maiores necessidades humanas, como respirar, comer, beber água, dormir, entre outras coisas. No topo, temos a necessidade da autorrealização, como a criatividade, a moralidade e as resoluções de problemas.

Sua teoria descreve dois estados de motivação: a extrínseca e a intrínseca. A motivação extrínseca tem sua origem em fatores externos ao indivíduo. Receber uma recompensa material é um bom exemplo de motivação extrínseca. Esse tipo de motivação é inconstante, já que é dependente de fatores externos. Ela é mantida até o ponto em que o indivíduo está sendo satisfeito ou recompensado. A tarefa que porventura um indivíduo possa estar executando (sem sua vontade própria) pode ser estimulada pela recompensa, que o faz permanecer na execução dela. Isso é o que acontece, por exemplo, quando uma mãe oferece um objeto de desejo para que o filho tire boas notas na escola. Já a motivação intrínseca tem origem em fatores internos ao indivíduo e está ligada aos seus interesses e gostos. Não há a necessidade de existir recompensas externas, visto que a prática de uma certa atividade é do interesse do indivíduo que a executa. Esse tipo de motivação, ao contrário da extrínseca, é constante, pois deixa de representar uma obrigação. A motivação intrínseca está relacionado com a felicidade e com a realização pessoal de cada indivíduo.

Mas a utilização dos jogos vai além da promoção da simples motivação. Segundo a educadora Filomena Moita(2007), os jogos podem atuar na produção de saberes e, também, no desenvolvimento de habilidades cognitivas que refletem na capacidade dos jogadores para solucionar problemas, (re)significar valores, atitudes e comportamentos com base na interação entre jogadores e os jogos. De acordo com Prensky (2001), as razões pelas quais os jogos digitais são tão envolventes para muitas pessoas, é pelo fato

<sup>7</sup> Do original da língua inglesa, *A theory of human motivation*



de que eles proporcionam, além da motivação, também a aprendizagem, a criatividade, a satisfação, o prazer, o envolvimento intenso e passional, a estrutura, a sensação de que algo tem que ser feito, o fluxo, a gratificação para o ego, a adrenalina, a interação com grupos sociais e as emoções.

Em meio a esse mundo dos jogos digitais, a tecnologia se faz presente. O que percebemos em muitos levantamentos, como o do CETIC.BR<sup>8</sup>, é que um grande número de estudantes estão acostumados com o uso delas. *Smartphones*, computadores, *tablets*, *notebooks* e *consoles* portáteis de videogames estão presentes no cotidiano da maioria dos jovens. No entanto, essas tecnologias ainda não estão tão presentes no cotidiano escolar. Segundo a pesquisa TIC Educação 2012<sup>9</sup> feita pelo CETIC.BR(2012), uma subdivisão do CGI.BR<sup>10</sup>, aponta que os alunos estão mais propensos a realizar atividades como lições, jogar jogos educativos, realizar pesquisas escolares ou atividades em grupo fora do ambiente escolar, ou seja, em suas casas.

O uso de jogos digitais educativos também é apontado nessa pesquisa<sup>11</sup> como sendo uma das atividades mais presentes nos lares dos alunos, sendo que 60% dos entrevistados dizem jogar em casa contra 24% que afirmam jogar jogos digitais educativos nas escolas. A outra parcela, ou seja, cerca de 27% afirmam jogar esses jogos em outros locais, como em *lan houses* ou locais públicos de acesso à *Internet*, como bibliotecas ou outras repartições.

Entretanto, desenvolver jogos digitais<sup>12</sup> não é uma tarefa tão simples quanto pensávamos inicialmente. Ela envolve conhecimentos da psicologia, da engenharia, da comunicação e de muitas outras áreas. A área responsável por construir jogos, sejam eles digitais ou não, é a do **Game Design**. De acordo com Schell (2008), o *game designer*<sup>13</sup> precisa preferencialmente possuir diversas competências como, por exemplo, da área da animação, da antropologia, da arquitetura, dos negócios, das comunicações, da redação, de história, da engenharia, entre outras por ele citado. Conseqüentemente, jogos com finalidades educativas tornam-se um desafio ainda maior para esse profissional. A integração entre o lúdico e o ensino não é tão fácil de se estabelecer.

Muitos trabalhos já foram desenvolvidos com a intenção de aliar o lúdico ao ensino de Química. Temos, por exemplo, o jogo Ludo Químico - de Zanon *et al* (2008), que tem como objetivo o ensino da nomenclatura dos compostos orgânicos, favorecendo assim a aprendizagem da linguagem simbólica da Química. Há, também, o Super Trunfo de Química - de Godói *et al* (2010), que é um jogo usado para auxiliar os estudantes na

<sup>8</sup> Centro de estudos sobre as tecnologias da informação e da comunicação

<sup>9</sup> Pesquisa sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras.

<sup>10</sup> Comitê Gestor da Internet no Brasil.

<sup>11</sup> Respostas múltiplas e estimuladas. Daí a soma dos valores em porcentagem serem superiores a 100%.

<sup>12</sup> Neste trabalho utilizamos o termo jogos digitais como sendo sinônimos para os termos jogos eletrônicos, games e videogames. Entendemos que todas essas definições possuem o elemento digital na sua concepção.

<sup>13</sup> É a pessoa responsável por criar jogos, usando a área do *Game Design*.

tarefa da memorização dos nomes e símbolos dos elementos químicos; entre outros, como descrito por Lima (2011) e Soares (2008), que também aliam a diversão dos jogos ao ensino de conceitos escolares da área de Química. Entretanto, todos esses jogos não estão disponíveis na forma digital e, o que percebemos na literatura, é que poucos jogos digitais educativos<sup>14</sup> em língua portuguesa estão disponíveis para *download* na *Internet*.

A **Química** é outro grande campo de conhecimento utilizado neste trabalho, uma vez que ele contempla a criação de um jogo digital educativo que trabalha um conteúdo dessa disciplina. Este jogo (chamado Mr. Ratômico) será utilizado na averiguação dos elementos pesquisados neste trabalho. Algumas variáveis referente ao *Game Design* serão testadas como, por exemplo, a jogabilidade, a aleatoriedade, os desafios, entre outras elencadas segundo critérios definidos ao longo da pesquisa.

O jogo aborda um tema escolar de Química, escolhido segundo dois critérios: a) dificuldade encontrada pelos alunos em entender algum conceito ou tema da Química; b) falta de jogos (digitais ou não) que tratam deste tema ou conceito, previamente escolhido de acordo com o resultado em (a). Para isso, procuramos trabalhos na literatura que relatassem problemas encontrados por alunos em entender certos conceitos químicos e se já haviam jogos digitais construídos para auxiliá-los no entendimento destes.

Entendemos que este levantamento<sup>15</sup>, realizado para a escolha do tema trabalhado no jogo, pode não refletir a real situação sobre a dificuldade dos alunos (sejam eles brasileiros ou estrangeiros) em relação aos conceitos químicos estudados nas escolas. Uma pesquisa desse tipo demandaria tempo e seria pertinente para trabalhos futuros, em que os temas e conceitos químicos, cogitados na construção de jogos digitais, pudessem ser escolhidos segundo às dificuldades encontradas pelos alunos e também pela disponibilidade de jogos digitais que tratam os referidos conceitos. Uma vez que a escolha do tema não é o enfoque deste trabalho, utilizamos estes critérios apenas para nos guiar na escolha de um assunto a ser abordado no jogo.

Para testar (a), pesquisamos nos resumos dos artigos sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos em aprender certos conceitos químicos em dois periódicos especializados na área do ensino de Química: a Revistas Química Nova na Escola (QNEsc)<sup>16</sup> e o portal *Institute of Education Sciences* (ERIC)<sup>17</sup>, conforme Tabela 1.

Pela revista QNEsc, fora pesquisada as seguintes palavras-chave: dificuldade dos alunos e conceitos químicos, o que nos retornou um total inicial de 40 artigos (Anexo C - Tabela 29), dos quais 28 foram cogitados para participarem do levantamento, pois se adequavam melhor às palavras-chave. No portal ERIC, respectivamente, utilizou-se

<sup>14</sup> De modo geral, jogos para *PC*, celulares, *tablets* e *browser games*.

<sup>15</sup> Realizado entre janeiro e março de 2014.

<sup>16</sup> Revista Química Nova na Escola <<http://qnesc.sbq.org.br/>>

<sup>17</sup> Institute of Education Sciences <<http://eric.ed.gov/>>

Conceitos*	Revistas		$\Sigma$	%
	QNEsc**	ERIC***		
Solubilidade	2	1	3	
Miscibilidade	1	0	1	
Ligações Químicas	3	1	4	
► Modelos Atômicos	7	2	9	11.25 %
Química Inorgânica	1	0	1	
Química Orgânica	0	5	5	
Transformações Químicas	3	0	3	
Equilíbrio Químico	5	1	6	
► Estrutura Atômica	3	4	7	8.75 %
Eletroquímica	2	0	2	
Óxido-redução	2	0	2	
pH	2	1	3	
Mistura e Substância	3	0	3	
Cinética Química	1	0	1	
Termodinâmica	1	3	4	
Tabela Periódica	2	0	2	
Ácidos / Bases	2	1	3	
Ionização	1	0	1	
► Reações Químicas	5	2	7	8.75 %
Gases	1	1	2	
Estequiometria	1	0	1	
Química Verde	0	5	5	
Nanotecnologia	0	1	1	
Espectroscopia	0	1	1	
Mecânica Quântica	0	1	1	
Conceito de Mol	0	1	1	
Cromatografia	0	1	1	
<i>Total de conceitos</i>	48 (60%)	32 (40%)	80 (100%)	

\* Retirados dos resumos dos artigos usados neste levantamento, conforme Tabelas 29 e 30.

\*\* Do total de 40 resultados obtidos na busca, 28 foram utilizados.

\*\*\* Do total de 40 resultados obtidos na busca, 20 foram utilizados.

Tabela 1 – Conceitos químicos apontados com maior frequência em relação à dificuldade dos alunos, pesquisados nos resumos dos artigos das revistas QNEsc e ERIC, conforme Tabelas 29 e 30 do Anexo C.

Fonte: Autor

conjuntamente as mesmas palavras-chave, porém na língua inglesa: ‘*difficult of students*’ e ‘*chemistry concept*’. De 40 artigos localizados (Anexo C - Tabela 30) na pesquisa, 20 foram escolhidos por se adequarem melhor aos termos usados na busca.

Para testar (b), pesquisamos nos resumos dos artigos relacionados ao ensino de Química mediado pelos jogos também nas Revistas Química Nova na Escola e no portal *Institute of Education Sciences* - ERIC.

As palavras-chave utilizadas na pesquisa da revista QNEsc: jogos de Química e os conceitos mais relatados em (a), com maior dificuldade encontrada pelos alunos. Para o portal ERIC, utilizamos conjuntamente as mesmas palavras-chave, porém na língua inglesa: *chemistry game* e o conceito relatado em (a), como demonstrado na Tabela 2. Obtivemos os dados preliminares a partir do registro dos primeiros 40 resultados da busca, em ambos locais de pesquisa. Em alguns casos não obtivemos o número mínimo de resultados proposto na revista QNEsc. Nesses casos, realizamos a busca, em igual número, na outra revista (ERIC) para manter os números iguais em ambos locais.

	QNEsc	ERIC	$\Sigma$
<b>Conceito associado as palavras-chave*</b>			
► Modelos atômicos / Atomic Models	1	2	3
Estrutura atômica / Atomic Structure	4	3	7
Reações químicas / Chemistry reactions	$\geq 4$	-	$\geq 4$

Fonte : Autor

\* Jogos de Química / Chemistry games.

Tabela 2 – Jogos que envolvem os conceitos químicos<sup>(a)</sup> localizados nas revistas QNEsc e ERIC, respectivamente, conforme Tabelas 31, 32, 33, 34, 35 e 36, do Anexo C.

Percebemos, pelos dados obtidos neste levantamento, que poucos jogos digitais foram desenvolvidos abordando o tema dos ‘Modelos Atômicos’. É uma surpresa, visto que este assunto geralmente é abordado já no primeiro ano do ensino médio. Este tema está presente no currículo do EM, segundo o PCN de Ciências - Química (BRASIL; SEMTEC, 1999) e, frequentemente ainda gera dúvidas conceituais para os educandos. Reforçar os conceitos basilares da Química é fundamental para que o aluno consiga progredir em outros conceitos químicos, atrelados ao conceito de átomo, vistos ao longo de todo o ensino médio. Oportunizar a aprendizagem desse assunto por meio da construção de um jogo digital educativo é mais uma oportunidade para este trabalho, mesmo que seja sob um olhar reducionista, advindo da análise dos dados gerados a partir da visão de professores de Química e *game designers*.

Sendo assim, nesta pesquisa reunimos estudos de três grandes áreas : a) O ensino - através da Aprendizagem Baseada em Jogos; b) Os jogos - utilizando os conceitos e elementos do *Game Design* e *Gamification* ; e por último , c) A Química - através do ensino de conceitos químicos referentes aos modelos atômicos; O estudo do PCN e do PNLD de

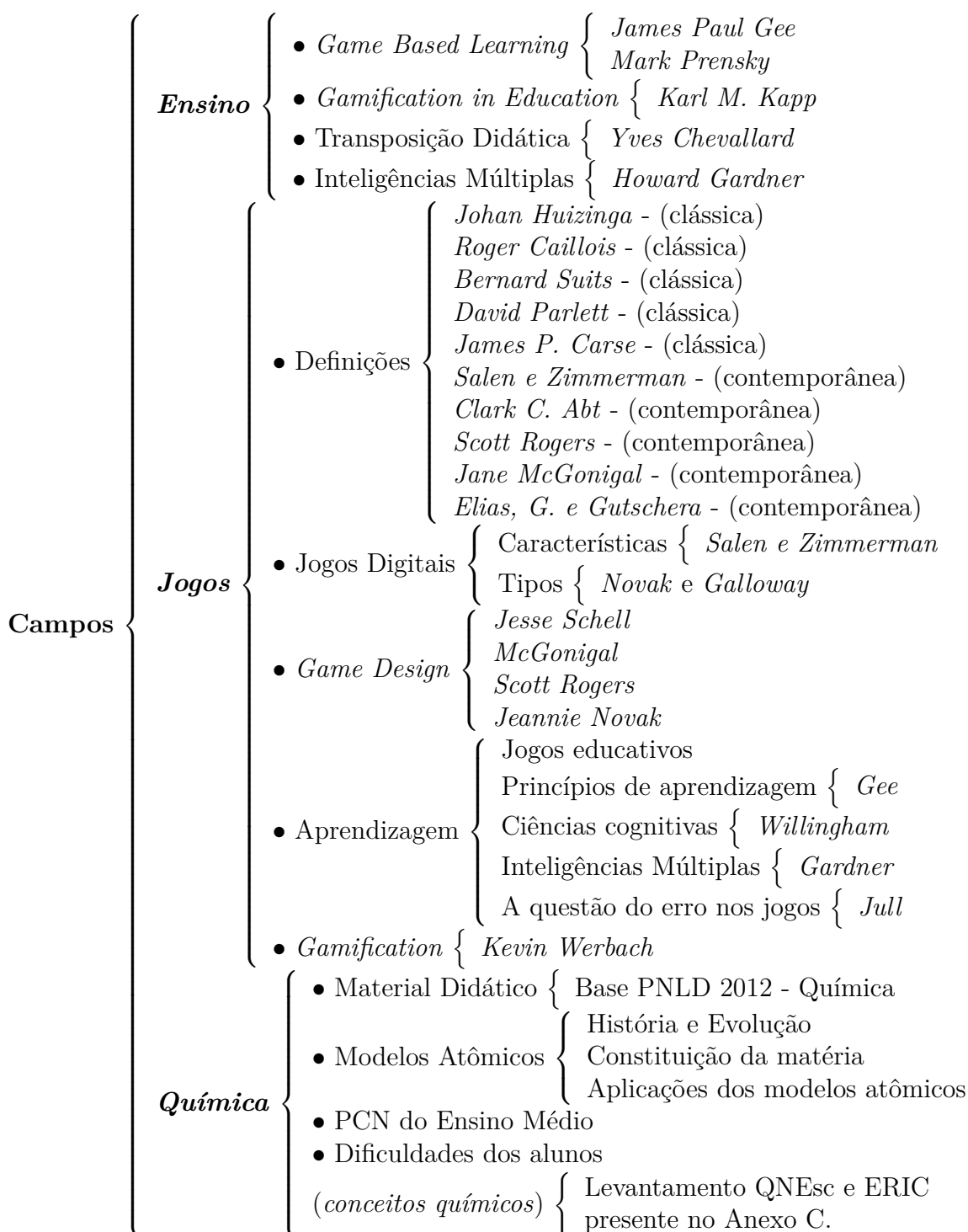


Figura 1 – Os três grandes campos de conhecimento utilizados neste trabalho, juntamente com alguns dos autores utilizados neste estudo

Química. Resumimos na Figura 1 esses três grandes campos de estudo utilizados nesta pesquisa, em conjunto com alguns dos principais autores e teorias utilizadas. Nesta figura também destacamos alguns pontos utilizados neste trabalho. Por exemplo, em relação ao Ensino, por estarmos trabalhando com a utilização de um jogo educativo, faz-se necessário utilizar uma teoria que explique como se dá essa transposição dos conhecimentos escolares para o jogo digital. A teoria abordada neste trabalho é a da transposição didática, de Yves Chevallard (1991). Falamos também sobre o favorecimento do potencial cognitivo que os jogos propiciam aos jogadores. Howard Gardner (1995), da área da psicologia, nos fornece a teoria das inteligências múltiplas e, com ela, tentamos entender como os jogos podem ser usados para ampliar uma inteligência, característica averiguada em sua teoria.

No intuito de responder nossa questão de pesquisa e também confirmar (ou refutar) nossas hipóteses, a criação do jogo digital Mr. Ratômico se faz necessária. Pretende-se, a partir desse jogo (nosso objeto de estudo), entender a importância dos aspectos do *Game Design*<sup>18</sup> no processo de construção de jogos digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências e, em um trabalho futuro, quais seus efeitos no Ensino. A partir dele, estudaremos alguns conceitos do *game design* (elencados pelo levantamento teórico da pesquisa) e também alguns elementos didático-pedagógicos (definidos previamente com o auxílio do PNLD de Química), conforme veremos ao longo deste trabalho.

## Relevância do Estudo

Segundo Knuppe (2006), o grande desafio do professor do ensino fundamental (EF) e médio (EM), hoje em dia nas escolas, está sendo em como manter o foco do aluno nos conteúdos escolares e nas aulas presenciais. Competir com um mundo tecnológico acaba sendo 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 o são, como percebemos na pesquisa feita pelo CETIC.BR (2012).

Os nativos digitais, termo cunhado por Mark Prensky (2001), são as pessoas nascidas na época em que a tecnologia e os computadores são mais acessíveis. Segundo ele, o maior problema na educação atualmente está sendo a questão da não fluência dos educadores<sup>19</sup> em tecnologias digitais, considerados neste caso como os ‘Imigrantes Digitais’ (PRENSKY, 2001) nessas novas tecnologias da informação. O próprio autor, no artigo - ‘Nativos Digitais, Imigrantes Digitais’<sup>20</sup>, comenta sobre a questão de como os educadores estão tentando se comunicar com os alunos, como vemos em uma passagem de seu

<sup>18</sup> Os escolhidos neste trabalho.

<sup>19</sup> Se utilizarmos os indicadores da pesquisa CETIC.BR (2012) - Professores <<http://cetic.br/tics/educacao/2012/professores/A12/>> como parâmetro, verificamos que grande parte dos pesquisados não tiveram na graduação disciplinas que integraram o uso dos computadores e da *Internet*, com a perspectiva de serem utilizados como ferramenta para o Ensino.

<sup>20</sup> Do original da língua inglesa, *Digital Natives, Digital Immigrants*

artigo:

Mas isso não é apenas uma brincadeira. É muito sério, porque o maior problema que enfrenta a educação hoje é que os nossos instrutores dos imigrantes digitais, que falam uma linguagem ultrapassada (o da era pré-digital), estão lutando para ensinar uma população que fala uma linguagem inteiramente nova (PRENSKY, 2001, p. 02).<sup>21</sup>

Dentre as tecnologias, temos os jogos digitais, que despertam um grande fascínio nos seres humanos, em especial nos jovens estudantes (ALBORNOS, 2009). Esta afirmação fica evidente quando analisamos os dados da pesquisa feita pela pesquisadora Jane McGonigal (2011), no qual constatou que o número de horas gastas pelos jogadores no mundo acaba sendo, por semana, superior a 3 bilhões<sup>22</sup>. Acredita-se que esse tempo passado jogando criou uma geração de jogadores que tem sua vida permeada por esse hábito e que o melhor caminho para atingir essa nova geração, inclusive para a educação, é fazer o uso dos jogos digitais (MCGONIGAL, 2011).

Também constatamos, a partir dos dados da pesquisa realizada pelo CETIC.BR(2012), que os jogos digitais educativos estão presentes nas escolas mas, mesmo assim, eles são mais utilizados fora desse contexto (Tabela 3), ou seja, em casa. Desta forma, é relevante estudar os jogos digitais, já que essa mídia está muito presente na vida dos jovens.

Os jogos digitais educativos são vistos por muitos pesquisadores não apenas como material usado na motivação dos estudantes, mas sim como promotores de aprendizagem. Um desses pesquisadores é James Paul Gee, cujo interesse em estudar a ‘Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais’ ocorreu quando observava o comportamento do seu filho mais novo jogando jogos eletrônicos. Segundo ele, seu filho estava totalmente imerso no ambiente do jogo. Para Gee, pertencente a uma geração que não teve contato com essa tecnologia, fora difícil entender esse processo no qual o jogo, que demandava muito tempo, muita concentração, que emergia o jogador para aquele ambiente, que possuía um grande grau de dificuldade, e, mesmo assim, atraía seu filho mais novo, colocando-o em um estado de motivação e êxtase no momento do jogar. Surgia aí o seu interesse em estudar os jogos digitais com a perspectiva de serem utilizados para fins educativos.

Gee atualmente faz parte de uma conferência acadêmica chamada *The Games Learning Society*, que é um encontro anual de pesquisadores acadêmicos, desenvolvedores de jogos digitais, líderes do governo e da indústria em Madison, Wisconsin (EUA); com o intuito de discutir a importância social da cultura dos jogos. Esses pesquisadores examinam como os jogos podem ser utilizados para transformar a maneira como as pessoas

<sup>21</sup> Do original da língua inglesa, *But this is not just a joke. It's very serious, because the single biggest problem facing education today is that our Digital Immigrant instructors, who speak an outdated language (that of the pre-digital age), are struggling to teach a population that speaks an entirely new language.*

<sup>22</sup> <<http://www.knewton.com/gamification-education/>>

Percentual (%)		Jogar jogos educativos <sup>2</sup>		
		<i>Escola</i>	<i>Casa</i>	<i>Outro local</i>
<i>Total</i>		24	60	27
Sexo	Feminino	27	61	26
	Masculino	22	60	28
Região	Norte / Centro-Oeste	34	50	24
	Nordeste	22	47	41
	Sudeste	17	73	21
	Sul	44	58	17
Dependência Adm.	Pública Municipal	33	45	35
	Pública Estadual	20	63	27
	Total – Públicas	25	55	30
	Particular	19	84	10
Série	4 <sup>a</sup> série / 5 <sup>o</sup> ano do EF	32	52	31
	8 <sup>a</sup> série / 9 <sup>o</sup> ano do EF	19	64	26
	2 <sup>o</sup> ano do EM	18	72	19

Fonte: CETIC.BR Educação<sup>3</sup> - Centro de estudos sobre as tecnologias da informação e da Comunicação 2012<sup>1</sup>, p. 476.

<sup>1</sup> Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.

<sup>2</sup> Base: 4620 alunos que já utilizaram o computador ou *Internet* para jogar jogos educativos. Respostas múltiplas e estimuladas.

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.cetic.br/tics/educacao/2012/alunos/E2/expandido>

Tabela 3 – Percentual sobre o total de alunos que utilizam o computador ou *Internet* para jogar jogos educativos.

aprendem e quais as implicações que o conhecimento tem para a sociedade. Percebemos que muitos pesquisadores já estão se preocupando com os rumos da educação na qual os jogos eletrônicos fazem parte. Já percebemos uma movimentação acelerada de trabalhos que envolvem a utilização de jogos eletrônicos no Ensino, mas, no entanto, pouco sabemos sobre quais dimensões considerar no seu processo de criação.

Pesquisas como as de Santana (2008) e McGonigal (2011) mostram o crescimento dos jogos digitais na sociedade. A pesquisadora em jogos digitais e *game designer* Jane McGonigal (2011) aponta em seu trabalho alguns dados referentes à utilização dos jogos na sociedade norte americana. Segundo ela, dados do ESA(2012)<sup>23</sup>, nos EUA, mostram que o mercado de jogos é muito diversificado. Alguns pontos merecem ser destacados, como indica a pesquisa a seguir:

- 69% dos chefes de família dedicam-se regularmente aos jogos digitais;
- 97% dos jovens dedicam-se aos jogos de computador ou *consoles*;
- 40% dos jogadores são do sexo feminino;
- 25% dos jogadores têm mais de 50 anos de idade;

<sup>23</sup> Acrônimo do original da língua inglesa, *Entertainment Software Association*



- O jogador médio tem 35 anos de idade e joga há mais de 10 anos;
- A maioria dos jogadores espera continuar jogando até o resto de suas vidas.

McGonigal aponta que, além dos jovens, outras faixas etárias estão experienciando os jogos. Em média, os jogadores têm 35 anos de idade e 25% destes possuem mais de 50 anos. Os jogadores com 35 anos nasceram provavelmente no período áureo dos *arcades* e *consoles* (década de 70). Possivelmente essa população, de alguma forma, entrou em contato com os jogos digitais e, segundo a pesquisadora, esperam continuar jogando até o resto de suas vidas.

Portanto é importante e relevante investigar os jogos digitais para que possamos compreender como os mesmos se inserem no contexto do Ensino e da Aprendizagem, sejam eles sobre conteúdos escolares de Química, Ciências ou de outras disciplinas também presentes no EF e EM.

## Objetivos

### Objetivo Geral

Pretende-se neste trabalho responder a seguinte **questão de pesquisa** : “*Como se dá o processo do Game Design para a criação de jogos digitais utilizados no ensino de Química e Ciências ?*”. Para nos auxiliar nessa tarefa, foi desenvolvido um jogo digital abordando um tema da Química, presente no currículo do EM das escolas públicas estaduais, que dá enfoque em duas dimensões: a lúdica e a didático-pedagógica (educativa).

Os elementos pesquisados da dimensão lúdica foram retirados das definições de jogo, obtidas do estudo teórico deste trabalho. Já os aspectos ligados aos elementos didático-pedagógicos, foram obtidos da adaptação dos elementos considerados na avaliação do livro didático de Química pelo programa de avaliação do livro didático - PNL D, do ano de 2012. O PNL D fornece alguns parâmetros aos professores da rede pública no processo de escolha dos livros didáticos. Esses parâmetros foram adaptados para que fosse possível analisar a dimensão didático-pedagógica do jogo digital educativo, criado para esta pesquisa.

Diante desse cenário, este trabalho nos fez formular três **hipóteses**:

- a) Os elementos do *Game Design*, elencados e utilizados no jogo Mr. Ratômico, serão identificados pelos participantes da pesquisa;
- b) As variáveis, presentes em nossas categorias de análise, devem ser consideradas para a construção dos jogos digitais, com finalidades educativas;

- c) Outras considerações (do campo lúdico e do didático-pedagógico), que não foram elencadas nesta pesquisa, surgirão nas falas de ambas as populações estudadas, a partir dos dados dos questionários.

Como objetivos específicos; que nos auxiliará na verificação das hipóteses e, consequentemente, responder nossa questão de pesquisa, temos os seguintes momentos:

### Objetivos Específicos

- a) Construção do jogo digital educativo Mr. Ratômico para a análise dos elementos pesquisados (presentes na dimensão lúdica e educativa);
- b) Avaliação dos elementos selecionados para o jogo, segundo uma metodologia apropriada, no intuito de verificar-se o grau de importância destes para o processo de construção do jogo e suas implicações;
- c) Avaliação da percepção dos pesquisados em relação aos conteúdos e as formas que estes foram apresentados no jogo.

# Parte I

## Preparação da pesquisa

# 1 Referenciais teóricos

Neste capítulo, introduziremos um assunto chave que é o da Aprendizagem Baseada em Jogos. Definiremos alguns termos importantes como *Gamification*, *Serious Games*, *Educational Games*, dentre outros, encontrados com frequência na literatura especializada em jogos e aprendizagem. Nessa etapa abordaremos também os Jogos Educativos e suas funções no Ensino. Encontramos nesse momento a teoria de James Paul Gee (2005) e os bons princípios de aprendizagem que os bons<sup>1</sup> jogos incorporam. Trabalhamos a questão das contribuições da ciência cognitiva na motivação dos alunos e como os jogos podem influenciar esse comportamento. Abordamos a questão do erro, visto no jogo como algo positivo e oportunidade de aprendizagem, como descreve Jesper Juul (2013). Estudamos também os jogos como estimulador das Múltiplas Inteligências, descrito na teoria do psicólogo Howard Gardner (1995), e as perspectivas destes serem aproveitados no Ensino.

Do ponto de vista educacional, estudaremos a utilização dos jogos digitais no ensino de Química, suas relações com o currículo, previsto no PCN de Ciências, e destacaremos alguns trabalhos que descreveram a utilização de jogos digitais no ensino de Química e a dificuldade de encontrarmos esses tipos de jogos na língua portuguesa. Também estudaremos a Transposição Didática, teoria do professor Yves Chevallard (1991), que surgiu nas didáticas do ensino de Matemática e hoje está presente em vários outros campos.

Procura-se neste capítulo preparatório da pesquisa abordar três pontos chave: a construção de jogos (*Game Design*), a aprendizagem baseada em jogos digitais (*Game Based Learning*) e, por último, a Química (os seus conteúdos transpostos didaticamente - transposição didática de Yves Chevallard). Estes campos formam o nosso tripé de estudo e é a partir dele que trabalharemos a questão de pesquisa e as hipóteses levantadas nesta pesquisa.

## 1.1 Os Jogos

Com o intuito de entender o que são os jogos, como eles funcionam, porque eles nos encantam e como eles podem ajudar a mudar as vidas dos alunos, em ambientes formais ou não de ensino, iniciamos nossa pesquisa com a definição da palavra jogo.

O que é um jogo ?

Cada cultura, conseqüentemente cada língua, define a palavra jogo através da aglutinação de termos ou por associações de outras palavras, não tendo uma especificidade

---

<sup>1</sup> De acordo com Gee (2003,2004), pesquisas das ciências cognitivas identificaram que os ‘bons jogos’ apresentam princípios de aprendizagem.

para a sua definição. Um exemplo da complexidade da língua, segundo Huizinga (2010), é a palavra *fun*. Por não ser específica, ela pode induzir nossa compreensão ao se traduzir para nossa língua portuguesa, que pode ser entendida neste caso como ‘diversão’ ou ‘brincadeira’, dependendo do contexto. Dependendo deste contexto, a utilização de um termo pode não expressar a definição pretendida. Nesse sentido, revela-se a dificuldade de tradução, especialmente quando tratamos da palavra jogo.

Muitos filósofos e historiadores também tentaram definir o que são jogos. Por exemplo, Bernard Suits (1967) acreditava que um jogo é uma tentativa voluntária de superar obstáculos desnecessários. Uma definição contemporânea, porém simplista e pouco acadêmica para a palavra jogo é dada por Scott Rogers (2012). Para ele, o jogo é uma atividade que precisa ter no mínimo um jogador, regras, e deve possuir uma condição de vitória e objetivo claro<sup>2</sup>. Essa definição é compartilhada em parte por contemporâneos criadores de jogos, que utilizam o meio digital para incutir o seu *design*.

Sendo assim, abordamos as mais diversas definições para o que é jogo, sob a visão clássica de cinco autores das áreas da filosofia e da história e, também, em igual número, definições de autores contemporâneos que na sua maioria são estudiosos, professores ou *game designers*. Desse modo, conseguimos aclarar nosso objeto de estudo, produzindo nossa própria definição para esse termo, embasado nas teorias precedentes.

### 1.1.1 Surgimento e história

Os primeiros registros dos jogos foram encontrados há 5 mil anos atrás. Pouco se sabe sobre o período anterior às primeiras descobertas. Os registros mais antigos de jogos de tabuleiro datam do ano de 2500 a.C. a 3000 a.C, com o jogo Senet e o jogo real de Ur.

De acordo com Picione (1980) e Falkener (1961), o Senet é um jogo egípcio, da família das Mancalas, envolto por um profundo ritual religioso que simboliza a passagem do homem do mundo terrestre para outra vida, conforme acreditava-se nessa cultura. Chamado de Senet ou ‘Passagem’, ele é baseado em movimentos dos competidores em um tabuleiro com trinta casas, arranjados em três colunas paralelas. Manobrando estrategicamente as peças pelo tabuleiro, o jogador, sob o lance de dados com valores numéricos, poderia caminhar livremente pelas casas, e, desta forma, chegar na posição final do tabuleiro.

Para Botermans (1989, 2007), os Faraós tinham grande apreço por esse jogo. Um sinal da importância dada a este objeto nesse período era o modo como o jogo era construído, feito em madeira nobre e marfim incrustado, como mostra o modelo encontrado na tumba de Hesy, datada entre 2686-2613 a.C.

<sup>2</sup> Apesar de muitos jogos digitais de simulação, como os da franquia *The Sims*<sup>TM</sup> e *SimCity*<sup>TM</sup>, não parecerem ter condições de vitória.

Ainda, segundo o autor, também foram encontrados quatro tabuleiros intactos na tumba de Tutankhamen, datada de 1337 a.C - Figura 2 e mais tarde em inscrições na tumba de Nefertari(1295-1255 a.C) - Figura 3. Apesar dos registros mais antigos do jogo serem encontrados em tumbas, Botermans afirma que esse era um jogo extremamente popular no Egito, sendo jogado por várias classes sociais da comunidade egípcia. Segundo o autor, era um jogo simples, que poderia muito bem ser construído com materiais alternativos, com pedras e varetas como peças, e o tabuleiro desenhado sobre a areia. Há indícios, segundo Botermans (2007), que os construtores das pirâmides egípcias tenham jogado este jogo durante as pausas do trabalho de edificação das pirâmides.



Figura 2 – O jogo Senat de Tutankhamen

Fonte: <http://www.globalegyptianmuseum.org/detail.aspx?id=15033>



Figura 3 – Ilustração da rainha egípcia Nefertari (1295-1255 a.C) jogando Senat.

Fonte: [www.touregypt.net/featurestories/games.htm](http://www.touregypt.net/featurestories/games.htm)

Já o segundo jogo (o de Ur) - Figura 4, como consta Marques (2012) e Mitchel (2012), nasceu na Mesopotâmia<sup>3</sup>, na cidade Suméria de Ur. Jogado apenas pela família

<sup>3</sup> Atualmente Iraque e a Síria.

real, este jogo de tabuleiro, com peças construídas de madeira e/ou ossos, e dados em forma de triângulo, tinha como objetivo levar as peças ao final do percurso antes do adversário, de forma semelhante ao jogo Senet. De acordo com Bell (2012), estes dois jogos podem ser classificados como jogos de corrida, no qual vence quem chegar primeiro ao final do tabuleiro, ‘correndo’ com as peças do jogo. Em sua classificação, Bell entende que estes dois jogos de tabuleiro pertencem ao grupo dos jogos variantes do *Backgammon*, assim como o jogo *Tabula* e o *Ludus Duodecim Scriptorum*.



Figura 4 – O jogo real de Ur

Fonte: [http://www.britishmuseum.org/explore/highlights/highlight\\_objects/me/t/the\\_royal\\_game\\_of\\_ur.aspx](http://www.britishmuseum.org/explore/highlights/highlight_objects/me/t/the_royal_game_of_ur.aspx)

Esses jogos, apesar de terem surgido em localidades distantes, possuem características similares. Ambos são jogados em tabuleiros utilizando peças e dados, há o desafio de se chegar ao final do jogo antes do adversário e, portanto, a competição. Ambos possuem objetivos claros e um ambiente simulado de tensão é gerado, já que há competição entre os jogadores (o risco de se ganhar ou perder).

Percebemos que, ao longo da história, alguns autores se ativeram ao estudo do jogo. Como consequência, muitas definições foram dadas e algumas características são recorrentes, como percebemos neste estudo em muitas definições. Apesar de não haver um consenso para a definição do que é jogo, podemos identificar alguns pontos fundamentais das teorias e, com isso, clarear uma possível descrição dessa atividade. A seguir, reunimos alguns estudos de autores conceituados, que colaboraram, cada um da sua forma, para a definição do que julgam ser jogo. Seja pela abordagem como fenômeno cultural, ou pela distinção de trabalho, os autores discutiram e aferiram significado para esse termo.

## 1.1.2 Definições e Características

A tentativa de definir o que é jogo remonta desde os tempos dos filósofos gregos. Aristóteles acreditava que o jogo era condição imprescindível para o alcance do elevado estado de espírito. Caracterizava-o pela sua autossuficiência e pelo prazer em si. A causa final do jogo é o próprio jogo. Desta forma, realizamos a seguir um pequeno estudo sobre este termo, a partir da perspectiva de alguns estudiosos dos jogos clássicos e contemporâneos.

### 1.1.2.1 Abordagens clássicas e filosóficas

#### Johan Huizinga

Para Huizinga, o significado de jogo não pode ser retratado apenas como um fato biológico mas, sim, como um fenômeno cultural. Em seu trabalho mais famoso, *Homo Ludens*, a questão do jogo é abordada sob uma perspectiva filosófica e histórica, tecendo conexões entre o jogo e a sociedade, na expressão da linguagem, como fenômeno cultural, entre outros aspectos. Mais do que isso, o autor afirma que a cultura humana nasce do jogo.

Uma primeira característica levantada por ele é a liberdade de se jogar. Segundo o autor, jogar é uma ação voluntária. O fato de ser livre, ‘Jamais é imposto pela necessidade física ou pelo dever moral, e nunca constitui uma tarefa, sendo sempre praticado nas horas de ócio.’(HUIZINGA, 2010, p. 11), dá a ideia desta ser uma atividade descompromissada. Essa afirmação só é questionada quando a questão do jogo está ligada à obrigação e ao dever, quando o jogo constitui uma função cultural, como no culto e nos rituais, pois, ambos possuem características de jogo (praticado segundo regras, em local e tempo específico, entre outras) mas também há o compromisso assumido pelos seus participantes nessa atividade.

Uma outra característica fundamental apontada por ele, intimamente ligada à primeira, é a de que o jogo é a evasão da vida real. Desta forma, o autor entende que o jogador, ao iniciar essa atividade, entra em um outro estado de espírito, ou como ele mesmo diz, ‘[...] em uma esfera temporária de atividade e com orientação própria’. Para exemplificar, Huizinga dá como exemplo a criança. Para ele, toda criança sabe quando está fazendo de conta ou quando está só brincando. Este estado, experienciado pelo jogador, é descrito como sendo essa fuga da vida real, como um intervalo na vida cotidiana.

A próxima característica elencada pelo autor é o fato de ele ser desinteressado. Uma vez que o jogo é uma evasão da vida real, não pertence à vida comum e não é obrigatório, cria-se um sentimento de atividade temporária, de finalidade autônoma, se



realizando tendo em vista uma satisfação que consiste na própria realização, ou seja, o ‘jogo pelo jogo’.

Um outro ponto abordado por Huizinga é o isolamento e a limitação imposta pelo jogo. Este distingue-se da vida comum, tanto pelo lugar quanto pela duração. ‘É jogado até o fim’ dentro de certos limites de tempo e de espaço. Possui um caminho e um sentido próprio (HUIZINGA, 2010, p. 12).

Outro elemento importante, também presente em quase todas as tentativas de definição de jogo por muitos estudiosos, é a questão da ordem ou, em outras palavras, as regras. ‘Reina dentro do domínio do jogo uma ordem específica e absoluta. [...] ele cria ordem e é ordem.’(HUIZINGA, 2010, p. 13). A menor desobediência às regras estraga o jogo, privando-o de seu caráter e de todo e qualquer valor. O jogo deixa de ser jogo. O jogador que conscientemente desrespeita as regras é chamado de ‘desmancha-prazeres’. Esse arquétipo é facilmente identificado dentro dos jogos infantis, no qual, por tentar ferir o mundo mágico criado pelo jogo, esse tipo de jogador é expulso pelos outros membros. A exploração das regras é usada para criar os elementos de tensão e distensão no jogo.

Huizinga (2010) concebe o círculo mágico dentro do jogo. Para ele, este espaço (físico ou virtual), divide o mundo real do mundo imaginário do jogo. Podemos dar um exemplo desse ambiente quando olhamos um jogo de tabuleiro como o de Xadrez. Quando as peças estão posicionadas dentro do tabuleiro, em locais próprios, podemos entender que as peças estão em jogo, ou seja, ainda não foram capturadas pelo oponente. Os movimentos das peças seguem as regras, dentro daquele campo conceitual pré-definido, por fim, dentro do círculo mágico do jogo. Resumidamente, quando estamos dentro deste local, as regras do jogo são o que importam e não as regras do mundo real. O círculo mágico é definido para delimitar o ‘onde’ e ‘quando’ o jogo ocorre.

Numa tentativa de sistematizar o significado de jogo, a partir da condensação desses elementos analisados, Huizinga (2010) concebe o 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)

Diante do exposto, conseguimos extrair das falas do autor alguns pontos-chave, dentre eles:

- a) *Liberdade* - O jogador tem a opção de entrar e sair dessa atividade volunta-

- riamente quando bem entender.
- b) *Fuga da vida real* - Dentro do círculo mágico, só o jogo importa.
  - c) *Delimitação em um espaço e tempo e ordem* - Possui relação com a ideia do círculo mágico e as regras do jogo.
  - 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. No jogo estas são as possibilidades.
  - f) *Estética* - Os jogos possuem elementos estéticos.
  - g) *Sem interesse material ou lucro* - Os verdadeiros jogos levam essas características em consideração. Assim, quem joga profissionalmente, segundo Huizinga, não poderia ser chamado de jogador visto que está desempenhando uma profissão e não jogando voluntariamente, o que fere o princípio da 'Liberdade' de se jogar.
  - h) *Ritmo e harmonia* - O jogo possui ritmo e harmonia. Muito ligado a ideia do ritual, caracterizado por Huizinga como uma espécie de jogo.
  - i) *Ilusão e representação* - Ligado a ideia da fuga da vida real e a do círculo mágico.

Estes foram alguns dos elementos extraídos da teoria de Huizinga, filósofo que contemplou o significado dos jogos e, em sua teoria, teceu conexões do jogo com a música, os rituais e outras atividades.

## Roger Caillois

De acordo com Henricks (2011), o trabalho de Caillois (1961) é uma espécie de estudo sociológico/antropológico em que o autor tenta categorizar certas formas de jogos e como eles operam na sociedade. Caillois entende que o trabalho de Huizinga (2010) possui grande relevância na delimitação inicial desse estudo, mas não deixou de realizar críticas a ele em seu primeiro trabalho, '*Man and the sacred*'<sup>4</sup>. Para Caillois o trabalho '*Homo Ludens*' possui algumas incongruências, dentre elas, colocar o jogo no mesmo patamar dos rituais sagrados. Para ele, a principal inadequação se faz quando nos focamos nos estudos dos rituais religiosos. Segundo Caillois, o ritual religioso é uma atividade obrigatória dentro de um círculo social, diferentemente do jogo, que possui a liberdade e a voluntariedade

<sup>4</sup> Na língua portuguesa, *O homem e o sagrado* (CAILLOIS, 2001)

do jogador como característica norteadora em sua definição. Dessa forma, esse princípio da teoria de Huizinga estaria conflitante com outro dentro da sua própria teoria.

Com a intensão de progredir com o trabalho de Huizinga, Caillois em 1961 escreve o seu mais famoso trabalho intitulado de ‘*Man, Play and Games*’<sup>5</sup>. Ele dividiu sua obra em duas partes. Na primeira, ele faz uma revisão do que é jogo e estabelece uma classificação e suas funções na sociedade. Para isso, baseia-se no trabalho de Huizinga(2010) e o amplia. Na segunda parte, ele explora, de uma forma mais minuciosa, algumas relações entre os quatro tipos de jogos, identificados por ele na primeira parte do trabalho, e os tipos de variações percebidas no mundo moderno.

Este trabalho permitiu a ampliação do trabalho de Huizinga, no qual os jogos foram desmembrados em *Ludus* (uma atividade estruturada e com regras explícitas) e o *Paidia* (uma atividade espontânea e sem estrutura). Caillois acrescentou outras construções como o *Agôn*(competição), *Alea* (sorte), *Mimicry* (simulação) e *Ilinx* (vertigem), como constituintes dos diversos tipos de jogos identificados por ele. Percebemos a configuração *Agôn*, por exemplo, no jogo de Xadrez e Damas. *Alea* é percebida nos jogos de azar e nos jogos de caça niqueis. O *Mimicry* é percebido em jogos de simulação de papéis, como por exemplo os jogos de RPG<sup>6</sup>. E por último, a estrutura *Ilinx* pode ser percebida em atividades como a dança, em que há a alteração do senso de percepção por parte dos jogadores. Os jogos necessariamente não precisam possuir apenas uma dessas características, podendo englobar mais de uma. Por exemplo, em um jogo de competição de dança, facilmente encontramos as formas *Ilinx* e *Agôn*, segundo a teoria de Caillois.

Apesar de várias críticas ao trabalho de Huizinga(2010), a definição de jogo é bem parecida com a dele. Para Henricks(2011), uma contribuição importante de Caillois ao trabalho de Huizinga seria o de tentar incluir considerações materiais, até mesmo o dinheiro, na definição do jogo. Caillois(1961), em sua análise em relação aos jogos, constata que jogar é uma atividade que essencialmente possui as seis seguintes características:

- a) *Liberdade* - Jogar é uma atividade não obrigatória e voluntária. Se fosse, perderia imediatamente a atratividade e diminuiria a qualidade da diversão;
- b) *Independente* - Circunscrito entre limites de espaço e tempo, definido e fixado previamente;
- c) *Incerto* - O curso não pode ser determinado, nem o resultado atingido com antecedência;
- d) *Improdutivo* - Não cria nem bens, nem riqueza, nem novo elemento de tipo algum, exceto a troca de propriedades entre os jogadores;

<sup>5</sup> Na língua portuguesa, *O homem, as brincadeiras e os jogos* (CAILLOIS, 1961)

<sup>6</sup> Acrônimo de *RolePlaying Game*

- e) *Governado por regras* - Os jogos são governados por regras ou leis;
- f) *Simulação* - Acompanhada por uma consciência especial de uma segunda realidade, ou uma irrealidade livre, diferente da vida real.

Um ponto conflitante na teoria de Caillois ao ser comparada a de Huizinga é a questão da materialidade do jogo. Quando Huizinga diz ‘É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro.’ Caillois rebate e argumenta dizendo que sim, os jogos podem conter interesses materialistas e, desta forma, jogadores profissionais, que desempenham um profissão, segundo Huizinga, poderiam ser considerados jogadores.

## Bernard Suits

Em junho de 1966, o filósofo americano Bernard Suits, da universidade de Waterloo, publica o trabalho ‘O que é jogo?’<sup>7</sup>, na revista *Philosophy of Science*, com a intenção de discutir a significação do jogo, mesmo percebendo que este assunto era predominantemente discutido por cientistas sociais e comportamentais. Mesmo não tendo formação nessas áreas, ele discute filosoficamente o significado da palavra jogo e a sua natureza. Dessa discussão, surgiram basicamente seis proposições a cerca do tema.

Sua primeira proposição é afirmar que jogo é diferente de trabalho. Para ele, trabalho é uma atividade técnica, e os jogos diferem desse tipo de atividade já que não escolhem as maneiras mais racionais e eficientes na resolução de um problema. Pelo contrário, o ato de jogar significa que o jogador intencionalmente e voluntariamente escolhe os meios mais ineficientes para realizar uma tarefa. Ele dá o exemplo dos jogos de corrida, no qual o jogador, voluntariamente, prefere percorrer uma pista sinuosa ao invés de andar em linha reta, o que seria mais sensato para se chegar ao final da pista em um tempo menor. Um outro exemplo dado por Suits é o do jogo de *golf*. Para ele, não é muito tecnicamente inteligente usar um taco de metal para lançar a bola a grandes distâncias para dentro de um pequeno buraco. O meio mais racional e eficiente para se colocar a bola dentro do buraco seria utilizando-se as próprias mãos. Estes são alguns exemplos de quão irracional parece o jogo, diferentemente das atividades técnicas, racionais e eficientes.

Uma outra proposição de Suits a respeito do jogo refere-se a inseparabilidade dos finais dos jogos das suas regras. De acordo com ele, não é possível uma disjunção no ato de ganhar um jogo e, ao mesmo tempo, ter as suas regras quebradas. Não há a opção de ao mesmo tempo ganhar o jogo honestamente ou ganhar o jogo trapaceando (*condicio sine qua non*). As regras não permitem tal disjunção. O jogo só pode ter um único final, este determinado pelas regras. Para esclarecer essa proposição, Suits propõe o seguinte

<sup>7</sup> Do original da língua inglesa, *What is game ?*(SUITS, 1967)

episódio teórico. Supondo que certa vez, ao andar por uma parte reclusa do campus de uma faculdade, alguém observa um dos professores tirando um soneca perto de alguns arbustos. Chegando mais perto, este alguém percebe que não se tratava de um simples arbusto, mas sim um arbusto devorador de pessoas, colocando assim em perigo a vida do referido professor que tirava uma soneca. Quando este alguém avança pelo gramado, com a intenção de impedir que o pior acontecesse (que o professor fosse devorado), ele se depara com uma placa com os seguintes dizeres: ‘Fique longe do gramado !’. O que fazer ? Salvar o professor do arbusto devorador ou obedecer as regras do campus, que não permitem que se pise na grama ? Ignorar a proibição e salvar a vida do professor ou obedecer as regras da faculdade? Este caso exemplifica o que foi dito anteriormente. Pode haver dois finais distintos, mas nunca os dois ao mesmo tempo. As regras impedem esse acontecimento, fornecendo uma única alternativa para o final.

Suits apresenta, novamente, a história do professor que corria perigo devido a planta devoradora de pessoas para expor outra de suas proposições. Se a placa de ‘Não pise na grama!’ fosse substituída por ‘Não matará!’ , as coisas mudariam. A regra para manter a grama não é um comando supremo, mas a regra de se abster de matar é. Isto sugere que, além de ser o tipo de atividade em que as regras são inseparáveis dos finais, os jogos também são o tipo de atividade em que o compromisso com essas regras pode não ser o comando final.

Outra proposição refere-se aos meios que, diferentemente das regras, não são finais. Para ele, a maneira que escolhemos terminar um jogo depende também dos meios, e não apenas das regras. Outro exemplo dado usa a mesma história do professor que corria perigo. Nesta nova situação, para salvar o professor que corre perigo, poder-se-ia escolher um modo letal ou não letal no intuito de parar a planta devoradora e salvar o professor. Este comportamento é arbitrário, e o final do jogo dependeria não só das regras, mas também dos meios e de como eles são impostos.

Segundo Suits, as regras dos jogos só são aceitas para possibilitar o bem da atividade<sup>8</sup>. A função das regras no jogo é a de restringir os meios permitidos para se chegar ao fim. Obediência é condição necessária para o engajamento no jogo e existência dele.

A última proposição de Suits refere-se à condição de vitória. Ganhar não é o único fim do jogo. Pode-se haver vários estados de vitória, de acordo com os meios utilizados. No exemplo da história anterior, salvar o professor poderia ser feito de duas maneiras: a maneira letal e a não letal. Este é um exemplo de que um único fim não é possível, concebendo a variação dos meios para alcançá-lo.

Por fim, Suits resume que jogar um jogo é ‘[...] o engajamento em uma atividade direcionada para provocar um estado específico de coisas, usando apenas significados,

<sup>8</sup> Senão haveria a suspensão da crença, o que inviabilizaria essa atividade segundo o autor.

permitido por regras específicas, em que os meios permitidos pelas regras são um âmbito mais limitado do que seria na ausência delas e, em que a única razão para aceitar tal limitação é tornar possível tal atividade.’(SUITS, 1967).

Basicamente, temos as seguintes características para os jogos, segundo teoria de Suits:

- 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* - Pode-se haver 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 exclusiva para um jogo.

A concepção de jogo de Suits parece conflitar em alguns pontos com as definições de Caillois e Huizinga, principalmente no que se refere ao compromisso com as regras que, de acordo com esses primeiros autores, são invioláveis.

## David Parlett

Para o historiador de jogos David Parlett (1999), qualquer tentativa de se definir a palavra ‘jogo’ é um esforço tolo e desnecessário. Para ele, o termo jogo é muito ‘escorregadio’. Sem definir, ele dá pistas do que possa ser jogo a partir de um modelo no qual distingue jogos formais e informais. Os jogos informais são aqueles jogados sem regras, apenas como uma atividade descompromissada, assim como as crianças o fazem. Essa última definição entra em choque com a definição de brincadeira, que é uma atividade que em seu seio vive esse descompromisso com regras e obrigações. De acordo com Kishimoto (2010), a brincadeira ‘[...] é uma ação livre, que surge a qualquer hora, iniciada e conduzida pela criança, dá prazer, não exige, como condição, um produto final, relaxa, envolve, ensina regras, linguagens, desenvolve habilidades, e introduz no mundo imaginário.’

Por sua vez, os jogos formais são baseados em duas estruturas distintas: os fins e os meios. Segundo ele, todo jogo tem um fim, que se desenvolve na competição e/ou colaboração para se alcançar um objetivo. Sempre culmina em um estado de vitória para um dos competidores, e se for o caso, uma das equipes. Só há um estado de vitória possível.

Os meios são as regras e os materiais acordados para se obter um estado de vitória no jogo.

Conseguimos extrair alguns pontos fundamentais das características dos jogos formais, de acordo com Parlett. Para ele, os jogos são atividades que possuem as seguintes características:

- a) *Estado de vitória* - Todo jogo formal possui apenas um estado de vitória<sup>9</sup>.
- b) *Sentido* - Todo jogo tem uma finalidade.
- c) *Meios* - São as regras acordadas pelos jogadores participantes do jogo.

Esse resumo engloba apenas a definição de jogo formal, haja visto que a definição dada por ele para os jogos informais possui relação intrínseca com a definição de brincadeira, que distinguimos neste trabalho.

## James P. Carse

Para o escritor James P. Carse (1986), os jogos podem ser categorizados de duas formas - os jogos finitos e os infinitos. Segundo ele, os jogos finitos são aqueles que são jogados com o propósito de serem ganhos. Os infinitos, por sua vez, são jogados com o único propósito de continuarem a ser jogados.

Apesar de haver essa dicotomia na visão do que é jogo, para Carse, uma característica é inerente às duas definições - jogar é uma escolha livre. De acordo com o autor, 'É um princípio invariável de todo o jogo, o finito e o infinito, que quem joga, joga livremente. Quem tem que jogar, não está jogando'<sup>10</sup>(CARSE, 1986, p. 4).

Segundo o autor, do mesmo modo que os jogos finitos necessariamente precisam ter um fim, o começo dele também deve ser precisado. Desta forma, verificamos que a questão temporal do jogo está demarcada na definição do autor. Outro ponto tocado por Carse em sua teoria é relativo às condições espaciais em que o jogo se processa. Segundo ele, os jogadores devem concordar com o estabelecimento de limites espaciais e numéricos. Isto é, o jogo deve ser jogado dentro de uma área limitada, e com jogadores específicos (um time ou equipe). Essa ideia é bem parecida com a de círculo mágico, descrito por Huizinga.

Na teoria do autor, apenas uma pessoa ou equipe pode efetivamente vencer um jogo. De acordo com ele, 'Existem muitos jogos que não entramos com a expectativa de ga-

<sup>9</sup> O 'empate' não é mencionado em sua definição para jogo, apesar de sabermos que esse é um estado provável em muitos tipos de jogos

<sup>10</sup> Do original da língua inglesa, *It is an invariable principle of all play, finite and infinite, that whoever plays, plays freely. Whoever must play, cannot play.*

nhar, mas em que, no entanto, competimos por uma posição mais alta possível<sup>11</sup>.’ (CARSE, 1986, p. 6). Neste caso, a condição de vitória no jogo é relativa, pois o jogador que é sobrepujado pelo seu adversário, levando em consideração o critério da pontuação no jogo, pode bem ter ascendido sua classificação e, para ele, essa é a real vitória, apesar de que pelas regras erigidas no jogo, efetivamente ele não tenha vencido.

Nos jogos finitos, as regras são diferentes para cada jogo. É por saber as regras que reconhecemos de que jogo se trata. As regras são responsáveis por estabelecer as limitações para os jogadores no campo do jogo. Segundo Carse, as regras não são leis, pois elas não impõem um comportamento específico, haja visto o comportamento dos ‘maus jogadores’. Elas servem apenas para coibir a liberdade dos jogadores, cerceando seus movimentos dentro do espaço do jogo.

Essas duas categorizações de jogo são distintas, apesar de haver o elemento ‘liberdade no ato de jogar’ em comum. De acordo com o autor, os jogadores dos jogos infinitos não são capazes de precisar o início e o fim do jogo. Isso não acontece com os jogadores finitos, pelo fato de o jogo ser delimitado temporalmente.

Os jogos finitos são limitados externamente pelo tempo, espaço, número e, também, limitados pelo o que os jogadores podem ou não fazer uns com os outros neste mesmo campo de atuação. Se não houver uma observação dessas limitações, ou seja, as regras, o jogo pode estar ameaçado, deixando de existir. Por isso, as regras devem ser públicas e definidas antes do início do jogo e, por consequência, não podem mudar no decurso de uma partida.

Nos jogos infinitos, é uma condição necessária os jogos mudarem suas regras no decorrer do jogo. Os jogadores concordam que um jogo infinito pode tornar-se finito e, conjuntamente e conscientemente, mudam as regras para que ele não se finde. Esta é uma grande distinção entre jogos finitos e infinitos na teoria de Carse.

Do exposto até o momento, conseguimos extrair algumas características que achamos importante e que constituí o cerne da teoria de Carse em relação aos jogos :

- a) *Jogar é livre* - É premissa para a atividade jogo, seja ele finito ou infinito.
- b) *Delimitado temporalmente* - Os jogos finitos necessariamente devem ter um início e um fim, ao passo que os jogos infinitos não são delimitados;
- c) *Demarcado espacialmente* - Os jogos finitos possuem limites espaciais (ex: o tabuleiro de um jogo);
- d) *Estado de vitória* - No jogo é relativo;

<sup>11</sup> Do original da língua inglesa, *There are many games we enter not expecting to win, but in which we nonetheless compete for the highest possible ranking.*



- e) *Regras* - São invariáveis nos jogos finitos e delimitam os movimentos do jogador no jogo. Devem ser públicas e expostas antes do jogo, no caso dos jogos finitos. Para os jogadores infinitos, as regras mudam constantemente para manter o jogo infinito.

Esses elementos elencados da teoria de Carse são obtidos, em sua maioria, da teoria dos jogos finitos, na qual a maioria dos jogos se expressam.

### 1.1.2.2 Abordagens contemporâneas

#### Salen e Zimmerman

Katie Salen é professora<sup>12</sup> e *game designer*. Atualmente, ela é diretora executiva do *Institute of Play*<sup>13</sup>, que é uma organização que promove os jogos digitais como ferramentas de Ensino. O primeiro projeto produzidos pelo *Institute of Play* é a escola pública *Quest to Learn*, situada em NY (EUA). Esta escola é pioneira no que diz respeito à utilização dos elementos dos jogos no ensino, oferecendo um novo modelo promissor para o envolvimento dos alunos em sala de aula.

Eric Zimmerman é *game designer* e cofundador da empresa *Gamelab*, que desenvolve jogos de computadores. Ele é especialista em jogos digitais e em 2004 publicou, juntamente com Salen, o livro *Rules of Play*, em que descrevem as características dos jogos.

Neste livro os dois autores desenvolvem, assim como neste capítulo, a ideia de jogos a partir das definições dadas por vários autores, também estudiosos em jogos. Resumidamente, os autores descrevem os jogos como:

[...] um sistema em que os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido pelas regras, que resulta em um resultado quantificado<sup>14</sup>.(SALEN; ZIMMERMAN, 2004, p. 80)

Essa descrição é bem parecida com a dos autores estudados anteriormente. Uma das características que verificamos estar presente em todas elas é a questão das regras. De acordo com o exposto no livro publicado pelos autores, conseguimos extrair alguns pontos importantes, dentre eles:

- a) *É 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. Os jogos possuem essa característica;

<sup>12</sup> DePaul University College of Computing and Digital Media

<sup>13</sup> <http://www.instituteofplay.org/about/>

<sup>14</sup> *A game is a system in which players engage in an artificial conflict, defined by rules, that results in a quantifiable outcome.*

- b) *Possui jogadores* - O jogo é somente algo se há jogadores participando ativamente dessa atividade<sup>15</sup>;
- c) *É artificial* - Os jogos mantêm a ligação do mundo real com o imaginário, no mesmo espaço e tempo;
- d) *Gera conflito* - Todos os jogos encarnam a disputa de alguma forma, seja por cooperação ou competição. O conceito de conflito é central nos jogos;
- e) *Possui regras* - As regras proveem a estrutura da qual o jogo emerge, delimitando o que o jogador pode ou não fazer;
- f) *Gera resultados quantificáveis* - Os jogos possuem objetivos ou resultados quantificáveis. Ao final do jogo, o jogador, ganhando ou perdendo, recebe algum tipo de pontuação ou marcação. É o *feedback* do jogo.

Mais uma vez, conseguimos estabelecer um paralelo entre as definições dos autores clássicos e os contemporâneos. Percebemos, aqui, Huizinga transitando na definição de jogo de Salen e Zimmerman com o aspecto artificial do jogo. Também encontramos as falas de Caillois, no que tange a geração dos conflitos através da incerteza nos jogos.

## Clark C. Abt

Clark C. Abt, além de educador e cientista social, possui como sua primeira formação o curso de engenharia pelo MIT<sup>16</sup>. Paralelamente à publicação de trabalhos e livros nas áreas das ciências sociais e engenharia, em 1970 escreve um livro intitulado ‘Jogos sérios’<sup>17</sup>, no qual discute o tema.

Em seu trabalho, Abt resume o jogo como sendo uma atividade constituída entre dois ou mais jogadores<sup>18</sup>, que tomam decisões independentemente para conseguir alcançar um objetivo, dentro de um campo limitado pelas regras. Vemos isso em seu livro, que resume o significado de jogo com as seguintes palavras:

Reduzido à sua essência formal, um jogo é uma atividade entre dois ou mais tomadores de decisões independentes que procuram alcançar seus objetivos em um contexto limitado. Uma definição mais convencional

<sup>15</sup> Apesar de haver a existência de jogos que ‘jogam’ por si só, sem requerer a intervenção do jogador, como é o caso dos JD *The Sims* e *Sim City*.

<sup>16</sup> Acrônimo de *Massachusetts Institute of Technology*

<sup>17</sup> Do original da língua inglesa, *Serious games*

<sup>18</sup> Na definição de Abt (ABT, 1987, p. 06), o ato de se jogar se faz pela participação de atores. Desta forma, não fica claro se essa atividade se daria apenas com um jogador, uma vez que não haveria essa socialização entre jogadores, muito presente em seu trabalho.

diria que um jogo é um contexto com regras entre os adversários que tentam conquistar objetivos<sup>19</sup>.(ABT, 1987, p. 06)

Desta forma, conseguimos extrair da fala de Abt algumas características do jogos, apresentadas a seguir:

- a) *É um tipo de atividade* - Desempenhada pelos jogadores;
- b) *Requer dois ou mais jogadores* - Não se concebe o ‘jogar sozinho’, dando a ideia de que jogar é sempre uma atividade social;
- c) *Tomada de decisões* - Requer que os jogadores tomem continuamente decisões no jogo;
- d) *Possui objetivo* - Que guia os jogadores no jogo;
- e) *Regras* - Dentro de um contexto limitado elas estruturam a atividade jogo.

Sua proposição do que é jogo vai ao encontro das definições dadas pela maioria dos autores estudados até agora estudados. Regras, objetivos, decisões e atividade parecem ser recorrentes em muitas das definições dadas pelos autores até este ponto do trabalho. Mas a sua maior importância é no estudo dos *Serious Games*, assunto abordado nesta pesquisa no momento que falarmos sobre os jogos e a aprendizagem.

## Scott Rogers

Scott Rogers é *game designer* e especialista em jogos digitais. Seu currículo inclui jogos como *Pac-Man World*, a série *God of War* e *Darksiders*, todos jogos de grande aceitação pelo público. É autor do livro ‘*Level UP*’, que é um guia para a construção de grandes jogos. Em seu trabalho, Rogers (2012) resume o que é jogo de maneira simples, caracterizando essa atividade por regras, objetivos, condição de vitória e possuindo a participação de no mínimo um jogador.

Desta forma, o jogo é uma atividade que possui as seguintes características:

- a) *Requer no mínimo um jogador* - Jogar sozinho é possível;
- b) *Possui regras* - Que definem e delimitam o jogo;
- c) *Tem uma condição de vitória* - Consequentemente, há os que vencem, perdem ou empatam no jogo;

<sup>19</sup> Do original da língua inglesa, *Reduced to its formal essence, a game is an activity among two or more independent decision-makers seeking to achieve their objectives in some limiting context. A more conventional definition would say that a game is a context with rules among adversaries trying to win objectives.*

d) *Possui um objetivo claro* - Que guia o jogador no jogo.

Rogers dá um exemplo simples para exemplificar o conceito de jogo. Brincar de jogar uma bolinha na parede, se não possuir regras e objetivo, será apenas uma brincadeira. Se condicionarmos lançar a bola com a mão direita e pegá-la com a esquerda, acabamos de adicionar uma regra. Se o objetivo for fazer isso dez vezes seguida, acabamos de criar uma potencial condição de vitória.

Ou seja, para Rogers, essas quatro características são primordiais para se distinguir uma atividade jogo de uma não jogo, por exemplo uma atividade lúdica ou uma brincadeira. Apesar de simples, a ideia de jogar a bola na parede serviu de inspiração para a criação do primeiro jogo eletrônico que temos registro, o *Tennis for two*, criado em 1958 por Willian Higinbotham. Da mesma forma, este jogo possuía regras - rebater a bola para o campo adversário sem deixar que a mesma tocasse mais do que uma vez o campo do jogador; possuía uma condição de vitória - quem rebater mais vezes a bola para o campo adversário, sem deixá-la tocar o campo do jogador mais do que uma vez; e, também, o objetivo; - rebater a bola para o campo adversário.

Essa forma simples de pensar não o desqualifica, pois, apesar dessa definição simplista, esta possui elementos presentes em outras definições dadas por diferentes autores até o presente momento neste trabalho.

## Jane McGonigal

A pesquisadora e criadora de jogos Jane McGonigal (2011) acredita que quatro características definem o significado de jogo. Segundo ela, metas, regras, *feedback* e a participação voluntária são características encontradas em todos os jogos. Desde o antigo jogo egípcio Senet até o mais avançado jogo digital, dos dias de hoje, percebemos essas características presentes.

De acordo com a pesquisadora, a meta é o resultado específico que os jogadores batalham para conseguir. Ela é responsável por orientar e focar continuamente a atenção do jogador no jogo, por propiciar o senso de objetivo, experienciado pelo jogador (MCGONIGAL, 2011, p. 31).

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

O sistema de *feedback* (ou de retorno responsivo), informa aos jogadores o status no jogo. Com isso, ele também serve para dizer ao jogador o quão perto está de atingir a

meta do jogo. Esse sistema de *feedback* pode vir na forma de pontos; como, por exemplo, em um jogo de cartas, ou na forma de uma barra de progresso; como, por exemplo, em jogos digitais de luta, em que o marcador de vida é demonstrado em uma barra horizontal continuamente atualizada de acordo com os golpes sofridos no jogo pelo avatar de quem está jogando. Estes são apenas alguns exemplos do sistema de *feedback*. O *feedback* em tempo real é uma promessa para os jogadores que a meta é alcançável, motivando assim o jogador a continuar jogando.

Por fim, e não menos importante característica dos jogos, é a questão da participação voluntária. Ela exige que cada um dos jogadores aceite conscientemente e voluntariamente as regras do jogo, a meta e o sistema de *feedback*. Essa liberdade de entrar ou sair do jogo parece ser uma das características mais frequentes no estudo dos jogos por diversos autores. É provável que essa condição permita que o jogador despenda grandes esforços voluntários em prol de alguma causa, que no caso dos jogos é cumprir a meta do jogo. De acordo com a autora, 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.

Para McGonigal, o jogo é uma atividade que possui essencialmente as seguintes características:

- a) *Regras* - Impõe limitações aos jogadores;
- b) *Metas* - É o resultado específico que os jogadores batalham para conseguir;
- c) *Feedback* - Atualiza continuamente o *status* do jogador no jogo;
- d) *Participação voluntária* - Uma característica fundamental, necessária para que o jogador despenda esforços voluntários.

## Elias, Garfield e Gutschera

Os autores Elias *et al* (2012) no trabalho, ‘Características dos jogos<sup>20</sup>’, afirmam que historicamente muitos estudos vêm abordando os jogos sob a perspectiva na sociedade, na história, na sociologia e na cultura. A exemplo disso, cita os trabalhos de Caillois (1961) e Huizinga (2010). No entanto, poucos trabalhos tratam o referido tema sob a perspectiva do ‘porque’ apreciamos jogar, que características os diferenciam uns dos outros ou quais as características que os tornam mais ou menos divertidos. Abordar o jogo pela motivação é inédito por todas as definições que visualizamos até o momento.

Sob esta perspectiva, os autores trabalham o tema de uma forma mais prática, utilizando os jogos digitais como berço para a obra. Evidentemente que algumas das

<sup>20</sup> Do original da língua inglesa, *Characteristics of Games*

características levantadas pelos autores são transitáveis entre os jogos digitais e as outras categorias de jogos, considerados como não digitais. Podemos citar o exemplo das regras, que são características fundamentais na maioria das definições clássicas e contemporâneas aqui abordadas para o conceito de jogo.

Na discussão dos elementos básicos, os autores nos fornecem alguns dos ‘ingredientes’ para a construção de jogos. Segundo eles, os jogos podem ser bem complicados e, por isso, conhecer algumas das suas características, podem ajudar o *game designer* na tarefa de construí-los.

O primeiro ingrediente tratado pelos autores é a respeito das regras, como dito anteriormente. Segundo os autores, todos os jogos possuem regras que são instruções que dizem aos jogadores que ações eles podem tomar e, por conseguinte, quais são os resultados dessas ações. Isso pode ocorrer imediatamente sob a forma de mudança no estado do jogo (por exemplo, o aviso de um movimento ilegal no jogo de Xadrez), ou posteriormente com o estado de vitória ou derrota, alcançado pelo jogador. Ainda sobre as regras, os autores consideram haver dois estados - as regras de primeira ordem e as regras de segunda ordem. Para eles, regras de primeira ordem são regras que qualquer pessoa precisa saber a fim de jogar o jogo. Um exemplo são as regras que definem como serão os movimentos das peças em um jogo de xadrez e são instrutivas. As regras de segunda ordem operam no sentido de permitir que o jogo ocorra, porém, não necessariamente, o jogador necessita conhecê-las. Segundo os autores, vemos isso novamente no jogo de Xadrez quando punições precisas são aplicadas em um torneio desse tipo de jogo.

Outra característica importante apontada pelos autores é a do uso de padrões nos jogos. Aprender novas regras ou heurísticas é difícil para os jogadores. Desta forma, os jogos se aproveitam de padrões já existentes no qual os jogadores já estão familiarizados em operar. De acordo com os autores, podemos ver isso quando estamos jogando alguns jogos digitais do estilo FPS<sup>21</sup>, em que as teclas de movimentos direcionais são padronizados em WASD<sup>22</sup>. Mas não é só nos jogos digitais que conseguimos ver esses padrões. Muitos jogos se usam dessa mecânica, ou seja, passar uma bola por uma rede para que se considere um ponto válido em um jogo de esporte. Podemos visualizar isso no jogo de futebol e no de basquete, já que ambos marcam os pontos da partida através desse mecanismo.

Em muitos jogos temos o término quando há dois estados declarados - o de vitória e o de derrota. Segundo os autores, esses estados são típicos dos jogos chamados de *orthogames*<sup>23</sup>. Podemos dar mais uma vez o exemplo do jogo de Xadrez. Declaradamente há um vencedor e um perdedor, e, em alguns casos, há a declaração do empate. Mas o

<sup>21</sup> Do original da língua inglesa, *First Person Shooter*, ou jogos de tiro em primeira pessoa.

<sup>22</sup> Teclas W - movimento superior, S - Movimento inferior, A - Movimento para a esquerda e D - movimento para a direita.

<sup>23</sup> *Orthogame* são jogos no qual temos necessariamente ao final deles estados de vitória ou derrota, ou, eventualmente, o empate.

resultado pode ser outro, como bem vemos nos jogos do tipo *nonorthogames*<sup>24</sup>. Para os autores, jogos de MMO<sup>25</sup> são um bom exemplo desses tipos de jogos, em que o critério de vitória ou derrota é subjetivo no jogo.

As condições do final de jogo são explicitadas também pelos autores como mais um dos ingredientes para se construir jogos. Algumas vezes as condições do final de jogo podem ocorrer mais ou menos independentemente do que os jogadores façam.

De acordo com os autores, quase todos os jogos têm diferentes estados de início para os jogadores. Isso é chamado no mundo dos jogos de assimetria posicional. Um exemplo dado pelos autores é o jogo *Monopoly*, no qual não faz muita diferença quem começa jogando, visto que o primeiro movimento não é tão importante neste tipo de jogo, diferentemente do que acontece no jogo da velha, em que quem inicia, claramente, têm uma vantagem sob o adversário.

Por fim, como última característica, os autores apontam o sistema de *feedback*. O sistema de *feedback*, ou de resposta imediata, deve ser sensório, podendo ser visual, auditivo, tátil o olfativo. A maioria dos jogos possuem um sistema de *feedback* visual (por exemplo, ao ver o número jogado por um dado). Mas muitos podem ser auditivos, o que acontece bastante em jogos digitais, demonstrando quando um jogador comete algum erro ou falha no jogo.

Os autores acharam importante destacar essas seis características supra citadas. Dessa forma, conseguimos extrair das falas dos mesmos as seguintes palavras-chave, usadas na definição dada para jogo. São elas:

- a) *Regras* - Instruções para os jogadores (o que pode ser feito ou não no jogo);
- b) *Padrões* - Refere-se a heurística presente em certos tipos de jogos;
- c) *Resultados* - Vitória, derrota ou empate. Essas são as possibilidades;
- d) *Condição de vitória* - Subjetivo, dependendo do jogo;
- e) *Assimetria posicional* - Não há vantagem clara para o jogador que dá o primeiro lance no jogo;
- f) *Feedback* - Sensório, servindo para guiar o jogador pelo jogo.

<sup>24</sup> *Nonorthogames* são jogos em que os estados de vitória ou derrota não são bem definidos.

<sup>25</sup> *Massively Multiplayer Online* se referem aos jogos massivos jogados em rede por muitos jogadores simultaneamente.

### 1.1.3 Uma comparação entre as características dos jogos, apresentadas pelos referenciais teóricos deste trabalho

O objetivo dessa comparação de definições clássicas e contemporâneas é estabelecer relações entre as características mais frequentes nas definições de jogo, segundo os vários autores pesquisados. Isso é importante, pois, queremos delimitar os principais elementos dessa atividade para que, ao exprimi-las na forma de jogos digitais, fique claro o conceito mais orgânico possível de jogo.

Para isso, criamos uma tabela com os principais pontos-chave obtidos das definições de jogo, dentre os autores estudados. Usamos as palavras-chave extraídas dos trabalhos e livros estudados para compor as características (dispostas em colunas) e os autores (dispostos em linhas) na Tabela 4. Também em colunas, dispomos as áreas de atuação dos mesmos.

<b>Autores</b>	<b>Área</b>	Promove diversão / Bem estar	Possui regras	Atividade voluntária	Possui sentido	Meta definida	Parte da cultura humana	Atividade Séria	Riscos	Aleatoriedade ou conflito	Tensão	Tipo de Atividade	Cria grupos sociais	Trabalho ineficiente	Limites de tempo e espaço	Objetivo Claro	Único estado de vitória	Elementos estéticos	Representacional / Faz de conta	Associado a ganho material	Artificial e Seguro	Associado a um tipo de brincadeira	Retorna <i>feedback</i>	
Johan Huizinga	<i>Filosofia</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Caillois	<i>Filosofia</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bernard Suits	<i>Filosofia</i>	•	•			•								•									•	
David Parlett	<i>História</i>	•	•						•		•	•						•					•	
James P. Carse	<i>Filosofia</i>	•	•	•						•		•			•									
Salen e Zimmerman	<i>GD</i>	•	•							•	•	•				•						•		
Clark C. Abt	<i>GD</i>	•	•				•					•				•	•							
Scott Rogers	<i>GD</i>	•	•									•				•	•							
Jane McGonigal	<i>GD</i>	•	•	•		•										•							•	
Elias, G. e Gutschera	<i>GD</i>	•	•									•					•						•	

Fonte : Autor

Tabela 4 – Comparando as definições de jogo segundo os referidos autores

### 1.1.4 O que entendemos por *jogo*

Para formular nosso próprio entendimento de jogo (ao menos uma aproximação mais orgânica e genérica no termo, com elementos presentes na maioria dos jogos, independentemente do meio em que ele está presente) nos baseamos nas definições supra citadas.



Obtidas a partir das falas de diversos autores, de diversas áreas de estudo, conseguimos reunir muitas características e abordagens para o mesmo tema.

Algumas características aparecem com mais frequência nas definições dadas pelos autores. Um exemplo disso é a questão das regras, que aparece praticamente em todas as definições de jogo. Podemos iniciar nossa própria definição de jogo partindo dessa primeira característica.

Outro elemento frequentemente mencionado pelos estudiosos em jogos é a liberdade do ato de se jogar. Autores como Caillois, Huizinga, Carse e McGonigal indicam que essa característica é primordial para a existência do jogo.

Outra característica que aparece com frequência é a de comparar o jogo a uma espécie de atividade. Se entendermos por atividade algo como o ato de se realizar uma ação, geralmente planejada, a utilização desse termo parece ser propícia.

Percebemos, que além das regras, esse tipo de atividade possui objetivos. Joga-se com um propósito. Os jogos nos fornecem também elementos de tensão e conflito, e, quando os transpomos temos um estado de vitória definido.

Por fim, não podemos nos esquecer do princípio básico dos jogos: Jogamos porque gostamos! Esse prazer autotélico, experienciado por quem joga, é frequentemente esquecido em meio as inúmeras definições dadas pelos estudiosos desse campo, isso se optarmos por uma visão do senso comum, assim como descrita por Geertz (1997). De acordo com Ligiéro (2012), ‘Jogar consiste em ações e reações, que despertam e/ou expressam diferentes emoções e humores.’ Essas emoções e humores, se interpretarmos pelo sentido do senso comum, o ‘jogar’ provoca essa sensação de ‘diversão e bem estar’ no jogador. Sendo assim, acrescentamos essas características na Tabela 4. Conseguimos reunir 9 elementos (Figura 5), os quais acreditamos serem essenciais na composição da definição do que é jogo. Vejamos, a seguir, na Figura 5, nosso resumo para o que é jogo:

Podemos então inferir que os jogos são atividades voluntárias, que possuem regras e objetivos, que provocam conflito e tensão e, com isso, gerando diversão e bem estar nos jogadores, e que culminam em um estado de vitória por uma das partes envolvidas no ato de se jogar.

Até o momento, definimos o que é jogo. Mas, e os jogos digitais? Será que são a mesma coisa? Seria apenas a transmutação para outra mídia ou trata-se de uma nova categoria? Há elementos não cogitados nessas definições que poderão aparecer no aprofundamento deste estudo? Estas são algumas das questões que norteiam o prosseguimento deste trabalho.

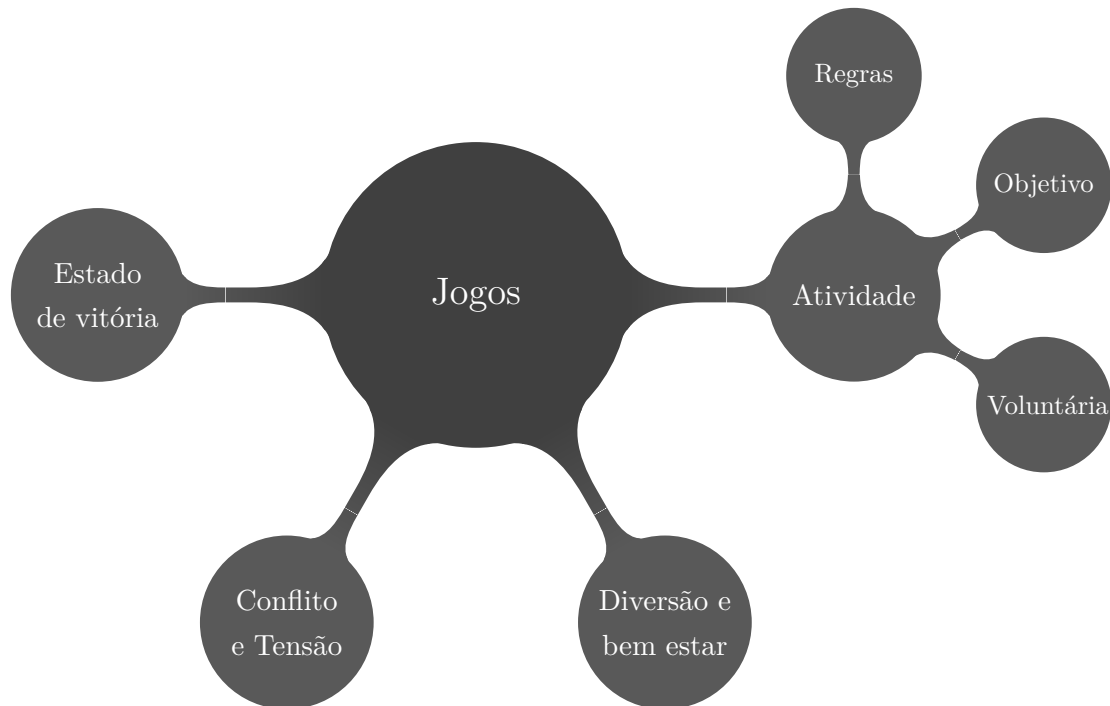


Figura 5 – Nossa definição para o que é jogo.

Fonte: Autor.

## 1.2 Os Jogos Digitais

### 1.2.1 O Início dos jogos eletrônicos

A história dos jogos digitais parece estar intimamente ligada ao surgimento dos computadores e dos videogames. De acordo com Luz (2010), precisar uma data para o surgimento dos videogames não é uma tarefa tão trivial quanto parece. Isso se deve ao fato de que muitos estudiosos levam em consideração fatos de ordem tecnológica, e, de acordo com ele, essas posições levam os autores indistintamente a elegerem o marco inicial da era dos jogos digitais.

Uma das vertentes considera o critério da interação do jogador com um monitor de vídeo. Isso aconteceu em 1958, quando o americano Willian Higinbotham criou o primeiro jogo eletrônico, utilizando um computador analógico (baseado na então tecnologia dos tubos e relês) e um monitor de osciloscópio. Este jogo, *Tennis for two* (Figura 6), era uma tentativa de simular uma partida de tênis, no qual dois jogadores competiam, sem tempo delimitado ou pontuação, para ver quem conseguia rebater a bola para o outro lado da tela. Só a ação de rebater a bola importava nesse jogo. Implicitamente, a mecânica do jogo, ou seja, utilizar os segmentos controlados pelo *joystick*<sup>26</sup> para se rebater a bola, era

<sup>26</sup> É um dispositivo eletrônico ligado a um computador ou outro equipamento, que permite a manipulação do ângulo e da direção do objeto manipulado na tela.

permeado pela regra, que era não errá-la. Também havia um objetivo, que era rebatê-la para o outro lado, ou seja, para a quadra adversária.



Figura 6 – O jogo *Tennis for two*, de Willian Higinbotham

Fonte: <http://www.gamedesignireland.ie/wp-content/uploads/2013/07/And-Then-There-Were-Graphics-Image-02.png>

Uma outra datação para demarcar o início da era dos jogos digitais usa o critério de se utilizar conjuntamente um *software* e um monitor de vídeo. No início da era dos computadores, estes eram grande máquinas de cálculo, ocupando grandes salas e usados para cálculos específicos (contabilidade, cálculos científicos, numéricos, etc...). O dispositivo padrão de saída era o teletipo, parecido com uma máquina de escrever, que imprimia em papel os resultados dos cálculos fornecidos pelos computadores. A utilização do monitor de vídeo só veio mais tarde, na década de 60 e 70. Por serem muito caros, poucos computadores estavam disponíveis para uso civil. Uma das poucas instituições que possuíam computadores com monitores eram as universidades. Foi assim que surgiu o primeiro jogo digital, através de um computador do MIT. Steve Russel, aluno dessa universidade, tornou-se uma hábil programador com a ideia fixa de construir um jogo digital interativo, usando um tema de ficção científica no qual gostava muito - as batalhas espaciais. Foi assim que surgiu o jogo *Spacewar!* (Figura 7), que se resumia em uma batalha entre dois jogadores, utilizando controles rudimentares para movimentar as espaçonaves, em que cada jogador podia atirar torpedos um no outro.

Por fim, temos uma terceira maneira de datar o surgimento dos jogos digitais. Esta leva em consideração a proposta do engenheiro Ralph Baer, considerado por muitos o pai do conceito de videogame. Em 1966, em um projeto paralelo aos propósitos da empresa militar em que trabalhava, Baer instiga sua equipe a trabalhar o conceito de utilizar um televisor para hospedar jogos de entretenimento. Em pouco tempo, sua equipe cria um



Figura 7 – O jogo SpaceWar!, de Steve Russel

Fonte: [http://pongmuseum.com/history/\\_picts/spacewar/dec.pdp-1.two\\_men\\_playing\\_spacewar.102631264.lg.jpg](http://pongmuseum.com/history/_picts/spacewar/dec.pdp-1.two_men_playing_spacewar.102631264.lg.jpg)

protótipo de jogo de pingue-pongue, provando ser possível seu antigo sonho. Em 1971, sua criação foi licenciada pela empresa Magnavox<sup>®</sup>, que lançou um produto comercial chamado Odyssey<sup>®</sup> (Figura 8). Neste momento, os jogos digitais estavam disponíveis como mídia de entretenimento nas salas de estar de muitos lares norte americanos. Foi a partir desse momento que começou a surgir uma indústria dos videogames (jogos digitais).



Figura 8 – O *console* de videogame Magnavox Odyssey, de Ralph Baer

Fonte: <http://www.gamasutra.com/features/20070119/odyssey.jpg>

O nome Odyssey<sup>27</sup> parece mesmo vir a calhar quando nos deparamos com a grande

<sup>27</sup> Do original da língua inglesa, Odisséia

aventura que esse dispositivo eletrônico surtiu na história da indústria dos jogos digitais. Destinado ao entretenimento de sala de estar, outras empresas interessaram-se pelo conceito de Baer, ou seja, o de utilizar um televisor doméstico em conjunto com um *hardware* específico, utilizado para executar um jogo, ao invés dos computadores caros e inacessíveis na época.

### 1.2.2 As especificidades dos jogos digitais (JD)

Para Salen e Zimmerman (2004) não há diferenças entre um jogo digital<sup>28</sup> de um que não seja. Para os pesquisadores, todos os tipos de jogos são formas de sistemas e, no caso dos jogos digitais, o que os distingue dos outros tipos de jogos é o meio no qual o *design* é incutido, podendo ser por computadores ou outros dispositivos eletrônicos. De acordo com eles, ‘o *hardware* e o *software* do computador são meramente os materiais dos quais os jogos são compostos.(SALEN; ZIMMERMAN, 2004, p. 86)<sup>29</sup>. Quando os autores dizem que os jogos são sistemas, eles estão pensando na definição de sistema dada no contexto da computação. Sendo assim, um sistema é formado por quatro elementos: objetos, atributos, relacionamentos e comportamentos. A identidade que cada um desses elementos assume em um jogo depende muito de como ele foi construído. Para exemplificar, os autores tomam como exemplo o famoso jogo criado por Alexey Pajitnov chamado Tetris.

Se olharmos o jogo Tetris sob a perspectiva de um sistema formal de regras, entendemos que a lógica matemática envolvida na construção deste objeto existe à parte do jogador e a tecnologia não é imperativa nesta situação, visto que as regras, sejam elas presentes no *hardware* ou no *software* do jogo, são relativas para o jogador. Considerando os aspectos cognitivos, psicológicos e as relações que afluem do jogo para o jogador, o que voga neste caso é a relação de interação entre objeto (o jogo) e jogador, e a tecnologia não é único meio que propicia essa interação. No entanto, se considerarmos o jogo parte de um contexto cultural, a tecnologia certamente cumpre um papel importante, mas há outros meios que também contam essa história, como revistas, as propagandas e o *market* empresarial do jogo.

Dessa forma, a tecnologia no contexto dos jogos não é um fim em si mesma, uma vez que os *game designers* não possuem o papel de criá-la. Na realidade o *game designer* cria uma experiência para o jogador e a tecnologia não deixa de ser uma ferramenta importante na criação de jogos, porém, não é a única usada para gerar essa experiência. O mais lógico, segundo os autores, ao invés de tentar definir um jogo digital pela tecnologia, seria entendê-la ao ponto de utilizá-la como recurso para criação da experiência que tanto

<sup>28</sup> Salen e Zimmerman (2004), por questão de simplicidade reúne os jogos de computadores, os de *consoles* ligadas aos aparelhos de TV, os de *consoles* portáteis, os jogos de arcades e de máquinas de parques de diversão na categoria de jogos digitais.

<sup>29</sup> Do original da língua inglesa, *The computer hardware and software are merely the materials of which the game is composed.*

o *game designer* almeja. Nesse sentido, os autores listam quatro características em que esses tipos de tecnologias (de *software* e *hardware*) pode fazer a diferença, em que o *game designer* do jogo pode tirar mais proveito. As listamos a seguir:

- a) *Interatividade imediata, porém, reduzida* - Uma das maiores qualidades do meio digital é fornecer uma resposta imediata aos comandos do jogador. A pesquisadora em jogos digitais, McGonigal também explicita essa importância, entendendo até mesmo que essa característica (intensidade e variedade do *feedback*) distingue um jogo digital de um não digital. No entanto, para Salen e Zimmerman (2004), essa interação é reduzida, visto que em um jogo digital, por exemplo, o jogado em um computador doméstico, limita-se a comandos do mouse ou teclado para interagir. Isso é bem diferente quando jogamos um jogo real, por exemplo uma partida de tênis. Os cliques e movimentos do *mouse* são muito inferiores ao trabalho corporal de um atleta em campo, que para o simples rebater de uma bola emprega movimentos dos pés, mãos e cabeça.
- b) *Manipulação da informação* - Armazenar e manipular informações é um feito dos computadores. Os jogos digitais fazem bom uso dessa característica para manipular textos, imagens, sons, vídeos e animações. Dados como a lógica interna do jogo e as regras são facilmente manipuladas e armazenadas digitalmente.
- c) *Sistemas complexos automatizados* - Tarefas e procedimentos mecânicos são automatizados nos jogos digitais. Por exemplo, em comparação aos jogos não digitais, o movimento de peças em um tabuleiro tem que ser constantemente gerenciado, de acordo com as regras do jogo. Em um jogo digital, essa tarefa é facilmente cumprida através de comandos programáveis.
- d) *Comunicação em rede* - A facilidade de comunicação entre os jogadores é bem maior nos jogos digitais. Seja por texto, áudio ou por uma sessão de *chat online*, os jogadores se mantêm em contato instantaneamente, mesmo distantes fisicamente uns dos outros.

Já o *game designer* Jesse Schell entende que os jogos digitais são uma extensão dos jogos que não usufruem dessa tecnologia. Para ele, esses tipos de jogos possuem uma estrutura composta de quatro elementos: a mecânica, a narrativa, a estética e a tecnologia.

Segundo Schell, a mecânica são os procedimentos e regras do jogo. Ela descreve os objetivos, como poderão ser alcançados e as ações que ocorrem ao se tentar. O elemento narrativa é a sequência dos eventos que ocorrem no jogo, podendo ser linear ou ramificada. Escolher a melhor forma de um jogo contar uma história é essencial para que ele possa

passar sua mensagem. A estética está relacionada com a aparência, os sons e as sensações que o jogo proporciona. Ela tem estreito relacionamento com a experiência que o jogador terá no jogo. Por fim, a tecnologia, que pode ser simples (os materiais usados na construção de um jogo físico) ou sofisticada (como o uso de *softwares* e *hardware*) no caso dos jogos digitais, define o que pode ser permitido ou não no jogo. Ela é sempre menos visível no projeto de um jogo, ao passo que a mecânica e a história são mais perceptíveis. O elemento mais visível nessa tétrede é a estética<sup>30</sup>.

Crawford (1984) usa como sinônimo para jogos digitais o termo jogos de computadores. Segundo ele, ‘[...] um jogo é um sistema formal fechado que representa subjetivamente um subconjunto da realidade’<sup>31</sup>. Segundo o autor, por fechado entende-se como sendo uma estrutura completa e auto-suficiente, em que as regras coíbem todas as contingências encontradas no jogo. Por formal, o autor quer dizer que os jogos possuem regras claras e explícitas, pois, há jogos informais no qual as regras não são claras ou definidas vagamente. Sistema é entendido pelo autor como sendo um conjunto de partes do jogo que interagem entre si de forma complexa. Por fim, quanto a representação subjetiva, o autor explicita o seu significado utilizando como exemplo os jogos em que o objetivo é eliminar invasores alienígenas. É improvável que essa atividade de recreação reflita algo no mundo objetivo, porém, o jogo pode ser uma metáfora real para o jogador, percebida em seu mundo objetivo.

Pudemos perceber que os autores, na tentativa de definir o que é jogo digital, elencam algumas características. Com maior frequência o jogo digital é comparado a um sistema, e o uso da tecnologia o distingue dos demais tipos de jogos. A tecnologia pode vir na forma de *hardware*; por exemplo, os *consoles* domésticos de jogos como o Xbox<sup>®</sup> e o Playstation<sup>®</sup>, ou na forma de *software*; construtos de programas específicos para desenvolvimento de jogos. Os jogos digitais compartilham de todas as características concebidas anteriormente na definição do que é jogo (Figura 5), mas, no entanto, entendemos que a tecnologia, provinda da computação é o principal distinguidor entre os jogos digitais e os que não são, e, por consequência, a intensidade do *feedback* experienciado pelo jogador provém exatamente dessa tecnologia empregada na construção dos jogos, o que anteriormente McGonigal observou.

### 1.2.3 Uma maneira de classificá-los (Os gêneros dos JD)

De acordo com Novak (2010) os gêneros em jogos são categorias que se baseiam em mais de uma característica de um jogo. Diferentemente dos gêneros literários ou dos filmes, o gênero dos jogos é composto por uma série de elementos baseados nas combinações

<sup>30</sup> A palavra ‘estética’ nesse contexto tem o sentido de ‘aparência’, não se confundindo com a estética da interação, em que a aparência não é a única dimensão considerada.

<sup>31</sup> Do original da língua inglesa, ... *a game is a closed formal system that subjectively represents a subset of reality.*

entre o tema, o ambiente do jogo, a forma que ele é apresentado na tela, a perspectiva do jogador (perspectiva do personagem na tela) e os tipos de estratégias utilizadas. Sob essa perspectiva, Novak propôs um modelo para categorizar os gêneros e os subgêneros dos jogos a partir das várias características dos mesmos. Mostramos esse modelo na (Figura 9) a seguir:

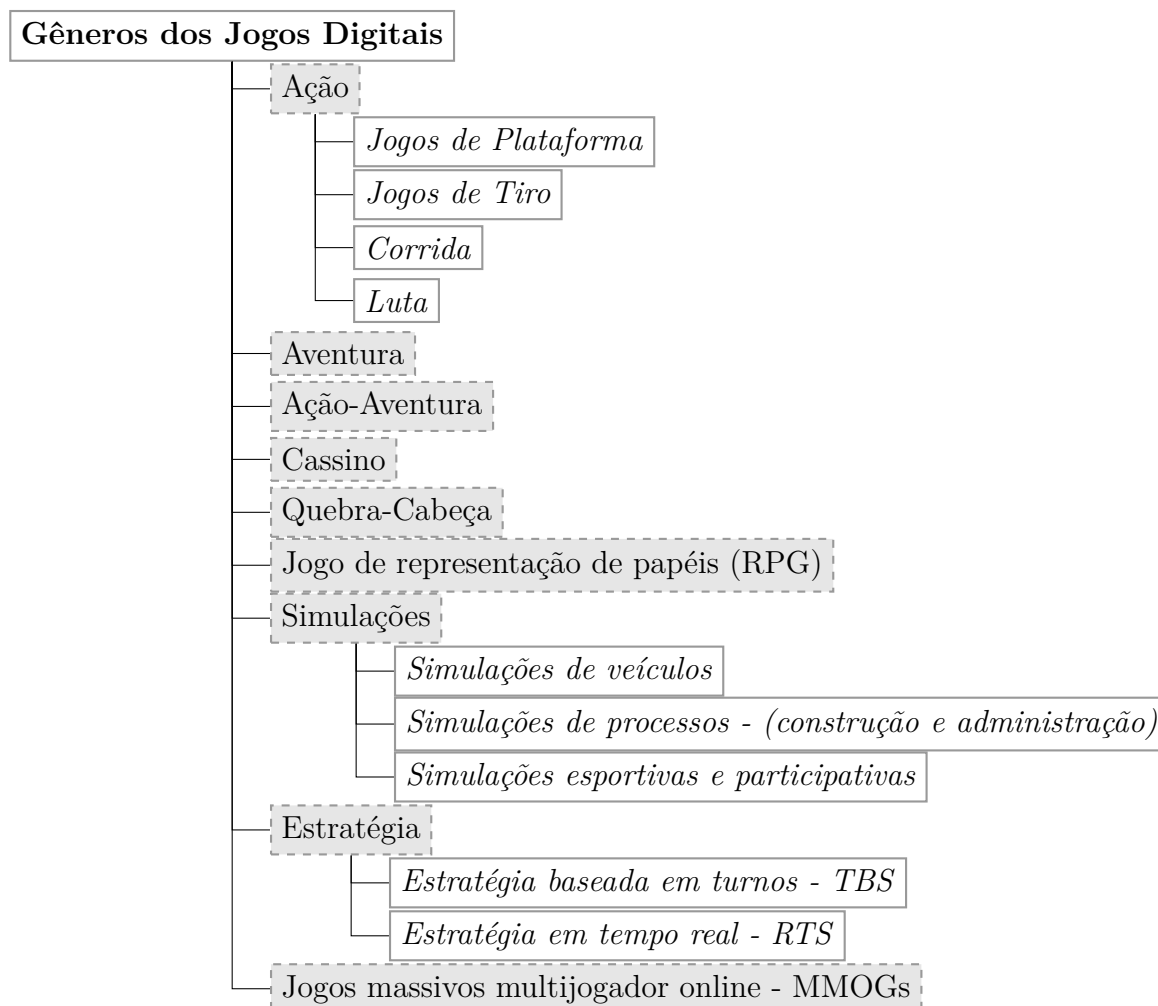


Figura 9 – A classificação dos gêneros dos jogos digitais, segundo Novak (2010).

Fonte: Baseado na classificação dos jogos proposta por Novak (2010).

Os jogos de ação, segundo Novak, são jogos nos quais o objetivo principal é destruir rapidamente os adversários, evitando ao mesmo tempo ser destruído. Uma marca, característica desse gênero de jogo, é a simplicidade no ato de se jogar, visto que o mais requerido nesse padrão de jogo é a coordenação visual e motora. São conhecidos também como jogos de reflexo, por causa dos movimentos rápidos. Como exemplos, segundo a autora, temos os antigos jogos de fliperama como o *Pac-Man* e o *Asteroids*, pertencentes a esse gênero.

Como subgênero dos jogos de ação temos os jogos de plataforma. Com a mesma jogabilidade rápida, esse subgênero se concentra nos movimentos feitos dentro de um ambiente no qual o jogador frequentemente salta e desvia de obstáculos que aparecem pelo



caminho. Jogos como o *DonkeyKong* e *Sonic the Hedghog* são exemplos desse subgênero dos jogos de ação.

Os jogos de tiro também são um subgênero dos jogos de ação. O foco principal desse subgênero de jogo de ação é o confronto armado entre os jogadores e outros personagens no mundo do jogo. Os jogos de tiro podem se subdividir em dois tipos: Os jogos de tiro em primeira pessoa (FPS<sup>32</sup>) e os jogos de tiro em terceira pessoa (TPS<sup>33</sup>). Nos jogos FPS, o jogador adota a perspectiva do personagem, visualizando, geralmente, apenas a sua mão e a arma que ela segura. Em jogos do tipo TPS, o jogador tem uma visão do seu avatar por inteiro, o que melhora de certo modo a perspectiva da visualização do jogo como um todo. O jogo *Counter Strike* é um famoso exemplo de FPS jogado via *Internet* até hoje. Como exemplo para jogo TPS, podemos citar o *Shadow Harvest: Phantom Ops*, um jogo de ação e de tiro com tema militar.

Jogos de corrida também fazem parte do gênero de ação e é um subgênero dessa categoria. A perspectiva de visualização do ambiente pelo personagem do jogo também pode variar entre primeira e terceira pessoa, assim como nos jogos de tiro. O cenário é composto de um veículo e o jogador, podendo ser por exemplo um carro de corrida e o avatar de um piloto famoso. O objetivo desse tipo de jogo é percorrer as pistas na maior velocidade possível sem perder o controle até a chegada do *grid* final. Como exemplo dessa subcategoria de jogo de ação, podemos citar os jogos da série *Grand Turismo* e *The Need for Speed*.

Dentre os jogos de luta mais populares desde a época dos fliperamas estão os jogos *Street Fighter* e *Mortal Combat*. Esses dois jogos do subgênero dos jogos de ação possuem uma mecânica parecida. Ambos baseiam-se no controle de um personagem que se apresenta em posição lateral na tela (perspectiva lateral), no qual o jogador manipula os controles direcionais e as combinações possíveis dos botões do controle com a finalidade de combinar movimentos, sejam eles de ataque ou de defesa.

De acordo com Novak, as características do jogos do gênero de aventura incluem exploração, coleta de itens, solução de quebra-cabeças, orientação em labirintos e decodificação de mensagens. Podemos citar como exemplo os jogos *Adventure* (ou *Colossal Cave*) e o jogo *Maniac Mansion*. O primeiro baseava-se em comandos de texto. Já o segundo, usava a popular mecânica *point and click*, em que o avatar do jogador acompanhava os cliques, captava itens e resolvia quebra-cabeças.

Um híbrido bastante popular de gênero de jogo é o de Ação-Aventura. Possuindo as características de ambos os gêneros, jogos como *God of War* marcaram presença, consolidando esse gênero. Além dos movimentos rápidos típicos dos jogos de ação, em certos momentos a maioria desses jogos fazem uma pausa para que o jogador resolva problemas

<sup>32</sup> Acrônimo para o termo na língua inglesa *first-person shooter*

<sup>33</sup> Acrônimo para o termo na língua inglesa *third-person shooter*

de quebra-cabeças (*Puzzes*).

Jogos de cassino são versões eletrônicas dos já conhecidos jogos de roleta, dados, vinte-e-um e máquinas de caça níqueis. Também conhecidos como jogos de azar (em que o resultado sempre é desconhecido e, geralmente, em desfavor ao jogador), esses jogos estão presentes em casas de recreações, cassinos e *websites* de apostas pela *Internet*.

Jogos de quebra-cabeças, também conhecidos como *Puzzes*, podem aparecer embutidos em muitos jogos de outros gêneros (por exemplo, os jogos de Ação-Aventura), mas merece destaque como gênero a parte. O objetivo desse tipo de jogo é resolver problemas, sejam eles lógicos - como o jogo de palavras chamado *Bookworm*, ou de padrões; como, por exemplo o jogo Tetris.

O próximo gênero de jogo abordado é o de representação de papéis, popularmente conhecido como RPG<sup>34</sup>. De acordo com Novak, esse gênero originou-se com a criação do jogo *Dungeons & Dragons* na década de 70. Inicialmente, esse jogo era jogado com lápis e papel e foi só mais tarde que as versões para computadores começaram a aparecer. Nos jogos desse tipo, o jogador assume o papel de um personagem, podendo ser ele um guerreiro, um mago, um sacerdote, um elfo ou um ladrão, como no jogo *Dungeons & Dragons*. Esse tipo de jogo possui uma narrativa extremamente elaborada, com personagens que podem mudar ao longo do caminho de acordo com as ações realizadas no jogo pelo jogador. Podemos destacar o jogo digital *Elder Scrolls* como um dos jogos desse gênero.

Jogos de simulação, também conhecido como jogos *Sims*, são facilmente identificados por tentarem reproduzir sistemas, equipamentos e experiências do mundo real. Alguns jogos de simulação são usados em programa de autoescola, ajudando os candidatos a motoristas no treino de direção. Esse é um exemplo de jogo de simulação de veículo, subgênero dos jogos de simulação. Podemos citar o jogo *Flight Simulator* como um bom exemplo desse gênero de jogo que, neste caso, foca nas simulações de pilotagem de aeronaves (aviões, helicópteros, etc.).

Temos também os simuladores de processos, conhecidos também como jogos de simulações de construções e administração. Talvez o exemplo mais popular e conhecido desse subgênero de simulação é o jogo *Sim City*, no qual o jogador cria, controla e administra uma cidade inteira em um mundo virtual.

Por fim, dentre os subgêneros dos jogos de simulação, encontramos os que simulam os esportes. Nesse tipo de jogo as regras do esporte real é transposta para a mídia digital na forma de jogo. É uma forma fictícia de participação de um esporte real, mas, como nos lembra Salen e Zimmerman (2004), apesar do jogo digital simular um esporte nos retornando um *feedback* imediato, essa interatividade é reduzida, visto que interagimos de forma limitada com os computadores e *consoles* de videogames em relação a realização

<sup>34</sup> Acrônimo das palavras na língua inglesa - *Role-Playing Game*.

do esporte na vida real.

Um gênero bem conhecido de jogo é o de estratégia. Podemos citar o Xadrez como um exemplo clássico de jogo em que os jogadores administram um conjunto limitado de recursos (neste caso, as peças) com o objetivo de atingir uma meta específica (no Xadrez, realizar uma jogada indefensável, chamada de Xeque-mate). Os jogos de estratégia podem operar de duas formas distintas: em turnos<sup>35</sup> ou em tempo real<sup>36</sup>. Dentre os jogos em turnos, podemos novamente citar o Xadrez. Cada jogador espera por sua vez para realizar os movimentos das peças no tabuleiro. Já os jogos em tempo real necessitam que o jogador gerencie em tempo real os recursos do jogo. Podemos citar o jogo *The Lord of Rings* como um exemplo de subgênero dos jogos de estratégia, operado em tempo real.

O último gênero concebido por Novak é o de ‘Jogos Online Multijogador Massivos’, também chamados de jogos MMOGs<sup>37</sup>. Esse gênero tem como diferencial a alta taxa de comunicação via rede entre os jogadores. O mais famoso e antigo jogo de MMOG é o *Word of Warcraft*, que diariamente é jogado por milhões de usuários e está há pelo menos 10 anos no mercado.

Novak concebeu nove gêneros ou categorias para os jogos digitais baseado em informações de uma série de elementos presentes nos jogos, como o tema, o tipo de ambiente, a disposição e perspectiva do personagem na tela e as estratégias que são utilizadas para se jogar um determinado jogo. No entanto, na literatura encontramos várias outras formas de classificar os jogos, umas mais simplistas (aglutinando os gêneros aqui apresentados e os definindo como pertencendo a uma só coisa) e outras mais detalhistas (concebendo o gênero *Serious Games*, por exemplo).

Percebemos também pela classificação de Novak que a autora não reservou um espaço para tratar dos jogos educativos<sup>38</sup>, que são jogos com objetivos relacionados ao ensino-aprendizagem de conteúdos escolares. Como dissemos anteriormente, a várias maneiras de se classificar os jogos digitais e, neste caso, a autora preferiu não incluir jogos que abordam conteúdos educativos em um novo gênero de jogo. Contudo, ao entrarmos em contato com esses jogos, encontramos traços de muitos outros gêneros. Jogos educativos que se valem da mecânica e da estética dos jogos de RPG, acabam que herdando muitas características desses tipos de jogos.

Uma outra perspectiva de classificação dos jogos é apresentada por Alexandre Galloway, como veremos a seguir.

---

<sup>35</sup> *Turn-Based Strategy* ou TBS

<sup>36</sup> *Real-Time Strategy* ou RTS

<sup>37</sup> Acrônimo para *Massively Multiplayer Online Game*

<sup>38</sup> De acordo com Kapp (2012), um subgrupo dos *Serious Games*.

### 1.2.4 Jogos digitais e a ‘*gamic action*’ de Alexandre Galloway

Galloway (2006), assim como outros autores, define os jogos digitais como uma atividade definida por regras em que jogadores tentam chegar a algum tipo de meta. De acordo com ele, os JD se configuram como um novo tipo de mídia em que jogador (chamado por ele de operador) e a máquina (*Hardware*) desempenham papéis de igual importância. Apesar dessa mídia de massa se constituir em sistemas de *software*, envolvidos por atores orgânicos (Humanos) e inorgânicos (*Hardware*, Inteligência artificial, NPC<sup>39</sup>, etc.), fundamentalmente ela é uma mídia que encerra o seu significado pela ação (*gamic action*). A ação é desempenhada tanto pelo jogador quanto pelo dispositivo eletrônico que, de acordo com ele, jogam juntos, ‘[...] passo-a-passo, movimento-a-movimento.’ (GALLOWAY, 2006, pág. 2). A diferença é que a ação da máquina tem sua origem no *software* e *hardware* do computador, ao passo que a do operador é percebida quando ele age sobre o jogo. O autor exemplifica essa situação da seguinte forma: Quando jogamos e ganhamos no jogo *Metroid Prime* é uma ação do operador. Mas quando perdemos, essa é uma ação da máquina que interpreta as regras do jogo pelo seu código de programação. É pela possibilidade de agir que o jogador cria suas próprias regras, e não o jogo em si.

De acordo com a teoria de Galloway, a ‘*gamic action*<sup>40</sup>’, que explica a interação entre os atores envolvidos no ato de jogar, tem origem nas teorias da mídia (da interatividade e da audiência ativa), mas as mesmas não são suficientes para descrevê-la. Desse modo, Galloway propõe uma maneira para classificar os jogos a partir da diegese<sup>41</sup> (espaço diegético/não-diegético) e de seus atores (operadores e máquinas). Essa classificação destoa da classificação de Novak (2010), que aparentemente ainda usa como base a combinação de elementos da mecânica, tema, ambiente, forma de apresentação na tela, perspectiva do jogador e estratégias.

<sup>39</sup> Acrônimo de *Non-player character*, ou seja, personagem não controlado pelo jogador.

<sup>40</sup> Não traduzimos esse termo, como já vimos em outros trabalhos, já que soa estranho usá-lo denotando o sentido de ‘*game*’, uma vez que o mesmo já existe, com outro sentido, na área da Biologia.

<sup>41</sup> Referente aos elementos narrativos do espaço do jogo.

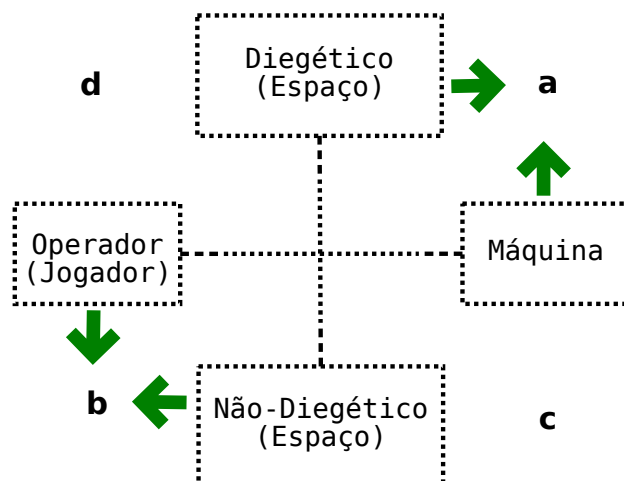


Figura 10 – O modelo de classificação dos jogos segundo a ‘*gamic action*’ de Alexandre Galloway.

Fonte: Baseado em Galloway (2006), pág. 17.

Desse modo, os jogos digitais podem ser classificados pelo tipo de ação dentro do espaço diegético/não-diegético e pelo tipo de operador que atua nele, conforme verificamos na Figura 10. Temos quatro possíveis tipos de ações: a ação diegética do operador, a ação diegética da máquina, a ação não-diegética do operador, e a ação não-diegética da máquina.

Cardoso (2008) resume essa quatro possibilidades em:

Assim os atos não-diegéticos da máquina são atos de capacitação e incapacitação, relacionando-se com a atividade que joga com a estrutura do sistema. Os atos não-diegéticos do operador são atos de configuração, de construção algorítmica que influenciam o decurso do jogo. Os atos diegéticos do operador relacionam-se com a exploração do mundo imaginário do jogo, onde residem os atos de movimento e os atos de expressão. O ato diegético da máquina retira o operador do jogo e deixa apenas a máquina a funcionar num estado de ato ambiental, onde todas as ações realizadas pela máquina dentro do mundo imaginário do jogo habitam.(CARDOSO, 2008, pág. 73-74)

Na Figura 10, temos os jogos definidos por esse modelo, indicados nos vértices por (a), (b), (c) e (d), para efeito de exemplificação. O jogo em (a) é praticamente jogado pela própria máquina. Percebemos nesse momento que não necessariamente um jogo necessita de um jogador<sup>42</sup> (operador) para ser jogado. Vemos isso em muitos jogos de simulação, em que o jogador humano é mais um dos atores do jogo, juntamente com os NPCs. Em (b) temos os jogos operados em espaços não-diegéticos pelo jogador em que as configurações algorítmicas influenciam o jogo. Esse é o caso, de acordo com Galloway, do *JD Final Fantasy X*, em que o operador está sempre sujeito a configuração do jogo. Em (c), jogos

<sup>42</sup> Um critério presente na maioria das definições de jogo que encontramos na literatura especializada, usada na nossa pesquisa.

classificados como não-diegético da máquina, temos aqueles em que os elementos narrativos do jogo não influenciam no mesmo. De acordo com Galloway, são ‘[...] ações realizadas pela máquina e integradas na totalidade da experiência do jogo mas não contidas dentro de uma concepção estreitada do mundo do jogo’ (GALLOWAY, 2006, pág. 28). Finalmente, em (d), jogos que explorados espaço diegético pelo jogador, percebemos a importância dos atos executados dentro do mundo imaginário do jogo. De acordo com Cardoso, podemos separá-lo em atos de movimento e de expressão. Para ele, os de movimento se referem a alteração da posição ou orientação do jogo. Os de expressão se relacionam apenas com as expressões do jogador, que desempenha ações de selecionar, abrir, falar, etc.

### 1.2.5 Jogadores - Quem são e como agem nos jogos

Potenciais jogadores são escolhidos, geralmente, pelas indústrias dos jogos através do uso de pesquisas de mercado no qual informações como idade, sexo e grau de instrução são analisadas. Percebemos que homens e mulheres possuem distintos interesses intrínsecos e extrínsecos, que variam também conforme a idade. Essa é a maneira pela qual o *game designer* geralmente começa o seu trabalho - entendendo o segmento que quer atingir com o seu jogo. Segundo a pesquisa de Schell (2008), os homens preferem jogos que lhes fornecem uma sensação de domínio, que priorizem a competição, que mostrem coisas sendo destruídas, que possuam quebra-cabeças espaciais e possibilite as tentativas e os erros. Já as mulheres apreciam os jogos que possibilitem trabalhar as emoções, que se conectem intimamente com o mundo real, despertem o sentimento de proteção, que priorize o aprendizado com exemplos e possua diálogos e quebra-cabeças verbais. Portanto, entender quem é o jogador é tarefa fundamental para qualquer *game designer*.

Visto que é impossível realizar todos os desejos de cada indivíduo em um jogo, levando apenas em consideração a classificação do público alvo através de dados demográficos (idade, sexo, renda, etc.), fatores psicológicos podem ser utilizados para classificar melhor os tipos de jogadores. Segundo Schell, dados demográficos podem ser úteis em algum momento para a construção do jogo, mas, são apenas dados externos, que não consideram os ensejos do jogador. Uma forma de tentar entender melhor o que os jogadores estão pensando internamente é através da psicografia, no qual os jogadores revelam, através das escolhas, o seu estilo de vida.

Outro tipo de pesquisa que pode ser realizada para entender melhor os tipos de jogadores são as relacionadas aos prazeres que eles apreciam. Certamente que pessoas diferentes apreciam prazeres distintos. No entanto, os pesquisadores em jogos digitais, Hunicke (2004) *et al*, propõem uma taxonomia com oito prazeres no qual os jogadores apreciam sentir quando estão jogando.

O primeiro dos prazeres apresentado pelos autores é a sensação que envolve a utilização dos sentidos - o tato, a audição, a visão, os aromas, ou seja, tudo que é sensorial

para o jogador. Segundo Schell, o prazer sensorial não consegue transformar um jogo ruim em um bom, porém pode torná-lo mais agradável.

O prazer de se imaginar em algo que não somos, por exemplo um super soldado ou um guerreiro ninja, provoca o mundo imaginário do jogador. Essa fantasia experienciada por ele é também um prazer que muitos jogos proporcionam ao jogador através da simulação de papéis.

Apreciar uma boa narrativa também gera prazer aos jogadores. O desdobramento dramático de uma boa história em um jogo parece causar grande prazer em quem joga. Não é só nos jogos que percebemos os efeitos de uma boa narrativa. Nos livros e nos filmes, os momentos finais quase sempre são surpreendentes, ou seja, o clímax da história sempre se desenrola nesses momentos finais e prendem a atenção das pessoas.

Os desafios, quando dosados adequadamente em nosso dia-a-dia, também nos deixam motivados. Apreciamos resolver problemas quando sentimos que estes são exequíveis. De outra maneira, quando percebemos que a dificuldade é superior a nossa capacidade, nos prostramos ou abandonamos essas atividades.

Sentimos também prazer em cooperar ou fazer parte de uma comunidade. Essa relação de amizade e de companheirismo entre os jogadores gera um estado de envolvimento entre todos os companheiros de equipe.

O prazer proporcionado pela descoberta é há muito tempo conhecido pelos *designers* de jogos digitais. A exploração de um mundo novo ou a descoberta de uma estratégia eficaz gera esse sentimento nos jogadores. Há também situações nos jogos em que os jogadores, ao agirem como exploradores, se deparam com surpresas. Há um termo na indústria de jogos que está bem relacionado com esse tipo de prazer denominado de *eastern eggs*<sup>43</sup>, em que os *game designers* escondem objetos, informações ou pistas em certos locais nos jogos.

Um outro prazer que os jogadores apreciam nos jogos é a possibilidade de se expressarem criando ‘coisas’ nos jogos. Criar e modificar um personagem no jogo para que se torne mais parecido com o jogador tem muito a ver também com o prazer gerado pela fantasia e pela representação de papéis.

Por fim, o último prazer elencado pelos pesquisadores Hunicke (2004) *et al* é relativo à submissão. Submeter-se ao círculo mágico (que foi concebido inicialmente na teoria de Huizinga) do jogo, no qual o que só se importa é o prazer de habitar esse mundo, com seus objetivos e suas regras definidas.

<sup>43</sup> Este termo está ligado ao antigo costume da tradição norte americana no qual, em período pascal, ovos de chocolate são escondidos para que as crianças os procurem e experienciem o prazer da descoberta.

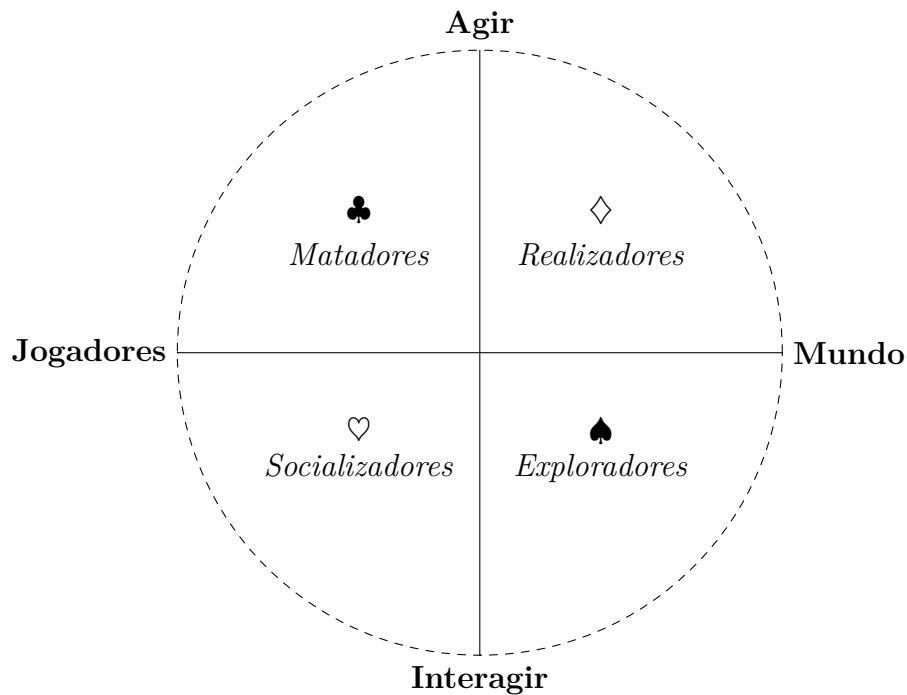


Figura 11 – A taxonomia de Bartle para os tipos de jogadores

Fonte: Baseado na taxonomia dos jogadores, segundo Bartle.

Os jogadores apreciam sentir esses prazeres nos jogos. Obviamente, nem todos os jogadores são iguais e, também pensando nisso, o *game designer* Richard Bartle propôs uma taxonomia dos tipos de jogadores nos dando pistas para entender o porque eles agem de certas formas nos jogos. Bartle, especialista em jogos do tipo MUDs<sup>44</sup> propôs um modelo simples, exposto na (Figura 11), baseado nos naipes das cartas de baralho.

Este modelo prevê quatro tipos de jogadores - realizadores, matadores, socializadores e exploradores. Um jogador é do tipo realizador se ele gosta mais de agir no mundo do jogo. Se ele prefere interagir, então ele será do tipo explorador. Se o mesmo jogador gosta mais de interagir com outros jogadores, então ele será do tipo socializador. Por fim, se o jogador prefere agir sobre outros jogadores, ele será categorizado como matador.

Como mencionado anteriormente, estes dois modelos não suprem todos os sentimentos e prazeres que um jogo pode proporcionar mas, no entanto, é uma ferramenta útil para o *game designer* quando ele está criando jogos para perfis específicos de jogadores. Conhecer os jogadores, de alguma forma, é um dos primeiros requisitos atentados pelo *game designer*.

<sup>44</sup> Jogos do tipo MUD são aqueles jogos de multijogadores, jogados em tempo real em um mundo virtual - MUD é o acrônimo de *Multi-User Dungeon*.



### 1.2.6 O estado de *Flow* aplicado ao *design* dos jogos digitais

De acordo com Chen(2007), o primeiro passo para a criação de algo que seja apreciado pelas pessoas é dado quando conhecemos os seus anseios. Geralmente, na área da tecnologia, essa tarefa fica por conta do *design* orientado ao usuário, que se ocupa da tarefa de tentar entender os desejos da pessoa que usará um produto, um *software* ou até mesmo um jogo digital.

Uma das teorias usadas para tentar entender como se processa esse estado de realização, obtido pelas pessoas quando realizam certos tipos de atividades, foi criada pelo professor de psicologia Csikszentmihalyi (1990) que, em meados dos anos 70, quando pesquisava sobre a felicidade, acabou introduzindo o conceito de ‘fluxo’. De acordo com Csikszentmihalyi, o fluxo (Figura 12) é um estado no qual uma pessoa permanece completamente focada em uma atividade, experienciando um alto grau de prazer, satisfação e realização. De acordo com Sweetser(2005), Csikszentmihalyi identificou oito componentes majoritários presentes nesse estado de experiência ideal. São eles:

- a) *Uma tarefa pode ser concluída;*
- b) *A capacidade de se concentrar em uma tarefa;*
- c) *A concentração é possível porque a tarefa tem objetivos claros;*
- d) *A concentração é possível porque a tarefa fornece um feedback imediato;*
- e) *Há um envolvimento profundo, mas sem um esforço que remove a consciência sobre as frustrações de vida cotidiana;*
- f) *Há um senso de controle sobre as ações;*
- g) *A perda da autoconsciência, em que as preocupações desaparecem;*
- h) *Um senso alterado do tempo.*

Para Sweetser(2005), o termo usado para adaptar o estado de *flow*, descrito por Csikszentmihalyi, no mundo dos jogos digitais, é conhecido como *gameflow*. De acordo com Chen (2007), a experiência do fluxo e do *gameflow* são idênticas quando percebemos os jogadores imersos em uma experiência, propiciada pelo jogo. Nesse estado, percebemos que os jogadores perdem o senso do tempo, se esquecem das pressões externas e permanecem focados na atividade que estão desempenhando. Ainda, de acordo com o autor, uma maneira de se medir o grau desse estado é através da contagem do tempo em que a pessoa, nesse caso o jogador, permanece nessa zona de fluxo. Quanto maior o tempo, maior é a sensação do *GameFlow* e, por consequência, mais gratificante é o jogo.

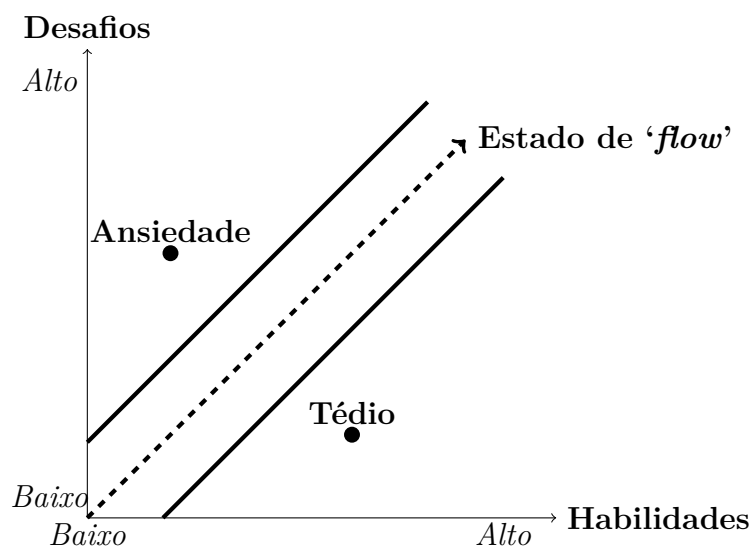


Figura 12 – O conceito de fluxo da teoria de Csikszentmihalyi (1990)

Fonte: Baseado no conceito de *Flow* de Csikszentmihalyi (1990).

Uma importante observação, a respeito desse estado motivador e envolvente, é que ela varia de pessoa para pessoa (Figura 13). Isso depende do quão proficiente essa pessoa é com certas habilidades e o quão feliz ela fica ao encarar desafios. Um jogador que adora obstáculos e competição, certamente, terá a sensação de fluxo quanto maior for a dificuldade. Percebemos esse perfil no Jogador 1 na Figura 13, no qual este está no estado de fluxo quando o desafio do jogo é maior do que, por exemplo, para o Jogador 2 e 3. Para Chen, ‘Em matéria de jogos de videogame, jogadores diferentes têm diferentes habilidades e esperam diferentes desafios’(CHEN, 2007, p. 33)’.

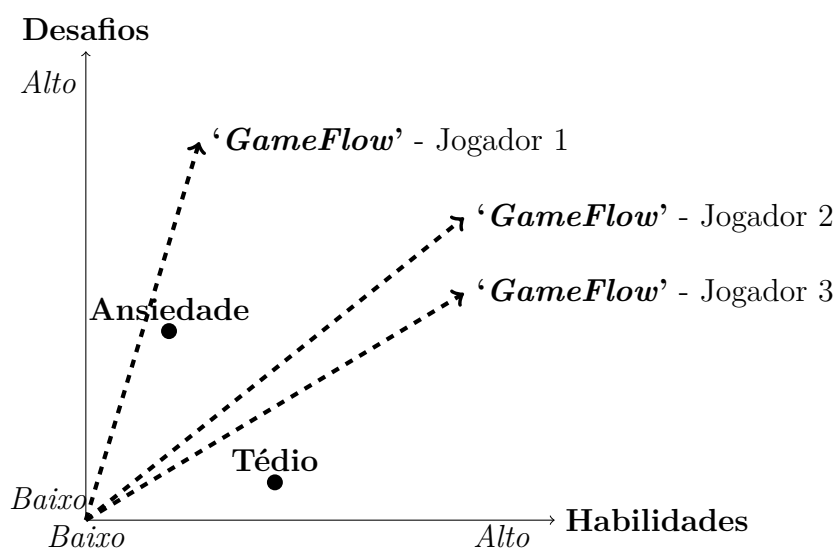


Figura 13 – O conceito de *GameFlow*, baseado na teoria de Csikszentmihalyi (1990) para diferentes pessoas.

Fonte: Baseado no conceito de *Flow* de Csikszentmihalyi (1990).

Nessa tentativa de compreender o estado de fluxo nos jogos digitais, Cowley(2008) realiza um estudo em que tenta propor uma abordagem prática e integrada para a análise da mecânica e estética dos jogos, o que colabora com o desenvolvimento de uma percepção mais profunda da capacidade do fluxo nos jogos digitais. Uma interessante análise é feita nesse trabalho relacionando os elementos do ‘*Flow*’ com as características dos jogos, verificados por esse estudo (Tabela 5).

<b><i>Elementos do Flow</i></b>	<b>Manifestações nos jogos</b>
Uma tarefa que pode ser concluída	O uso de níveis em jogos fornece pequenas seções que levam à conclusão de todo o trabalho.
A capacidade de se concentrar na tarefa	Criação de mundos convincentes que atraem os usuários. As masmorras e labirintos em Doom <sup>1</sup> II ajuda suspender seus sistemas de crenças de cada vez.
A concentração é possível porque a tarefa tem objetivos claros	Sobrevivência, coleta de pontos, coleta de objetos e artefatos, resolver o enigma.
A concentração é possível porque a tarefa fornece um <i>feedback</i> imediato	Atirar nas pessoas e elas morrem. Encontre uma pista, e você pode colocá-lo em sua bolsa.
Um envolvimento profundo, mas sem esforço que remove a conscientização sobre as frustrações de vida cotidiana	A criação de ambientes distantes do que sabemos ser real ajuda a suspender os sistemas de crenças e nos leva para longe do normal.
Um senso de controle sobre as ações	Dominar os controles do jogo, como um movimento do mouse ou combinações de teclado.
A perda da autoconsciência em que as preocupações desaparecem	Muitos jogos oferecem para um ambiente uma simulação de vida e de morte. Pode-se enganar a morte e não realmente morrer. Pessoas ficam acordadas a noite toda para jogar estes jogos. É a criação de uma integração de representação, problema, e controle sobre o sistema que promove isso.
Um senso alterado do tempo	Anos podem ser jogados em horas; batalhas pode ser realizadas em alguns minutos. O ponto-chave é que as pessoas ficam a noite toda jogando esses jogos.

<sup>1</sup> Jogo de tiro em primeira pessoa da empresa *id Software*, criado em 1994.

Tabela 5 – As possíveis relações entre o estado de *Flow* e os elementos dos jogos, segundo Cowley(2008).

Esse efeito do fluxo é desejado para os jogos digitais, na medida que atraem os jogadores para o jogo. As pessoas responsáveis pela criação dessa experiência, além das muitas outras tarefas relacionadas direta e indiretamente ao processo de construção de um jogo, são os *game designers*.

## 1.3 Game Design

Antes de falarmos sobre *game design*, precisamos conhecer alguns significados da palavra *design*. Esta palavra não está relacionada apenas com uma ideia ou um conceito, mas também muito com a prática. Segundo Salen (2004), ela pode assumir variados significados, de acordo com o que entendemos pelo que é ‘ideia’, ‘conhecimento’, ‘processo’, ‘prática’ e ‘produto’.

### 1.3.1 Design

Etimologicamente, esta palavra de origem inglesa deriva do Latim (*de + signare*), o que significa construir alguma coisa, designando sua relação com outras coisas. Contudo, 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 (1980), esta palavra tem um sentido mais tradicional, priorizando a aparência visual dos produtos e das coisas. Para ele, o *design* é a concepção da forma visual.

### 1.3.2 Game Design = Design + Game ?

Da mesma forma que aconteceu com a definição da palavra *design*, o termo *game design* também se destaca pela variedade de definições. Schell (2008) verificou isso em seus estudos, percebendo certa confusão na definição desse termo, 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 trivial a sua definição, na realidade, a pessoa responsável pelo *design* de jogos<sup>45</sup> possui uma grande responsabilidade em um projeto de jogo. O *designer* de jogos é um papel desempenhado por uma pessoa física ou por uma equipe, visto o grande atarefamento no momento da construção de um jogo digital. Ainda, de acordo com o autor, ser um *designer* de jogos não requer necessariamente habilidades de programação, criação de roteiros de histórias ou conhecimentos sobre desenho e arte, apesar de, para Schell, esses conhecimentos serem desejáveis para esses profissionais, já que são eles os responsáveis por decidir os caminhos do desenvolvimento do jogo.

Novak(2010) prefere comparar o *Game Designer* com a profissão do engenheiro. Para ela, o pensamento do *Game Design* 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.

---

<sup>45</sup> *Game Designer*

311). Essa visão confere ao construtor de jogos digitais uma tarefa mais interna no que tange à construção do jogo.

Para Rogers(2012), a pessoa responsável pelo *Design* de jogos 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). Sob essa visão, o autor confere ao *game designer*, além das responsabilidades mais relacionadas com o processo interno de criação do jogo, as funções gerenciais do projeto de criação do mesmo.

Percebemos não haver um consenso na definição da área do *game design*, de acordo com os autores supra citados mas, no entanto, todos concordam com a importância da pessoa que desempenha esse papel em um projeto de criação de jogos. Concordamos com Rogers e Novak no sentido de que eles entendem que o *game designer* possui a tarefa principal de agir sobre a construção do jogo, seja na problematização, construção de regras ou na jogabilidade.

Por entender essa centralidade no projeto do jogo, Schell estende as responsabilidades do *game designer* para também atuar no âmbito gerencial do projeto, envolvendo ações na área financeira, comercial e operacional. De acordo com ele, esses profissionais, preferencialmente, devem possuir alguns conhecimentos de diversas áreas que, a princípio, não possuem relação com os jogos.

### 1.3.3 As habilidades necessárias para a construção dos jogos digitais

Jesse Schell (2008) listou algumas habilidades que achou ser importante para um bom profissional que deseje se aventurar na área da criação dos jogos digitais. Para ele, é importante (porém, não necessariamente obrigatório) que a pessoa que vá construir jogos possua conhecimentos de várias áreas, podendo eles estarem relacionados com a criação de jogos ou não.

Habilidades nas áreas da tecnologia, do *design*, das finanças, da engenharia, da história, do desenho, entre outras, ajudam esse profissional no momento de tomar decisões no processo de criação de um jogo digital. Conhecer os fundamentos dessas áreas, segundo o autor, permite uma maior interação desse profissional com as demais, envolvidas no processo de criação de um jogo.

Para Rogers (2012), a função de um *game designer* vai além de cuidar da produção dos jogos. A questão financeira é sempre importante dentro de um projeto e, analisar custos e gerenciar verbas, pode ser uma das suas atribuições. Possuir essas habilidades de negócios torna-se crucial quando o dinheiro destinado a um projeto de jogo é limitado ou escasso.

Obviamente são muitos conhecimentos e habilidades para uma só pessoa. Percebe-

mos nesse momento quão interdisciplinar é a área do *game design*, e a importância desse profissional que precisa ter uma visão do ‘todo’ no processo de criação de um jogo digital.

Por isso a importância da sistematização do processo de criação de jogos digitais, sejam eles criados para ensinar conceitos químicos ou para abordar conhecimentos de outras áreas do ensino de conteúdos escolares. Com este trabalho, procuramos entender os aspectos essenciais considerados no processo de construção dos jogos digitais, com a finalidade de serem usados no ensino de Química e Ciências. Com essa sistematização, em tese, podemos nos ater mais aos aspectos educativos, relacionados ao ensino de Química, e menos em entender todos esses aspectos relacionados com as habilidades desejáveis para o *game designer* que listamos acima. Deste modo, em tese, é possível guiar os professores, estudantes ou empresas da área da educação na tarefa da criação desses recursos.

Em relação a questão em aberto, ou seja, ‘*Game Design* é a simples associação entre os jogos e o *design*?’ , podemos concluir, a partir da experiência desses autores<sup>46</sup>, que essa relação é deveras simplista. Por exemplo, o *design* definido por Heskett se preocupa apenas com a aparência visual do produto e das coisas, e, transplantando para o papel do *game designer*, percebemos que, de acordo com Schell e outros autores, esse profissional não se limita apenas ao processo interno de criação do jogo, mas, também, à superfície dele, o que envolve o processo gerencial e organizacional das equipes de trabalho.

## 1.4 Os jogos e a aprendizagem

Ao realizarmos nossa pesquisa em relação aos jogos e a aprendizagem, nos deparamos com alguns termos que causaram dúvidas. Esses termos eram recorrentes em trabalhos como os de Virvou(2005), Najdi(2012), Kiili(2005), Moreno(2008), Smith(2008) e Mouaheb(2012), e, logo, tornou-se necessário entender o que cada autor entendia por GBL - *Game-Based Learning, Gamification, Serious Games* e *Educational Games*.

### 1.4.1 O que é Aprendizagem Baseada em Jogos ou GBL (*Game-Based Learning*)?

Métodos e estilos de aprendizagem variam de pessoa para pessoa. Podemos perceber hoje que a população de jogadores cresce em ritmo acelerado, abrangendo várias classes sociais e demográficas (conforme a pesquisa da McGonigal(2011) destacou). Também percebemos que o perfil do estudante<sup>47</sup>, seja ele das escolas públicas ou privadas, abriga boa parte dessa população (jogadores). Desse modo, oportunizar um aprendizado

<sup>46</sup> Apesar de ser uma visão muito particular desse tema.

<sup>47</sup> Jovens em idade escolar, que fazem uso dos computadores, dispositivos móveis de comunicação como celulares e *smarthphones*, e que jogam jogos educativos, conforme destaca a pesquisa da CETIC.BR(2012).

em que elementos lúdicos façam parte, contribui para que se cre um ambiente envolvente, contextualizador e estimulante para o aluno que está vivenciando o dia-a-dia escolar.

Uma metodologia de Ensino, baseada na utilização dos jogos, parece ser uma boa alternativa para alcançar esse novo perfil de estudante, fluente em tecnologias e acostumado a jogar.

Garris *et al* (2002) desenvolveram um modelo em que tentam explicar o aprendizado (seja ele de conteúdos educacionais ou treinamentos), sendo processado dentro do ciclo do jogo. Este modelo chamado de GBL<sup>48</sup> (Figura 14), concentra-se na automotivação, promovida dentro desse ciclo. Desta forma, os conteúdos instrucionais e os elementos dos jogos são aliados com o objetivo de se obter resultados no aprendizado de conteúdos educativos. Esse processo se dá mediante a estados de interesse e de prazer, experienciados pelo aprendiz, e também no aumento da persistência e do tempo, despendido pelo jogador, juntamente com um eficaz sistema de retorno de respostas instantâneas (*feedback*).

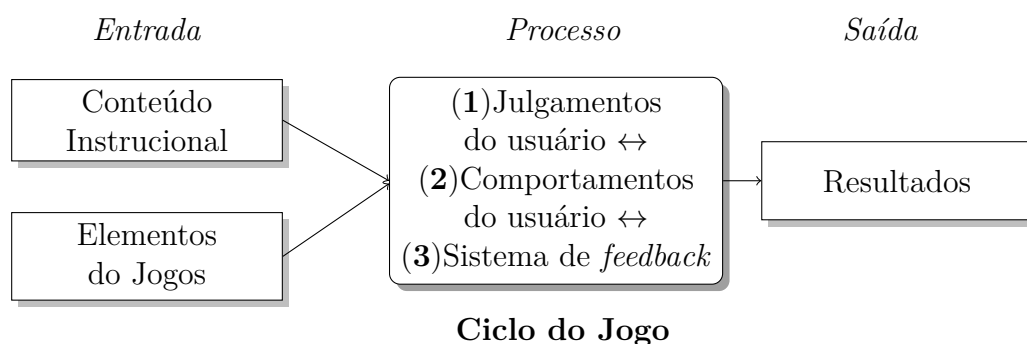


Figura 14 – Aprendizagem processada dentro do ciclo do jogo, segundo Garris *et al* (2002)

Fonte: Baseado na esquema de Garris *et al* (2002) , p. 445.

Movendo esse tipo de aprendizagem para o meio digital temos o termo DGBL<sup>49</sup>. A premissa por trás desse tipo de aprendizagem é a de que os conteúdos escolares, os treinamentos e as instruções podem ser combinados com os jogos digitais. De acordo com o pesquisador Marc Prensky, podemos definir a aprendizagem baseada em jogos digitais como a utilização de ‘ [...] qualquer jogo para o processo de ensino e aprendizagem em um computador ou on-line.’ (PRENSKY, 2012, p. 208). Nesse caso, Prensky usa como sinônimos os jogos de computadores e os jogos digitais.

Ainda, de acordo com Prensky, a DGBL funciona porque ela envolve o aprendiz simplesmente pelo fato dela estar inserida em um contexto de jogo. Um outro argumento apontado por Prensky é o de que a aprendizagem é empregada em um processo interativo, podendo assumir diferentes formas, dependendo dos objetivos. Por fim, ele entende que dessa união entre os conteúdos educacionais e os jogos digitais, há a formação de um

<sup>48</sup> Acrônimo de *Game-Based Learning*, (Aprendizagem baseada em jogos)

<sup>49</sup> Acrônimo de *Digital Game-Based Learning*, (Aprendizagem baseada em jogos digitais)

ambiente altamente contextual para os alunos<sup>50</sup>.

No entanto, combinar jogos digitais e a aprendizagem de conteúdos escolares não é tarefa fácil. Segundo o autor, para que essa combinação dê certo ela depende do tipo de público que utilizará o jogo, do assunto abordado, do contexto político e de negócios (por exemplo, se a empresa ou uma instituição de ensino aposta nesse tipo de aprendizagem<sup>51</sup>), da tecnologia e dos recursos disponíveis, e, por fim, de como será disponibilizado o jogo (via *Internet*, *CDRom*, *DVDRom*, etc.).

Apesar de Contreras *et al* (2013) discutirem sobre a visão dos professores à respeito da GBL e DGBL, defendendo uma maior participação dos mesmos no processo de criação dos jogos com finalidades educativas, temos que, uma boa parte destes (ou a maioria), não possuem conhecimentos de ordem técnica para criarem os jogos digitais. De acordo com os autores:

A eficácia de se desenvolver o processo de ensino-aprendizagem utilizando os jogos digitais, depende, em grande parte, da participação dos professores e de sua concordância em utilizar este tipo de produção na educação. (CONTRERAS *et al.*, 2013, p. 204)

Prensky prefere entender a DGBL a partir de dois processos - o envolvimento e a aprendizagem. Segundo o autor, os jogos usados para o entretenimento são altamente envolventes mas, no entanto, pouco acrescentam à aprendizagem. Já os treinamentos, baseados em programas de computadores (que não são tidos como jogos), possuem um baixo envolvimento e aprendizado por parte dos alunos. Para Prensky, o melhor desses dois mundos é a aprendizagem baseada em jogos digitais, que possui um alto envolvimento e pode propiciar um alto grau de aprendizado. No entanto este estado só é atingido quando há um equilíbrio entre esses dois pontos - envolvimento e a aprendizagem (Figura 15). Se o jogo é muito envolvente, ele pode deixar de lado o aprendizado. O contrário também é verdadeiro, pois, quando o jogo se foca muito no aprendizado, ele pode se tornar entediante. O equilíbrio, segundo Prensky, parece ser o grande trunfo a ser conquistado nesse tipo de aprendizagem.

Discordando de Prensky no que se refere aos jogos altamente envolventes, que para o autor pouco acrescentam a aprendizagem, o pesquisador em GBL James P. Gee, relata no texto - '*Deep learning properties of good digital games*' - no livro dos escritores Ritterfeld *et al* (2009), sua opinião sobre os 'bons jogos' e a aprendizagem. O pesquisador salienta que há muitas características que os bons jogos de entretenimento possuem que podem ser utilizadas na promoção do aprendizado, não levando muito em consideração o equilíbrio citado por Prensky (Figura 15). Nesse texto, Gee fala sobre *Serious Games*

<sup>50</sup> Visto que grande parcela deles é composta por jogadores, como percebemos, por exemplo, na pesquisa do CETIC.BR(2012).

<sup>51</sup> Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais



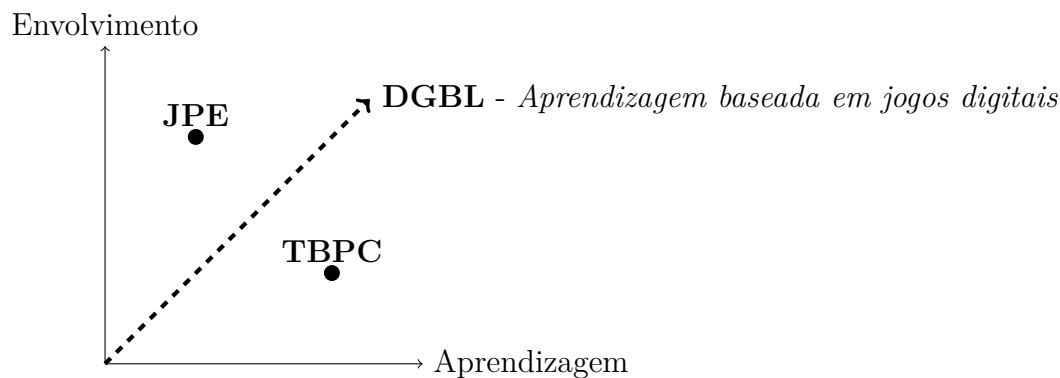


Figura 15 – Aprendizagem baseada em jogos digitais - Aprendizagem & Envolvimento. (JPE - Jogos de puro entretenimento, TBPC - Treinamento baseado em programas de computadores)

Fonte: Do livro - Aprendizagem baseada em jogos digitais - Mark Prensky (2012), página 213.

(assunto que trataremos adiante), em que define os jogos digitais como sendo ‘[...] espaços de resolução de problemas que usam aprendizagem contínua e provém caminhos para o domínio através do entretenimento e prazer<sup>52</sup>’ (RITTERFELD; CODY; VORDERER, 2009, p. 67).

Muitas características encontradas nos bons jogos digitais podem ser aproveitadas para a aprendizagem, dentre elas, o prazer de se jogar. Segundo Gee, a aprendizagem resultante mais óbvia na utilização dos jogos é o ‘aprender jogar’. Aprender jogar pelas regras, estratégias, procedimentos, e, também pela tentativa e erro, implica em um grande esforço por parte do aprendiz. No caso de um jogo que possui objetivos educacionais, o aprender jogar torna-se o aprender um conteúdo ou um conceito, dependendo dos objetivos do jogo e o que o *game designer* quis induzir. Desta forma, segundo o autor, esses jogos podem ser utilizados para diferentes tipos de aprendizagem como entender profundamente conceitos e habilidades em resoluções de problemas (e não apenas para memorização e repetição de fatos, como geralmente é associado os jogos com fins educativos).

A essa vontade de integrar os elementos dos jogos em atividades não-jogo damos o nome de *gamification*, como veremos a seguir.

#### 1.4.2 Gamification

Segundo Werbach e Hunter (2012), *gamification* é ‘[...] o uso dos elementos dos jogos e técnicas do *game design* em contextos não-jogo.’ (WERBACH; HUNTER, 2012, p. 26). Os autores destacam alguns elementos, em especial a tríade PBL - (*Points - Badges e Leaderboards*), que são os mais frequentes em implementações de *gamification*.

Para os autores, o sistema de pontuação estimula aos jogadores melhorarem os seus

<sup>52</sup> Do original da língua inglesa, ... *problem solve spaces that use continual learning and provide pathways to mastery through entertainment and pleasure.*

resultados. Esse sistema pode ser usado com diversas finalidades, como, por exemplo, para informar o avanço do jogador no jogo, para determinar um estado de vitória ou para criar um conexão entre a progressão no jogo e as recompensas extrínsecas, servindo como um sistema de *feedback* do progresso do jogador. Também pode servir para a coleta de dados, úteis nas análises dos desenvolvedores e *game designers* - por exemplo, para melhorar o balanceamento do jogo em determinadas situações ou adequar algum conteúdo específico no jogo.

Já os *badges* - ou emblemas, segundo os autores, é uma versão visual e representativa dos pontos e provocam nos jogadores a sensação de objetivos cumpridos, criando um efeito motivacional positivo, de orientação, de sinal de capacidade, possuindo um *status* simbólico virtual da jornada percorrida pelo jogador e, por fim, funciona com marcas tribais, gerando um senso de identidade para o jogador no grupo.

Um outro elemento importante para Werbach e Hunger deve-se ao uso dos quadros de líderes, ou *leaderboards*. Segundo os autores, o uso desse elemento pode ser positivo ou negativo, dependendo da situação. De um lado, ele mostra o progresso contextual do jogador. Se o jogador realiza uma boa partida, atingindo seus objetivos e sendo reconhecido por uma grande quantidade de pontos, essa situação torna-se altamente motivadora e positiva. Por outro lado, se esse mesmo jogador não fizer uma boa partida, registrando naquele momento uma baixa pontuação (mesmo que tenha colaborado com a vitória de sua equipe), essa situação pode se tornar altamente desmotivadora, já que este verá seu nome ou avatar associado à derrota.

Esses três elementos, discutidos anteriormente, são algumas das ferramentas que os *game designers* (ou demais profissionais que implementam esses recursos em atividades não-jogo), podem usar em suas aplicações. Algumas atividades não-jogo são citadas pelos autores para exemplificar o uso de *gamification* em diversas áreas. Eles dão um exemplo do caso da empresa Microsoft<sup>®</sup> - um uso empresarial de *gamification*. Segundo eles, essa empresa foi beneficiada pelo processo de *gamification* depois que os elementos dos jogos foram incorporados ao ambiente de trabalho. Na época da implementação, a empresa, que possui *softwares* em diversas línguas, tinha o desafio de traduzir telas de mensagens (por exemplo, do *software* editor de textos) para diversas línguas, de forma correta. Esse trabalho de correção e adequação exigiria uma grande quantidade de pessoas e horas de trabalho e, sabiamente, a empresa aplicou o processo de *gamification* para ajudar a resolver esse problema. Como conta os autores, em pouco tempo, aos moldes dos sistemas de *crowdsourcing*<sup>53</sup>, a empresa corrigiu milhares de erros e incoerências através de um sistema que assemelhava-se a um jogo, em que os funcionários, de diversos países e filiais, voluntariamente<sup>54</sup> participaram, competindo por *status*, ou seja, por *points*, *badges* e uma

<sup>53</sup> É a prática de obter serviços, ideias e conteúdos através de contribuições voluntárias de um grande grupo de pessoas, geralmente a partir das comunidades *online*.

<sup>54</sup> Não temos realmente certeza de que esse foi o caso, uma vez que os funcionários poderiam estar sob

colocação entre os primeiros no *leaderboard* do aplicativo.

Como conta ainda os autores, o processo de *gamification* pode ser estendido para diversas atividades, como da área saúde, do ensino, dos treinamentos ou, simplesmente, para promover o bem estar dos indivíduos. Um exemplo de implementação de *gamification* para esse último uso veio de uma iniciativa da fundação *TheFunTheory.com*<sup>55</sup>, promovida pela empresa Volkswagen®. Esse projeto foi aplicado em um sistema de metrô da cidade de Estocolmo-Suécia (Figura 16), no ano de 2009. Com o intuito de incentivar aos usuários desse local usarem mais as escadas, ao invés das escadas rolantes, um piano musical fora planejado sobre as escadas de embarque e desembarque do sistema de metrô, bem ao lado das escadas rolantes, permitindo assim a realização de mais exercícios físicos e diminuindo o sedentarismo dos usuários desse tipo de serviço. No lugar dos simples degraus, a escada era formada por teclas de piano, que emitiam som ao serem pisadas. O resultado foi uma mudança de comportamento dos usuários do sistema de metrô. No local em que se via uma escada abandonada, logo constataram que a escada rolante estava sendo subutilizada, devido a empolgação dos passageiros em utilizar a escada musical. 66% das pessoas preferiram utilizar a escada em formato de piano ao invés da escada rolante. Alguns dos elementos dos jogos são perceptíveis nesse empreendimento: o *feedback* imediato, o descompromisso com a atividade (não era obrigatório subir ou descer pelas escadas), a sensação de domínio da atividade, as regras (para emitir som devia-se pisar nos degraus) e, por fim, a diversão, inerente a qualquer tipo de jogo.

Ainda, de acordo com os autores, outra área que também pode usufruir dos elementos dos jogos é a da educação, no ensino e na aprendizagem de conteúdos escolares. Esse assunto é discutido com maior profundidade por Kapp(2012) em seu livro ‘*The gamification of learning and instruction*’, no qual complementa o conceito de Werback e Hunger para o termo *gamification*. Para Kapp, *gamification* é o uso da mecânica baseada nos jogos, a estética e o pensamento dos jogos para engajar e motivar as pessoas em suas atividades, promovendo o aprendizado e a resolução de problemas.

De acordo com o autor, *gamification* não se resume apenas no uso dos recursos de pontuação, emblemas e recompensas. Há outras características, presente nos jogos, que podem ser aproveitadas nas atividades escolares. Por exemplo, temos o engajamento do aluno, a experiência que as histórias dos jogos proporcionam e, também, as resoluções de problemas, que também fazem parte do processo de *gamification* e são recursos muito mais elaborados.

Se tratando de ensino, as características que mais chamam atenção é o da promoção do aprendizado e da contribuição nas resoluções de problemas. De acordo com Kapp, *gamification* pode ser usado para promover o aprendizado a partir dos seus elementos,

---

influência de seus gerentes.

<sup>55</sup> <<http://thefuntheory.com>>



Figura 16 – Exemplo do uso de *gamification* na promoção da mudança de comportamento dos usuários do sistema de metrô em Estocolmo - Suécia. A esquerda uma escada em formato de piano, bem ao lado da escada rolante.

Fonte: <http://www.play-scapes.com/wp-content/uploads/2013/10/016.jpg>

baseados na psicologia da educação e em técnicas do *design* instrucional, um recurso que muitos educadores já vêm usando há um bom tempo. Ainda, segundo o autor, em relação a resolução de problemas, esta é incentivada em jogos de natureza cooperativa, característica que pode ser transposta para uma atividade não-jogo.

Uma forma mais explícita de utilizar *gamification* no ensino é através do uso de jogos, com a finalidade específica de ensinar conceitos, realizar treinamentos, entre outros. Jogos usados com objetivos específicos, de treinamento para uma habilidade, é comumente conhecido como *Serious Games*, ou Jogos Sérios, outro termo bastante comum encontrado quando pesquisamos a relação dos jogos com o Ensino.

### 1.4.3 *Serious Games* ou Jogos Sérios !

Clark C. Abt foi um dos primeiros a discutir os jogos com propósitos definidos em seu livro intitulado de *Serious Games*<sup>56</sup>, lançado em 1968. Abt (1987), define os *serious games* como jogos que '[...] tem um propósito educacional explícito e são cuidadosamente pensados, não se destinando a serem jogados principalmente por diversão. Isso não significa que os jogos sérios não são, ou não devam ser, divertidos<sup>57</sup>.'(ABT, 1987, p. 09).

<sup>56</sup> Jogos Sérios

<sup>57</sup> Do original da língua inglesa, *have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be played primarily for amusement. This does not mean that serious games are not, or should not be, entertaining.*(ABT, 1987, p. 09)

Mouaheb (2012) constatou em seu estudo algumas das características que definem os *serious game*. Para ele, os jogos sérios é um tipo de mídia que possui o objetivo principal de ensinar, pois, eles são um processo de aprendizado. Não deixa de ser um jogo, visto que o entretenimento está paralelamente presente nesse tipo de atividade. É uma tecnologia da informação e da comunicação, já que esses jogos usam as mais novas tecnologias presentes nos jogos digitais. Possui como alvo múltiplos objetivos de aprendizado, sendo usados para treinamentos, no ensino, na educação ou para o bem estar dos indivíduos. Os *serious games* podem ser aplicados em quase todos os campos, como na educação, na política e nos negócios.

De acordo com Kapp (2012), os *serious games* é o *design* da experiência usando a mecânica e o pensamento dos jogos, com o intuito de promover o domínio em um conteúdo a um determinado indivíduo. No entanto, esse conceito é muito confuso e, em muitas pesquisas, o termo é frequentemente confundido com o de *gamification*. Verificamos anteriormente o conceito de *gamification* como sendo o uso dos elementos e da mecânica dos jogos para com o intuito de engajar e motivar as pessoas em certos tipos de atividades. Geralmente, as técnicas de *gamification* são utilizadas para atividades não-jogo, com o intuito de aproveitar os elementos dos jogos para a promoção do engajamentos e a motivação dos indivíduos que, de outra forma, não fariam. Por outro lado, os *Serious Games*, são jogos (digitais, de tabuleiro, cartas, etc.) com um objetivo específico: serem usados no ensino ou em treinamentos.

Kapp (2012) distingue esses dois termos da seguinte forma:

Os jogos sérios tendem a assumir a abordagem do uso de um jogo dentro de um espaço de jogo bem definido como um tabuleiro de jogo ou de um navegador de computador, enquanto *gamification* tende a tomar o uso de um jogo fora de um espaço definido, aplicados a conceitos como subir etapas, marcação do número de milhas a percorrer, ou fazer uma chamada de vendas.<sup>58</sup> (KAPP, 2012, p. 16)

O que constatamos em nossa pesquisa é que a confusão não é apenas com o termo *gamification*. Segundo Smith (2008), muitos da indústrias dos jogos ou estudiosos em *game design* usavam termos como jogos educacionais, jogos persuasivos ou jogos de simulação como sinônimo para *serious games*, como visto na Figura 17.

Nessa tentativa de definir e classificar os *serious games*, os pesquisadores Sawyer e Smith (2008) apresentaram em seu trabalho publicado na *Game Developers Conference* de 2008, uma taxonomia (Tabela 6) desses tipos de jogos. Essa classificação criteriosa apresenta os segmentos (por exemplo, para a educação, indústria, corporações, etc.) e os

<sup>58</sup> Do original da língua inglesa, *Serious games tend to take the approach of using a game within a well-defined game space like a game board or within a computer browser, while gamification tend to take the use of a game outside of a defined space and apply the concept to items like walking up steps, tracking the number of miles run, or making a sales call.*

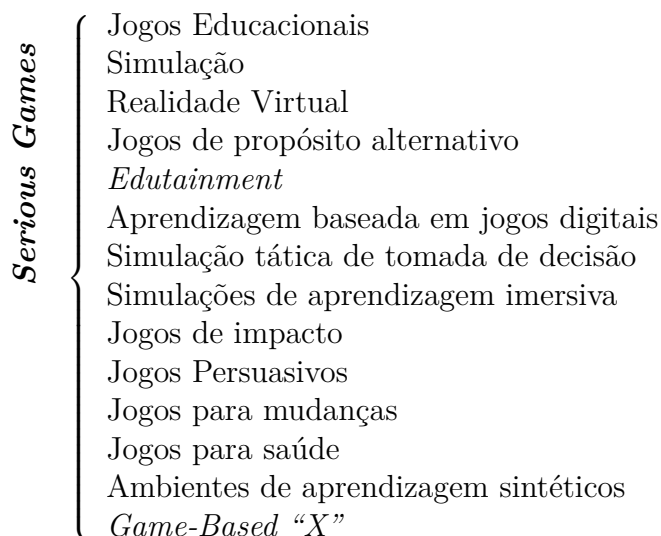


Figura 17 – Os muitos nomes dados aos *Serious Games* - Jogos Sérios, segundo Smith (2008).

tipos de uso dos jogos (por exemplo, jogos para a ciência e a pesquisa, jogos para a saúde, jogos para a educação, etc.), o que ajudou os seguimentos envolvidos na construção desses tipos de jogos a determinarem o tipo de material que estavam sendo construídos. Percebemos que este termo está em constante mudança desde a concepção por Abt, em 1968. No entanto, uma classificação, mesmo que não contemple todas as categorias possíveis dos jogos, já é útil para delimitar o campo de atuação de um jogo e, também, instruir os segmentos na classificação dos tipos de jogos que estão sendo construídos.

Uma área importante de atuação dos *serious games* é o da educação. Definir o que é um *serious games* ou um jogo educativo torna-se fundamental para os educadores, pois, entendendo os propósitos de cada ferramenta o educador terá condições de escolher com maior efetividade um determinado tipo de jogo para um determinado contexto no ensino.

Apesar da área ainda carecer de estudos empíricos, em que a efetividade dos *serious games* possa ser comprovada (GIRARD; ECALLE; MAGNAN, 2013), o campo se mostra promissor já que é uma ferramenta que faz o uso dos jogos, um material que possui uma alta receptividade não só pela população dos ‘nativos digitais’, descrito por Prensky (2001), mas também por várias camadas da nossa sociedade moderna, descrita na pesquisa de McGonigal(2011).

#### 1.4.4 *Educational Games* ou Jogos Educativos

Os jogos educativos são jogos projetados para serem explicitamente usados com finalidades no ensino escolar. Eles são construídos com o propósito de ajudarem os educandos no processo de aprendizagem de determinados conceitos, conteúdos e, também, no desenvolvimento de determinadas habilidades, como a lógico-aritmética e cognitiva.

	Jogos para a Saúde	Jogos para Propaganda	Jogos para treinamento	Jogos para educação	Jogos para a Ciência e Pesquisa	Produção	Jogo como trabalho
<b>Governamental e Governamental</b>	Educação em Saúde Pública & Resposta de acidente em Massa	Jogos Políticos	Treinamento de funcionários	Informação Pública	Coleta de Dados / Planejamento	Estratégia & Política de Planejamento	Diplomacia Pesquisa de Opinião Pública
<b>Defesa</b>	Reabilitação & Bem estar	Recrutamento & Propaganda	Soldado / Suporte e Treinamento	Escola/Educação doméstica	Jogos de Guerra/Planejamento	Planejamento de Guerra & Pesquisa em armas	Comando & Controle
<b>Assistência Médica</b>	<i>Cyber</i> terapia / <i>Exergaming</i>	Política de Saúde Pública & Campanhas de conscientização social	Jogos de treinamento para profissionais de saúde	Jogos para Educação de Pacientes e Controle de Doenças	Visualização & Epidemiologia	Fabricação de Biotecnologia / <i>Design</i>	Planejamento de Resposta de Saúde Pública & Logística
<b>Propaganda &amp; Comunicação</b>	Publicidade de tratamento	Publicidade de mercado com jogos, localização de produto	Uso de produto	Informação de produto	Pesquisa de opinião	<i>Machinima</i>	Pesquisa de opinião
<b>Educação</b>	Informação sobre doenças / riscos	Questão social jogos	Treinamento de professores / Treinamento de habilidades	Aprendizagem	Ciência da computação & Recrutamento	Aprendizagem Construtivista ponto-a-ponto	Ensino à Distância
<b>Corporativo</b>	Informação da saúde dos funcionários & Bem estar	Educação para o consumidor & Consciência	Treinamento de funcionários	Educação continuada & Certificação	Publicidade / visualização	Planejamento estratégico	Comando / Controle
<b>Industria</b>	Segurança do Trabalho	Vendas / Recrutamento	Treinamento de funcionários	Educação / Força de trabalho	Simulação de processos	Nano / <i>Design</i> Biotecnologia	Comando / Controle

Tabela 6 – A taxonomia dos *Serious Games* de Sawyer e Smith (2008).

Esse tipo de ferramenta pedagógica também pode ser utilizada no reforço de conteúdos escolares ensinados em sala de aula, uma prática que vem ganhando mais espaço a cada dia.

Esses jogos podem aparecer em diversos gêneros, assim como os jogos de puro entretenimento. Entretanto, muitos usam os formatos e as mecânicas já bem conhecidas pelo público jogador. Jogos de aventura, ação, quebra-cabeça, entre outros, são adaptados para que cumpram, além dos objetivos ligados ao campo lúdico do jogo, objetivos específicos que possuem relação com o ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares, como, por exemplo, os da área da Química. Esses jogos podem ser construídos com materiais simples; no caso dos jogos que não estão em formatos digitais, ou com materiais mais elaborados; que usam *softwares* específicos para a construção dessas ferramentas.

Em sua revisão sobre o *design* dos jogos educacionais, Dondlinger (2007) distingue esses tipos de jogos a partir de certas características, como a exigência de elaboração de estratégias, o teste de hipóteses, as resoluções de problemas, o que vai além da memorização ou de uma compreensão superficial dos conteúdos por parte dos jogadores/estudantes. Esses tipos de jogos possuem algumas características, incluindo um sistema de recompensas e objetivos (o que gera motivação), contextos narrativos (que situam a atividade e estabelece as regras), conteúdos relevantes (relacionados ao ensino de certos conceitos), interatividade e um rápido *feedback*, o que, segundo o autor, pode propiciar uma aprendizagem mais rápida dos conteúdos escolares pelos educandos.

De acordo com 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), discutidos anteriormente.

E a função educativa, 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)

Com o objetivo de contrastar esses termos, estudados até agora, realizamos uma pequena discussão a seguir:

#### 1.4.5 As relações entre GBL, *Gamification*, *Serious Games* e *Educational Games* no contexto dos jogos e da aprendizagem

Neste momento, realizaremos algumas considerações sobre os termos (GBL, *gamification*, *serious games* e *educational games*), estudados até agora, visto que eles são



geralmente associados aos jogos e a aprendizagem. Procuraremos estabelecer algumas relações, semelhanças, diferenças, aplicações e propriedades dessas áreas distintas e, no final, exporemos, em uma forma gráfica, essas relações. Entendemos que esses conceitos, utilizadas no ensino, possuem especificidades e, como consequência, geram resultados distintos. Como mencionado anteriormente, entender os propósitos de cada um desses conceitos é importante para o educador, uma vez que a prática docente é cheia de situações em que um determinado tipo de atividade pode auxiliá-lo em situações de ensino-aprendizagem.

Começamos com o termo GBL, um conceito amplo que engloba o conceito de jogo (no caso os jogos digitais, a DGBL) e o da aprendizagem proporcionada por ele. Os elementos dos jogos estão presente nesse tipo de aprendizagem e Contreras *et al*(2013) cobram uma maior participação dos professores no processo de criação desses tipos de jogos. Enquanto isso, Prensky (2012) entende que a DGBL se processa no equilíbrio entre o envolvimento e a aprendizagem, o que Gee (2005) discorda, discorrendo que os jogos mais envolventes (os bons jogos) são os que proporcionam maior aprendizado, uma vez que eles possuem os bons princípios de aprendizagem, amparados nas mais recentes pesquisas das ciências cognitivas.

Diferentemente da aprendizagem baseada em jogos digitais, o termo *gamification* é geralmente associado a atividades não-jogo. Segundo Werbach (2012), é uma técnica que usa os elementos dos jogos digitais (sistemas de pontuação, recompensas, *leaderboards*, etc.) e do *game design*, ou seja, do ‘como’ criar jogos, para contextos não-jogo. Atividades pouco motivadoras que, no entanto, são importantes para as pessoas, geralmente são alvo das técnicas de *gamification*. Talvez seja por isso que esse termo é recorrente em contextos de ensino, em que propostas de atividades alternativas são empregadas com o intuito de melhorarem a receptividade destas pelos educandos.

Já em um contexto de jogo, os *serious games* se destacam como ferramentas alternativas para a aprendizagem com finalidades específicas. A palavra sério, em *serious games*, talvez seja uma tentativa de conceder a esse tipo de jogo uma importância no ensino, no treinamento e na aquisição de habilidades, podendo elas serem educacionais, para fins de treinamento ou apenas para promover uma mudança comportamental. Segundo Kapp (2012), os *serious games* é o design de uma experiência que se utiliza da mecânica e dos pensamentos dos jogos para a promoção do domínio de certo conteúdo a um indivíduo. Em certo ponto, esse termo pode até mesmo ser confundido com *gamification*, exceto que este é processado em ambientes não-jogo, enquanto aquele o é necessariamente.

Por fim, os jogos educacionais - *educational games*, que são também jogos com objetivos definidos, se assemelham muito aos *serious games* mas, no entanto, são explicitamente direcionados para o contexto escolar. Eles não precisam ser necessariamente digitais, podendo assumir várias formas. De acordo com Soares (2004), são jogos que possuem uma dupla função - a lúdica e a educacional.

Com essa pequena análise, propomos uma representação gráfica na qual os termos estão relacionados por círculos, levando-se em conta a lógica matemática da teoria dos conjuntos, em que ‘contém’ e ‘estar contido’ são representados pelas sobreposições das figuras geométricas, conforme apresentado na (Figura 18). Essa representação tenta contemplar todos os conceitos relacionados aos jogos e ao ensino, encontrados inicialmente no estudo teórico da relação dos jogos e o ensino, em nossa pesquisa.

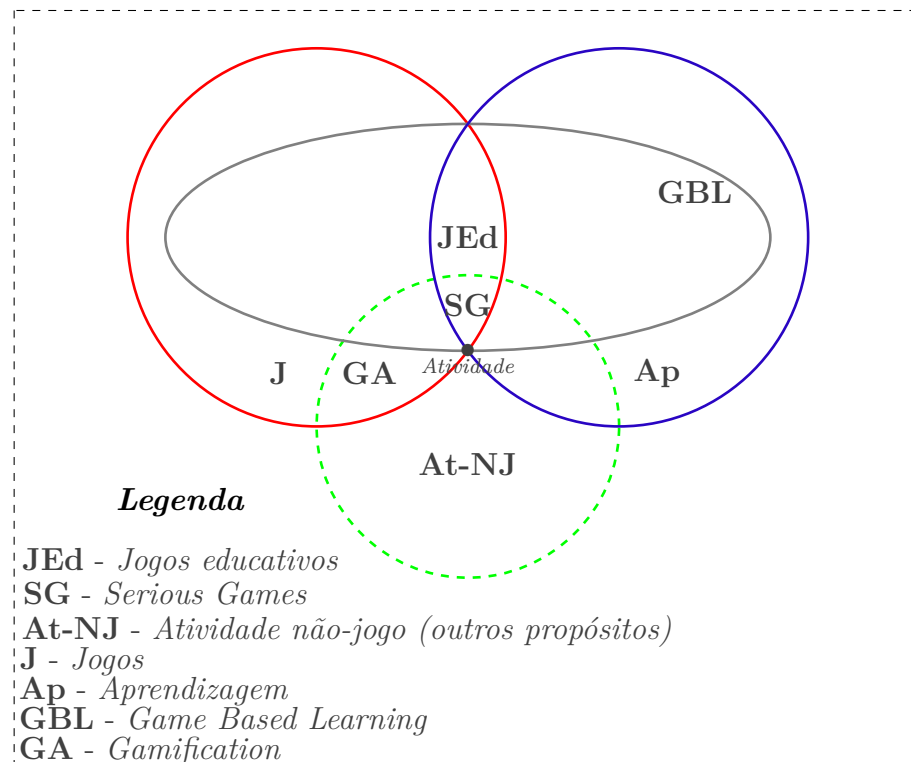


Figura 18 – As relações entre GBL, Gamification, Serious Games e Educational Games no contexto dos jogos e da aprendizagem

Fonte: Autor.

#### 1.4.6 Por que usar os jogos digitais na Educação?

Segundo Hubbard (1991), muitos estudos relacionam o uso de jogos eletrônicos com a maior facilidade de aprendizado, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e motoras, a melhora na capacidade da orientação espacial e a facilitação da socialização. Nesse sentido, os jogos digitais podem se tornar ferramentas importantes na construção do conhecimento dos alunos. São analisadas, a seguir, algumas possibilidades de ação dos jogos no ensino, na melhoria da cognição dos alunos, no estímulo das inteligências múltiplas e na forma como o erro é abordado nos jogos.

### 1.4.6.1 Os princípios de aprendizagem presentes nos ‘bons’ jogos digitais

Estudando a relação dos jogos com a aprendizagem, Gee (2007, 2005, 2007), professor e pesquisador em GBL, conseguiu realizar várias conexões entre esses dois campos. Em seu trabalho intitulado de ‘Bons videogames e boa aprendizagem<sup>59</sup>’, o autor discorre sobre as características da boa aprendizagem presentes nos bons jogos.

Seu interesse pela relação entre os jogos e a aprendizagem começou quando percebeu seu filho mais novo jogando os jogos digitais. Ele notou que o jogo, no qual seu filho se entretinha, era de difícil compreensão, exigia muito tempo, complexo, possuía muitas tarefas, desafios e dificuldades (GEE, 2005).

Ele, sendo educador, percebeu a similaridade do jogo com o ensino. O ensino também é difícil, longo e complexo. Mas, segundo ele, o ensino nas escolas não desperta nos estudantes tanto interesse quanto os jogos de computadores. Segundo Gee(2005), este é o problema que as escolas enfrentam - ‘Como fazer alguém aprender algo difícil, longo e complexo, e ainda assim se divertir em um ambiente motivador?’.

Analisando melhor os jogos de computadores, Gee percebe que os bons jogos incorporam os bons princípios de aprendizagem, frequentemente associados ao Ensino escolar. Estes princípios, segundo ele, 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, motivantes e divertidos. Os seres humanos gostam de aprender mas, algumas vezes, na escola não se vê isso(GEE, 2005).

De acordo com o autor, as pessoas tendem a dizer de um modo desdenhoso, ‘O que você aprende quando você joga um videogame é apenas a forma de jogar o jogo’. Ironicamente, ele resalta 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 sejam capazes de passarem nos testes, estes 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 o autor, 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 um 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

<sup>59</sup> Do original da língua inglesa, *Good video games and good learning*

Biologia’, que é uma atividade que não se restringe apenas nisso.

Para Gee, aprender sobre um domínio, seja ele Biologia ou Química, deve estar relacionado com a maneira como jogamos com este domínio. No entanto, o jogador deve assumir a identidade que o jogo oferece, seja ele um herói, um guerreiro, um biólogo ou químico, devendo sempre jogar pelas regras desse jogo. O jogador, aquele que está aprendendo sobre um domínio, deve descobrir quais são as regras e como elas podem ser melhor aproveitadas para realizar os objetivos do jogo.

Gee, em seu estudo, resumiu 16 princípios de aprendizagem que ele percebeu estarem presentes nos bons jogos digitais. Podemos, resumidamente, enunciá-los em:

1. *Identidade*: No processo de aprendizagem de algum domínio, seja de qual área for, 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 vão viver, aprender e agir, através de seu compromisso com a sua nova identidade. Este princípio de aprendizagem está bem relacionado com a ideia de círculo mágico, concebida por Huizinga(2010). Segundo o autor, nas escolas, a identidade do ‘ser’ e ‘fazer’ ciência parece não ser tão atraentes.
2. *Interação*: Esta relacionado com a questão do rápido *feedback* encontrado nos jogos. Para Gee, os textos e livros nas escolas necessitam ser colocados neste contexto de interação. Os alunos poderiam interagir e receber respostas com mais frequência, melhorando assim a qualidade da aprendizagem.
3. *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 do jogo. Para o autor, os estudantes deveriam ajudar a escrever o seu próprio currículo. Isso não é percebido na maioria das escolas, no qual temos currículos engessados e padronizados para todos os alunos.
4. *Riscos*: Os bons jogos amenizam as consequências das falhas. Por exemplo, um jogador pode optar por voltar a um *check-point* 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, a falha é encarada no jogo como uma coisa boa, porque ele faz pensar no problema e nas possíveis resoluções do mesmo. Segundo o autor, as escolas muitas vezes não permitem espaços para a exploração e para correr riscos. As avaliações no contexto escolar são usadas mais no sentido de punição do que como uma ferramenta de diagnóstico da aprendizagem.

5. *Customização*: De acordo com Gee, este princípio de aprendizagem tem bastante relação com outro, denominado ‘produção’. Tem relação direta com a possibilidade do jogador customizar e modelar o jogo, de acordo com seu estilo. Jogos frequentemente possuem vários níveis de dificuldade e também nos permite resolver problemas de diferentes formas. Currículos personalizados na escola não seriam apenas sobre a auto estimulação mas também sobre as interseções reais de conteúdos, presentes no currículo, e os interesses pessoais do aluno, seu desejos e estilos(GEE, 2005).
6. *Controle sobre a situação*: Relacionado com todos os princípios anteriores, os jogadores sentem um verdadeiro sentimento de agente e de controle. Eles têm um senso real de propriedade sobre o que estão fazendo. Essa apropriação é mais rara na escola já que nos ambientes escolares o currículo e os estilos de aprendizagem usados são incompatíveis com essas ações.
7. *Problemas bem ordenados*: Segundo Elman (1991), pesquisas mostram que quando os alunos são deixados livres para resolver um problema complexo, muitas das vezes eles os resolvem de forma criativa. No entanto, essa resolução não gera boas hipóteses que podem ser usadas posteriormente. 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. Na escola, este tipo de pensamento poderia ser melhor aproveitado nas aulas de ciências, por exemplo.
8. *Desafio e Consolidação*: Segundo Gee, 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 tornar rotina as suas resoluções. Segundo Scardamalia (1993), esse ciclo de repetições (Problemas desafiadores - Resolução - Novos problemas) é chamado de ciclo do conhecimento. Para Scardamalia, essa é a forma de como qualquer um se torna especialista em algo. Para Gee, o que vemos na escola é que os alunos com mais dificuldades para entenderem um assunto não possuem tempo hábil para consolidar seus conhecimento. No outro extremo, os alunos que se sobressaem não são desafiados suficientemente para que possam evoluir além.
9. *Em tempo real ou sob demanda*: Para Gee, é difícil para os seres humanos ligarem palavras à ideias fora de um contexto. Um exemplo disso são os livros. Nos jogos, a informação aparece na hora que o jogador precisa e pode

usá-la da maneira que for conveniente, dependendo de sua necessidade. Nas escolas, a informação não flui desse modo em aulas regulares presenciais.

10. *Sentido situado*: É difícil para os seres humanos aprenderem o que significa uma palavra, apenas pela sua definição. Pesquisas recentes indicam que as pessoas aprendem melhor o significado de uma palavra quando ela consegue estabelecer conexões com experiências, imagens e diálogos. Isso dá a palavra um significado situado. Jogos sempre situam os significados das palavras em termos de ações, imagens e diálogos a que se referem. Segundo Gee, a escola não prioriza este tipo de aprendizado, levando em conta apenas as definições a partir de outras.
11. *Agradavelmente frustrante*: Muitos dos princípios de aprendizagem descritos acima, encontrados nos bons jogos, contribuem para deixar os jogadores em um estado limiar entre o desafiador e o factível. Este é um estado altamente motivador para os jogadores. A escola é muitas vezes demasiadamente fácil para alguns alunos e muito difícil para os outros, não havendo esse estado motivador.
12. *Pensamento sistematizado*: Os jogos incentivam aos jogadores pensarem nas relações e não apenas em fatos isolados. Pensar em uma ação e como ela poderá repercutir no futuro é algo que ocorre com frequência nos jogos de RPG. No nosso atual mundo complexo e global, este sistema de pensamento é fundamental para os indivíduos que atuam nele.
13. *Explore, pense lateralmente, repense objetivos*: Para Gee, ser rápido nem sempre é sinal de que os objetivos foram cumpridos com inteligência. 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. Nas escolas, devido ao tempo e currículos estáticos, este tipo de pensamento geralmente não é posto em prática.
14. *Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído*: A manipulação de um avatar em um jogo é bem mais simples do que em comparação ao mundo real. Os jogadores nos jogos *multiplayers* encaram os desafios conjuntamente e o trabalho torna-se 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 inteligentes personagens virtuais. Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído são a chave para locais de trabalho modernos, embora, segundo o autor, nem sempre nas escolas modernas.

15. *Equipes multifuncionais*: Dependendo do jogo *multiplayer*, cada jogador possui uma habilidade específica. Exemplo disso, segundo o autor, temos o jogo *Word of Warcraft*. Cada jogador deve dominar sua habilidade para cooperar com a equipe. Mais uma vez, estas formas de afiliação são comumente exigidas no trabalho moderno, embora nem sempre em escolas modernas (GEE, 2004).
16. *Desempenho antes da competência*: Segundo Gee, os jogos digitais operam de forma contrária ao que acontece nas escolas - desempenho antes da competência. Os jogadores podem jogar, apoiados pelo *design* 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.

Apesar do Ensino escolar, nesse sentido, possuir várias relações com os jogos, nem sempre ele é tão envolvente e motivador quanto o segundo. Um grande desafio para o Ensino nas escolas é, segundo Gee, como tornar a aprendizagem, dentro e fora dela, mais motivadora e engajadora, utilizando os elementos dos jogos digitais e permitindo que a maneira que os alunos aprendam seja mais parecida com a forma que eles jogam.

#### 1.4.6.2 Contribuições da ciência cognitiva: O possível uso dos jogos digitais como fator motivacional na aprendizagem de conteúdos escolares pelos alunos em sala de aula

De acordo com Willingham (2011), os seres humanos são naturalmente curiosos mas, no entanto, não são tão bons pensadores. Pensar é um processo sempre evitado pelo cérebro humano e, boa parte deste, é usado para processar imagens da nossa visão e os controles de nossa locomoção. Esses dois processos exigem muito mais do cérebro que, por exemplo, disputar uma partida de xadrez profissionalmente, conta o autor.

Para ele, o cérebro oportunamente desenvolveu um artifício (a memória) para que pouca energia seja gasta no ato de pensar. As automatizações de procedimentos, tais como a manipulação de certos tipos de ferramentas e objetos, ou até mesmo agir em determinadas situações - ao se atravessar uma rua automaticamente olhamos para os dois lados para verificar se não há carros passando; são uma verdadeira evolução cognitiva do ser humano. Seria extremamente cansativo para o cérebro processar todas as informações cotidianas como por exemplo caminhar. Instruções como 'coloquemos primeiro o pé direito no chão e, em seguida, levantemos o pé esquerdo em direção ao pé direito' seriam utilizadas

com grande frequência no decorrer do dia. Sem falar no fato de que outras funções, concomitantemente, estariam sendo processadas pelo cérebro, como a visão e a audição. Sobre a mente, o autor discorre:

A mente não é especialmente adequada para pensar; essa atividade é lenta, cansativa e incerta. Por essa razão, o pensamento não guia o comportamento das pessoas na maioria das situações. Ao contrário, nós confiamos na memória, seguindo cursos de ação que já foram realizados antes. Mesmo assim, nós achamos o pensamento *bem-sucedido* prazeroso; gostamos de solucionar problemas, compreender novas ideias, etc. Dessa forma, nós procuramos por oportunidades para pensar, mas somos seletivos ao fazer isso: escolhemos problemas que ao mesmo tempo, representam algum desafio e sejam provavelmente solucionáveis, porque é esse tipo que proporciona sentimentos de prazer e satisfação. (WILLINGHAM, 2011, p. 28)

Esse artifício permite que o cérebro crie filtros no qual apenas informações interessantes e inéditas ganhem a sua atenção e, por consequência, permaneçam na memória. De acordo com Selbach (2010), esses filtros têm a função de sempre privilegiar informações relevantes. No entanto, esses filtros podem passar por modificações que permitam a passagem de outras que de uma forma natural não passariam. Esse ‘truque’ permite que algumas informações sejam processadas e retidas na memória, propiciando o que Selbach chama de aprendizagem significativa.

De acordo com Selbach, nas ciências cognitivas esse modelo de filtros possuem o nome de sistema RAD (Sistema **R**adicular, **A**mígdala e intervenção da **D**opamina). A primeira etapa que uma informação deve vencer para que seja retida na memória para posterior uso é a do sistema radicular. Para que essa informação passe livre por esse filtro, a condição necessária é a de que ela seja uma novidade. Informações repetitivas ou que não são interessantes para o cérebro em um primeiro momento são descartadas por essa primeira barreira. No entanto, se a informação cumpre o primeiro requisito, imediatamente ela passa pela avaliação do segundo filtro - A amígdala. Segundo a autora, esse filtro é conhecido por relacionar a informação com a emoção e os sentimentos. Se a informação é interessante mas, por sua vez não é agradável ou emocionante, o segundo filtro se encarrega de descartá-la. Se a informação cumpre os requisitos dos dois filtros anteriores então o cérebro da pessoa, que está recebendo informações, passa por um processo químico, ou seja, ele é recompensado pelo hormônio Dopamina, que provoca a sensação de prazer e euforias. Enfim, a informação é assimilada e retida na memória para posteriores consultas. O esquema desse modelo é melhor visualizado na Figura 19, a seguir:



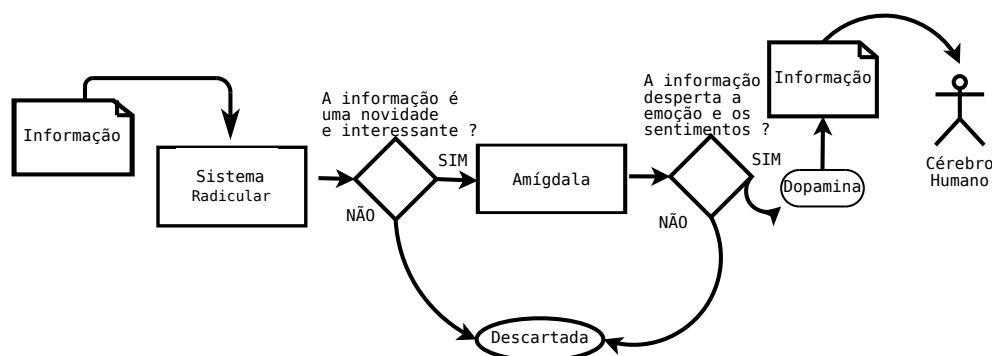


Figura 19 – Sistema RAD - Fases do processamento de uma informação pelo cérebro.

Fonte: Baseado em Selbach sobre o processamento das informações no cérebro.

Como percebemos na (Figura 19), não são todas as informações processadas pelo cérebro a fim de se estabelecerem na memória. Essa seletividade imposta por ele acaba por causar grandes impactos nos ambientes escolares, visto que, pensar é uma condição imprescindível no ambiente escolar.

Seguindo a linha de raciocínio de Selbach (2010), se os conteúdos escolares não são apresentados em um formato que desperte a atenção do aluno, há uma boa chance que este não assimile as informações, visto que, em um primeiro momento, ele achará o assunto desinteressante, e sob uma perspectiva cognitivista, o cérebro tratará de descartar essas informações. Portanto, a forma de se apresentar a informação é importante na questão do ensino e da aprendizagem.

Sob uma perspectiva cognitivista, Willingham (2011) entende que a desmotivação que alguns alunos sentem pela escola é causada pela falta de prazer consistente experienciado ao se solucionar problemas. Alguns estudos afirmam que os alunos, quando estão desmotivados, perdem o interesse em aprender no que se reverte em um baixo rendimento escolar, já que os mesmos não investem no seu próprio aprendizado (RUFINI; BZUNECK; OLIVIERA, 2012). Willingham (2011) aponta em seu livro ‘Por que os alunos não gostam da escola?’ algumas considerações direcionadas aos professores, com o intuito de assegurar a motivação dos alunos em sala de aula. Neste momento também discutiremos as possíveis mediações feitas pelos jogos digitais educativos com o intuito de auxiliar os professores na tarefa de criar um ambiente motivador em suas aulas, propício para que os alunos assimilem as informações discutidas nesse ambiente.

A primeira consideração parte de fato de haver problemas a serem resolvidos em sala de aula, como anteriormente mencionamos. Problemas, o autor entende por atividades que representam um desafio moderado para os alunos, como pensar em uma forma inovadora para reciclar o lixo ou entender um poema. Atividades como resolver um cál-

culo matemático ou pensar sobre um trecho do livro de história também são exemplos de problemas em ambiente escolar. Mas temos que ter em mente que atividades muito difíceis ou muito simples serão desagradáveis e, com isso, serão descartadas pelo primeiro filtro descrito na Figura 19.

De acordo com Willingham :

Para problemas a serem resolvidos, é necessária informação adequada do ambiente, espaço na memória de trabalho e a exigência de fatos e procedimentos contidos na memória de longo prazo. (WILLINGHAM, 2011, p. 28)

Os jogos digitais podem ser úteis nesse processo. Problemas e desafios estão presentes na maioria dos jogos de vários gêneros, sejam esses literais ou lógicos-rationais. Um gênero de jogo particularmente se destaca para essa tarefa. Para Novak (2010), os jogos do gênero aventura são caracterizados por possuírem resoluções de problemas, soluções de quebra-cabeça, decodificação de mensagens e coleta de itens. Usar jogos desse gênero pode, desse modo, contribuir para a apresentação de problemas em sala de aula, em um formato mais divertido e interessante para os alunos.

Um outro apontamento de Willingham é o de que devemos sempre respeitar os limites cognitivos dos alunos, entendendo que determinados assuntos não podem ser expostos sem que haja conhecimento prévio por parte deles. Também é importante a dosagem do volume de informações trabalhadas em uma aula. Se o volume é grande, logo o aluno se desconcentrará e acabará por achar o assunto desinteressante. Lembrando-se dos filtros do sistema RAD, descritos anteriormente, referente ao processo de pensamento, vemos logo que essa informação será descartada. O professor deve aceitar e trabalhar com os mais variados níveis de preparo e de conhecimento dos alunos, dosando sempre o nível e a quantidade de informações apresentadas em suas aulas.

Uma interessante ferramenta que muitos jogos digitais possuem é a variabilidade dos níveis de dificuldade. Desta forma, as ações e informações são adaptadas para um certo nível cognitivo do jogador. Quando nos arriscamos a jogar algum jogo pela primeira vez certamente não o encararemos no nível mais difícil (apesar de que para alguns jogadores isso se configura em um desafio ainda maior). Essa possibilidade de se escolher os níveis nos jogos também pode ser substituída pelo aumento gradual de dificuldade. Por exemplo, ao se trabalhar algum assunto escolar em um jogo pode-se aos poucos ir adicionando questões e informações com maior dificuldade, gradativamente. Um possível indício que o nível de dificuldade pode aumentar é dado pelas verificações propostas pelo jogo na forma de problemas a se resolver. Se o jogador corresponde positivamente a uma série de desafios e problemas, pode-se aumentar a dificuldade e a quantidade das informações, conseqüentemente, pode-se exigir mais nas avaliações.

O autor aponta também para o problema de se desenvolver bem as questões que serão destinadas aos alunos. É importante que o professor seja capaz de esclarecer com o aluno o que se está questionando. Segundo o autor, '[...] é a pergunta que desperta o interesse das pessoas.'. Ao se planejar uma aula, o professor deve ter em mente que tipo de informação ele quer que o aluno saiba no final. Com o uso dos jogos digitais, o professor pode ser auxiliado nessa tarefa. Com a incursão de informações em momentos específicos do jogo, o jogador/aluno pode tomar consciência do seu objetivo. O objetivo é uma das características mais encontradas na definição de jogo e são eles que norteiam os jogadores nessa atividade.

Mas a proposição de problemas em sala de aula, em momentos inoportunos, pode causar um efeito negativo na aprendizagem dos alunos. O autor cita o exemplo de um experimento proposto e executado em sala de aula. Se ele for planejado no início, sem que os alunos tenham conhecimentos prévios sobre ele, poderá se transformar em um truque de mágica, desviando a atenção dos alunos. Os jogos digitais podem ser programados para que, por exemplo, uma informação, seja ela em forma de vídeo ou texto, apareça somente em certos momentos do jogo.

Willingham ainda discute sobre os momentos que o professor percebe quando os alunos perderam o foco na aula. Para que esse momento não ocorra, ou ocorra com menor frequência, deve-se alternar o ritmo da aula. Essas mudanças retomam momentaneamente a atenção dos alunos e o professor deve aproveitar essa retomada para que, novamente, estes sejam despertos com informações interessantes. A maioria dos jogos possuem um recurso interessante que envolvem e voltam a atenção do jogador no jogo em certos momentos. São as passagens de níveis, em que uma maior atenção e um maior esforço é requerido do jogador. Esse recurso também pode ser usado como uma pequena avaliação de desempenho do mesmo no jogo.

Por fim, o autor discute a possibilidade do professor manter registros sobre as situações que mais funcionaram em sala de aula para determinados assuntos. Não é uma garantia de que sempre um recurso multimídia vá despertar o interesse de uma sala mas, no entanto, essas generalizações direcionam a prática docente. Os jogos digitais são campeões em manter registros. Inclusive, são a partir deles que, em muitos casos, o jogo flui. Se o jogo está difícil para certo jogador, a lógica do jogo pode ser mais benevolente com ele, respeitando o seu nível de dificuldade, trabalhando sempre no limiar entre o difícil e o exequível.

O uso dos jogos digitais pode trazer ao professor uma nova maneira de trabalhar os problemas, utilizados para desafiar os alunos em sala de aula. Nessa perspectiva, os jogos podem se configurar como mais uma ferramenta a serviço da prática docente.

A seguir, apresentamos na Tabela 7 as possíveis relações entre os elementos dos jogos digitais e algumas das considerações das ciências cognitivas, apontadas por Wil-

lingham (2011), como promotoras da melhoria do ambiente escolar e, por conseguinte, possibilitando uma melhoria motivacional e cognitiva dos jovens estudantes. Deste modo, esse paralelo entre os jogos digitais & ciências cognitivas, pode nos dar uma dupla perspectiva: a) a utilização dos jogos como promotores de interesse por conteúdos escolares e facilitadores da aprendizagem de conteúdos acadêmicos pelos alunos, e b) Como os jogos digitais podem se valer dos conhecimentos das ciências cognitivas para que melhorem a sua receptividade e utilização em âmbito escolar ou não.

<b>Elementos dos jogos (presentes na nossa definição)</b>	<b>Considerações das Ciências Cognitivas para a melhora do ambiente escolar, de acordo com Willingham (2011)</b>
Estado de vitória	Esclarecimento dos objetivos Níveis de dificuldade
Conflito e tensão	Problemas Limites Cognitivos
Diversão e bem estar	Problemas
Atividade	Forma
Regras	Esclarecimento dos objetivos
Objetivos	Esclarecimento dos objetivos Foco e objetivo Níveis de dificuldade
Voluntário	Limites cognitivos dos alunos Forma
<b>Especificidades dos jogos digitais</b>	
Interatividade	Forma Sistema de <i>feedback</i>
Manipulação da informação	Informações sob demanda Registro de informações
Comunicação e acessibilidade via rede	Informações sob demanda Sistema de <i>feedback</i> Forma
Estética	Forma
Narração e história	Forma
Uso de tecnologias multimídia - Vídeos, áudio e figuras.	Forma Informações sob demanda

Tabela 7 – As possíveis relações entre os elementos dos jogos digitais e algumas das considerações das ciências cognitivas, apontadas por Willingham (2011), como promotoras da melhoria do ambiente escolar.

De acordo com o que foi exposto na Tabela 7, podemos inferir algumas relações.

O formato dos conteúdos escolares é importante para despertar a atenção do aluno, melhorando assim as chances deste na assimilação das informações pelo cérebro. Os jogos são um tipo de atividade que despertam essa atenção. Também é uma atividade que, na maioria das vezes, é executada voluntariamente pelos jogadores. Os jogos, por serem interativos, podem transformar a forma como as informações são enviadas e percebidas pelos alunos. A comunicação em rede, a estética de cada jogo, as narrativas presentes neles, e, os usos de tecnologias, também modificam essa forma de comunicação entre o conteúdo escolar e o aluno.

Atividades que possuem um desafio moderado para os alunos são apontadas por Willingham como os problemas que os alunos apreciam resolver. Os jogos podem promover esse bem estar inserindo situações de conflito e tensão em suas resoluções. Jogos do estilo ‘quebra-cabeça’ é um bom exemplo de atividade que oferecem desafio. No entanto, esse desafio também deve respeitar os limites cognitivos dos jogadores, o que é apontado por Willingham como sendo uma importante observação que os professores devem fazer em sala de aula ao oferecer informações novas sem que haja conhecimentos prévios por parte dos alunos. Isso influencia a voluntariedade do ato de se jogar e, também, no que diz respeito à interação dos conteúdos escolares pelos educandos.

A variação dos níveis de dificuldades das atividades experienciadas pelo aluno em sala de aula colabora com a aprendizagem de acordo com a visão de Willingham. A inserção gradativa de desafios maiores colabora com a motivação dos alunos, de acordo com as ciências cognitivas. Nos jogos, esse quesito pode ser manipulado conforme a necessidade do educador. Também influencia na percepção dos jogadores quanto aos objetivos e o possível estado de vitória no jogo.

Para Willingham, os professores devem esclarecer os objetivos da aula para os alunos, para que os mesmos saibam os limites daquele momento. Nos jogos, saber os objetivos permite ao jogador reconhecer um possível estado de vitória, determinado pelas regras.

Ainda em relação a proposição de problemas em sala de aula, de acordo com o autor, se estes forem apresentados em momentos inoportunos poderão contribuir negativamente com a aprendizagem dos alunos. Apresentar informações sob demanda é um recurso tecnológico que os jogos digitais podem oferecer. Além disso, o tempo de resposta é instantâneo e, informações necessárias para o progresso do jogador no jogo podem ser apresentadas dessa maneira.

Manter o foco dos alunos nas informações apresentadas pelo professor é um desafio. Jogos digitais podem auxiliar nesse processo. Dependendo do jogo, o jogador torna-se mais propenso a priorizar certas informações, mantendo o foco no objetivo do jogo.

Por fim, Willingham defende que os professores devem manter registros das situações em sala de aula. Certos recursos pedagógicos podem dar certo ou não e, desta forma, registrar esses procedimentos permite que o professor repita sucessos e evite fracassos. Nos jogos digitais, a tecnologia dos bancos de dados permitem essa façanha com relativa facilidade.

Essas foram algumas possíveis relações apreendidas do campo lúdico e do campo cognitivo. Percebemos algumas similaridades com alguns procedimentos recomendados por Willingham para que a escola torne-se mais envolvente para o aluno a partir dos fundamentos do conceito de jogo, estabelecidos anteriormente neste trabalho.

### 1.4.6.3 Jogos para o estímulo das inteligências múltiplas (IM)

#### 1.4.6.3.1 As bases da teoria das IM

Antes de falarmos sobre as possíveis implicações dos jogos digitais no estímulo das inteligências múltiplas do ser humano, é conveniente explanarmos um pouco sobre os fundamentos da teoria de Howard Gardner, preconizador desse termo, assim como sua pesquisa no campo das ciências cognitivas.

Antes de Gardner, a maneira de se aferir a inteligência de um indivíduo, ou ao menos a mais provável, era através do uso do método de QI<sup>60</sup>. Segundo Gardner (1995), esse método teve origem na França, no século XVIII, e foi criado pelo psicólogo Alfred Binet para prever se os filhos dos parisienses teriam ou não sucesso na escola primária. Esse método teve forte influência de como a escola, naquela época, avaliava e previa a inteligência dos alunos, através de testes que privilegiavam apenas um aspecto de inteligência. Esse método ganhou grande popularidade no início da primeira guerra mundial, no qual os soldados eram selecionados segundo critérios de QI. Gardner entende que inteligência é :

Uma inteligência implica na capacidade de resolver problemas ou elaborar produtos que são importantes num determinado ambiente ou comunidade cultural. A capacidade de resolver problemas permite à pessoa abordar uma situação em que um objetivo deve ser atingido e localizar a rota adequada para esse objetivo. A criação de um produto cultural é crucial nessa função, na medida em que captura e transmite o conhecimento ou expressa as opiniões ou os sentimentos da pessoa. Os problemas a serem resolvidos variam desde teorias científicas até composições musicais para campanhas políticas de sucesso. (GARDNER; VERONESE, 1995, p. 21)

No entanto, para Gardner, o teste de QI tinha de uma forte influência da visão reduzida do que se entendia por inteligência nesse período. De acordo com o autor, a

<sup>60</sup> Acrônimo de Quociente de Inteligência

visão ordinária de inteligência não condizia com a realidade, visto que em seus estudos, inclusive os que geraram dados para compor a definição de inteligências de sua teoria, mostram indivíduos com problemas cognitivos que, no entanto, em outras áreas, seriam considerados prodígios. Esse é o caso de uma população estudada pelo autor (os idiotas sábios) em seu trabalho do mapeamento das várias inteligências do ser humano.

Sua pesquisa contou com fontes nunca antes pesquisadas, no que se referia ao estudo das inteligências. Pessoas com lesões cerebrais, prodígios, idiotas sábios, crianças autistas e com problemas de aprendizagem, foram alguns dos indivíduos pesquisados. Esses perfis cognitivos irregulares permitiram que Gardner, e os pesquisadores do seu grupo, pudessem extrair dados quantitativos do estudo, sendo assim possível detectar inicialmente sete grupos de inteligência, diferentemente da visão unitária que prevalecia até o momento. Essa pluralidade de inteligências veio da pesquisa e do estudo dos dados dessas populações mas, no entanto, de acordo com o próprio autor, é um levantamento preliminar e essa listagem poderá se modificar com o tempo e com o avanço dos estudos.

De acordo com o autor, os sete tipos de inteligências que inicialmente foram mapeadas em sua pesquisa são: linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal e intrapessoal.

A primeira inteligência observada em sua pesquisa foi a linguística, constatada anteriormente pela psicologia tradicional, da mesma forma que a inteligência lógico-matemática. Conjuntamente, essas duas inteligências constituíam a base para os testes de QI. Essa inteligência está relacionada com a habilidade do indivíduo em se comunicar, seja pelos canais comunicativos da fala e da escrita, ou até mesmo pela linguagem de sinais que as populações surdas utilizam em suas comunicações. Gardner, em seu livro 'Inteligências Múltiplas - A teoria na prática', descreve algumas biografias de indivíduos que se destacaram de acordo com as mais diversas inteligências identificadas por ele em sua pesquisa. No caso da inteligência linguística ele descreve o caso do escritor T.S. Eliot que aos dez anos de idade já escrevia com admirável eloquência, tendo produzindo em um período curto de tempo (três dias) oito fascículos de uma revista. Dentre os conteúdos das revistas, versava sobre poesia, curiosidades, histórias de aventuras e humor. Essa sagacidade pela escrita era evidente no escritor desde pequeno. As pesquisas do cérebro mostram que no hemisfério esquerdo localiza-se a área responsável pelo processamento linguístico. Indivíduos acometidos por lesões nessa área, por consequência, desenvolvem menos a inteligência linguística.

Outra inteligência observada por Gardner, e também prevista pela psicologia tradicional, foi a lógico-matemática, frequentemente associada ao pensamento científico. Essa inteligência é vista em indivíduos que resolvem problemas dessa espécie em um tempo relativamente mais curto comparando-se com a média populacional. Geralmente, indivíduos dessa população possuíam a faculdade de observar e deduzir mais apurada do que

em indivíduos considerados normais. Nota-se também, de acordo com o autor, que essa inteligência de natureza não verbal pode se manifestar antes mesmo da articulação da fala ou escrita. O fato de haver esse tipo de inteligência, segundo o autor, é corroborado pelos critérios empíricos utilizados em sua pesquisa. De acordo com ele, certos locais do cérebro humano são mais importantes do que outros na execução de cálculos matemáticos. Estudando as populações descritas anteriormente, o autor constatou que há idiotas sábios que realizam façanhas matemáticas, mesmo sendo deficientes em outras áreas, como na leitura e escrita.

A inteligência espacial, de acordo com Gardner, se manifesta pela capacidade do indivíduo em criar modelos mentais de objetos espaciais, sendo assim capaz de realizar operações em cima desse modelo criado em sua mente. Essas inteligências são vistas, por exemplo, em indivíduos bem sucedidos nas profissões da área da engenharia, escultores e pintores. Novamente, a partir de pesquisas com o cérebro humano, sabe-se que o hemisfério direito é o responsável pelo processamento espacial. Um fato interessante acontece com pessoas que possuem o cérebro lesionado nessa área. De acordo com Gardner, o cérebro desses indivíduos tendem a compensar com o hemisfério esquerdo - relacionado com o processamento linguístico, os problemas causados no hemisfério direito. Esse fato é comprovado, inclusive na pesquisa de Gardner, quando os indivíduos nessa condição tendem a raciocinar em voz alta um problema proposto que exigiria a inteligência espacial.

Indivíduos que possuem um especial talento para a música são dotados do que Gardner chama de inteligência musical. Para exemplificar, o autor cita o caso do músico chamado Yehudi Menuhin que, aos três anos de idade, já se interessou pela música que havia escutado do violino do famoso musicista da época, chamado Louis Persinger, no momento em que este tocava na orquestra de São Francisco. Após ganhar o instrumento de seus pais, e também ter aulas com a pessoa que havia escutado naquele dia, aos dez anos de idade já era consagrado como músico internacional. As capacidades de percepção e produção musicais estão geralmente associadas a algumas partes do cérebro, geralmente no hemisfério direito. Indivíduos com danos cerebrais localizados neste local podem, dependendo do caso, apresentar o que o autor chama de amúsica, ou seja, a perda da capacidade musical.

Esportistas, dançarinos e artistas que utilizam o corpo como forma de expressão geralmente possuem o tipo de inteligência que Gardner classifica como corporal-cinestésica. Esses indivíduos desde cedo demonstram uma certa habilidade com o corpo, seja através do seu movimento ou através do manuseio de instrumentos. No seu livro, Gardner conta a história de Babe Ruth, esportista que descobriu cedo o seu talento de lançador nas quadras de *beisebol*. Para o jogador, os movimentos de lançamentos fluíam naturalmente, e ele já antevia os resultados de sua ação. De acordo com Gardner, o controle do movimento corporal está associado ao córtex motor do cérebro. Geralmente, danos nessa área



do cérebro causam grande problemas de locomoção nos indivíduos lesionados.

A inteligência interpessoal esta associada com a facilidade que um indivíduo tem em entender o outro. De acordo com Gardner, a inteligência interpessoal '[...]' está baseada numa capacidade nuclear de perceber distinções entre os outros; em especial, contrastes em seus estados de ânimo, temperamentos, motivações e intenções.'(GARDNER; VERONESE, 1995, p. 27). Geralmente, essas inteligências se manifestam com maior frequência e de uma forma sofisticada em líderes religiosos, políticos, professores e terapeutas. Relacionando essa inteligência com o cérebro humano, o autor confere aos lobos frontais como os responsáveis pelo conhecimento interpessoal. Relacionando problemas em determinadas localizações do cérebro, o autor cita duas doenças - Alzheimer e a de Pick. A primeira afeta zonas cerebrais posteriores prejudicando, por exemplo, a área responsável pela língua e a fala. No entanto, essa doença degenerativa não influi no relacionamento interpessoal do paciente, visto que o mesmo continua com as 'boas-maneiras sociais'. Já a segunda doença, igualmente degenerativa, ataca exatamente essas áreas - os lobos frontais e, como consequência, observa-se uma grande variação de humor e perda das boas-maneiras sociais por pacientes acometidos por esse tipo de doença.

Por fim, para o autor, a inteligência intrapessoal está em concordância com '[...]' o conhecimento dos aspectos internos de uma pessoa: o acesso ao sentimento da própria vida, à gama das próprias emoções, à capacidade de discriminar essas emoções e eventualmente rotulá-las e utilizá-las como uma maneira de entender e orientar o próprio comportamento'(GARDNER; VERONESE, 1995, p. 28). De acordo com o autor, o indivíduo que tem essa inteligência possui '[...]' um modelo viável e efetivo de si mesmo'(GARDNER; VERONESE, 1995, p. 28). Por se tratar de uma inteligência intrapessoal, esta é exposta, por exemplo, através da inteligência linguística e, como descrevemos anteriormente, está comumente presente em escritores. Relacionando novamente essa inteligência com o cérebro humano, Gardner explica que ela está associada também aos lobos frontais, assim como a inteligência interpessoal. Ainda, o autor explica que pacientes com traumas na parte inferior desse lobo provavelmente terão comportamentos de euforia e irritabilidade. Se o trauma for na parte superior, produzirá o efeito contrário, sendo a apatia e a indiferença os sintomas apresentados por esses pacientes.

Mais tarde, analisando mais adequadamente os dados de sua pesquisa, Gardner acrescenta à sua lista das inteligências a inteligência natural (como sendo a aptidão por reconhecer e classificar espécies da natureza), a inteligência existencial, o que parece estar presente em pessoas com grande capacidade de refletir sobre questões fundamentais da vida humana. Por fim, ele também sugere que as inteligências intrapessoal e interpessoal sejam agrupadas em uma única categoria.

Até o momento descrevemos um pouco sobre a teoria de Gardner e a multiplicidade de inteligências que o indivíduo pode ter. Neste ponto, podemos nos perguntar: O que

todas essas inteligências possuem em comum ?

Segundo Gardner, todas as inteligências, de uma forma ou de outra, podem ser exercitadas e trabalhadas para que melhorem o seu desempenho. Obviamente, sabemos de casos extremos de pessoas com grande inteligência se destacando em determinadas áreas. Esses são os casos de prodigiosidades, população estudada pelo autor, presente em certos indivíduos, determinados possivelmente por relações biológica ou genéticas que ainda carecem de maiores estudos do cérebro para sua comprovação. Mas, recentemente, questionado em dizer o que é inteligência, Gardner a considera como sendo um potencial biopsicológico. De acordo com ele, as faculdades mentais podem ser exercitadas por todos os membros de uma espécie, desde que sejam capazes de fazê-la. Por incapacitados de exercer tais faculdades mentais encontram-se as pessoas com alguns tipos de doenças degenerativas ou com traumas cerebrais. Um famoso livro - *Outlier*, escrito por Malcolm Gladwell, faz alusão a esse princípio de Gardner. De acordo com Gladwell, ao se trabalhar dez mil horas em uma área, o indivíduo tornar-se-á *expert* nela. Esse estudo foi concebido analisando-se celebridades bem sucedidas em suas carreiras, como por exemplo os Beatles, Thomas Alva Edison, Steve Jobs e Mozart. Todos se dedicaram aproximadamente dez mil horas (ou muito mais) em seus empreendimentos até que conseguissem o sucesso, tornando-se *experts* no que faziam. Muitos não eram prodígios mas, no entanto, exercitaram algumas inteligências para que conseguissem sucesso em suas carreiras.

Uma possível maneira de se exercitar as inteligências é através do uso dos jogos. Os jogos, de acordo com Antunes (1998), podem ser poderosos estímulos para as mais diferentes inteligências, descritas por Gardner. De acordo com o autor, algumas habilidades podem ser trabalhadas para se privilegiar o estímulo de certas inteligências, apesar delas não serem dissociadas. Ainda, Antunes (1998) mostra que a eficácia de certos estímulos são dependentes da faixa etária visto que, certos indivíduos, respondem melhor a certos estímulos quando são mais novos ou velhos, dependendo do caso. Por exemplo, em relação a inteligência lógico-matemática, as crianças com até dois anos de idade ainda não entendem bem as relações entre conjuntos e grandezas. Essa habilidade, estimulada com jogos (por exemplo, os jogos dos sete erros, dominó e tangram) não serão efetivas para essa população. Esse já não é o caso de crianças entre quatro e dez anos de idade. Esses tipos de atividades que exercitam as habilidades lógico-matemáticas são potencializadas pelo uso dos jogos, anteriormente relatados, quando usados com crianças da faixa etária anteriormente mencionada.

Por que não estimular as inteligências com os jogos ?

### 1.4.6.3.2 Jogos promotores de estímulos das IM - Exercitando o cérebro

Exercitar o cérebro é uma metáfora que muitos estudiosos utilizam para descrever a realização de certas atividades com o intuito de estimular as inteligências múltiplas e, com isso, alcançar avanços cognitivos. Descrevemos anteriormente que, segundo Gardner, não há apenas um tipo de inteligência e sim uma multiplicidade delas. Sabemos também por Gardner que essas inteligências podem aparecer em indivíduos prodígios, uma combinação de predisposição genética aliada a um contexto propício para que essa inteligência aflua. Contudo, felizmente, sabemos que as inteligências podem ser exercitadas nos indivíduos que não nasceram com essa condição biopsicológica.

Como os jogos, sendo eles digitais ou não, podem auxiliar os indivíduos nessa tarefa do estímulo das múltiplas inteligências ?

Segundo a teoria de Gardner, mesmo que os fatores genéticos sejam os responsáveis por limitar algum tipo de inteligência em um indivíduo, estas podem melhorar e, com isso, sofrer alterações. De acordo com o autor: ‘Dada uma suficiente exposição aos materiais de uma inteligência, quase qualquer pessoa que não tenha dano cerebral pode obter resultados bastante significativos naquele domínio intelectual’(GARDNER; VERONESE, 1995, p. 47). Vemos então que, com estímulos apropriados, certas inteligências poderão desenvolver-se melhor em um indivíduo, caso haja condições para isso. A observância de que algum tipo de treinamento é possível e foi também descrita pelo autor. Ele constatou os avanços metodológicos do mestre Shinichi Suzuki no ensino de música para crianças. O autor pode constatar avanços nas habilidades musicais das crianças (inteligência musical) e, de acordo com ele, isso só foi possível graças ao método desenvolvido pelo professor de música. Extrapolando para as outras inteligências, Gardner acredita que o mesmo possa ser feito para as outras mas, no entanto, há de se haver primeiro a consolidação de uma teoria educacional para cada inteligência, visto que a metodologia criada por Suzuki não estimula todas as outras inteligências, sendo específica para a melhoria da inteligência musical.

Antunes (1998), em seu trabalho ‘Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências’, disserta sobre as possíveis habilidades que as crianças podem melhorar, de acordo com o estímulo. O autor também escreve que esses estímulos são mais efetivos de acordo com a faixa etária da criança, dando a ideia de que há períodos mais propícios para que estes sejam mais efetivos para uma inteligência ou outra, o que ele chama de ‘janelas de oportunidades’. Constatamos isso em seu trabalho, no qual o autor aponta para cada inteligência um estímulo, separando-as por faixas etárias, conforme a Tabela 8. Neste caso, esta tabela mostra apenas alguns estímulos para certas habilidades para crianças de 1 a 3 anos de idade.

Na Tabela 8, temos um exemplo no que se refere a inteligência linguística, no qual

Inteligência	Faixa etária (anos)	Exemplos de Habilidades	Exemplos de Estímulos
Linguística	1 a 2	Aprender duas palavras novas por dia.	Estimule-a a pensar em respostas simples do tipo 'sim' e 'não'
Musical	3	Compreende sons e já pode associá-los a seus emissores.	Estimule a criança escutar diferentes sons.
Lógico-Matemática	3	Percebem a diferença entre fino e grosso, largo e estreito, curto e comprido.	Estimule a criança ordenar objetos maiores e menores.
Cinestésico-Corporal	2 a 3	Já é capaz de segurar o lápis. Consegue manter a atenção por períodos maiores de tempo.	Brinque de 'esconde-esconde' com a criança.
Espacial	3	Começam a descobrir o espaço.	Estimule-a a descobrir o que é 'perto' e 'longe'.
Intrapessoal-Interpessoal	3	Começa a ficar independente dos pais.	Respeite o espaço da criança. Ajude-a a lidar com seus medos. Não desvalorize ou mude os seus sentimentos.

Fonte : Baseado em Antunes (1998), p. 19.

Tabela 8 – Possíveis estímulos com o intuito de melhorar certas habilidades das inteligências múltiplas (de acordo com a faixa etária da criança)

a habilidade de se aprender duas palavras por dia para a faixa etária de 1 a 2 anos. Para isso, o autor propõe que a criança seja estimulada a responder questões simples com 'sim' ou 'não'. Esse estímulo poderia ser adaptado para funcionar dentro de um jogo ou de uma brincadeira sem maiores problemas.

Em seu trabalho, que destaca a importância do jogo na perspectiva das inteligências múltiplas, Lima (2011) salienta que '[...] o jogo é fundamental para o desenvolvimento de todas as faculdades humanas.'(LIMA; LIMA, 2011, p. 13). Assim como Gardner, também entendemos aqui que há certas atividades, ou certos 'materiais de uma inteligência' que colaboram com avanços cognitivos, permitindo melhorias nas mais diversas inteligências. Também acreditamos que os jogos, sendo eles digitais ou não, nesse contexto das inteligências múltiplas, são recursos palpáveis, presentes no dia-a-dia escolar e também no cotidiano da criança, dos jovens e adultos. Utilizá-los é uma oportunidade a mais dada aos estudantes, seja para a aprendizagem de conceitos escolares, na promoção de ganhos cognitivos ou simplesmente para o estímulo das inteligências múltiplas.

#### 1.4.6.4 Como a questão do ERRO é vista nos jogos digitais e no ambiente escolar ?

Desde os filósofos gregos, com Platão, até os pensadores mais contemporâneos, com Descartes e Spinoza, a significação do erro vem sendo alvo de discussões, em especial sob a perspectiva da filosofia. De acordo com Victor Brochard (2006), esses três autores deram contribuições para que entendêssemos melhor o significado do erro na vida humana, apesar de nem sempre ser possível um consenso entre eles, que estudaram este assunto.

O erro, no seu sentido mais trivial, ainda traz consigo o estigma do fracasso e da incompetência. No ambiente escolar, exposto através das avaliações dos conhecimentos (das execuções de provas), é importante como recurso de diagnóstico das evoluções cognitivas dos alunos. Nesse sentido, o erro é positivo, pois revela ao professor quais problemas o aluno está enfrentando, quais conceitos ainda não foram bem assimilados ou mesmo, se o aluno estava apenas confuso no momento de transcrever suas respostas em uma prova escrita. Essa perspectiva positiva do erro vai ao encontro com o que o grande filósofo grego Platão pregava há 400 a.C. De acordo com Brochard, o erro para Platão é algo positivo, visto que este se deriva de uma forma adversa do pensamento. Para ele, diferentemente da ignorância, que é o ‘não saber’, o erro é simplesmente uma forma oblíqua do pensamento, não deixando, em essência, de ser uma forma de pensamento. De acordo com o autor, em relação à Platão, ‘ [...] o erro não se confunde com a ignorância; ele é positivo. Ele consiste não em pensar *tudo o que é*, mas em pensar *outra coisa do que é*. (BROCHARD, 2006, p. 56)’. Mas, se o erro sucinta o fracasso, este, por sua vez, é um princípio de desmotivação para o aluno em um ambiente escolar. Desta forma, as avaliações escolares, como é vista por muitos especialistas da área de educação, ainda traduz em punição os erros dos alunos ao invés de serem instrumentos de averiguação e de diagnóstico dos avanços cognitivos destes. De acordo com Davis:

Entre outras coisas, isto só será possível reenquadrando o papel do erro no seio da escola: se este deixar de significar derrota, não há porque puni-lo, temê-lo ou evitá-lo. Ao contrário, o erro deve ser encarado como resultado de uma postura de experimentação, na qual a criança levanta hipótese, planeja uma estratégia de ação e a põe à prova. (DAVIS; ESPÓSITO, 1990, p. 75)

De acordo com Pellegrini (2003), apesar da LDB dar ênfase ao processo avaliativo, contínuo e cumulativo, no qual aspectos qualitativos têm maior importância do que os quantitativos, o que vemos hoje é que, avaliações finais, ainda fazem parte dos critérios avaliativos em muitas instituições de ensino. Um erro cometido pelo educando neste processo pode comprometer todo um planejamento organizacional do professor e, principalmente, do próprio aluno.

No contexto escolar, se tratando de avaliações formais, de acordo com Davis (1990), o aluno comete erros em três situações específicas: a) O aluno possui estrutura cognitiva para alcançar a solução do desafio proposto em uma avaliação mas, no entanto, escolheu procedimentos inadequados para desempenhá-lo. b) O aluno não possui estrutura cognitiva suficiente para se desenvolver em uma avaliação. c) O aluno não possui estrutura cognitiva suficiente para que compreenda o que se é solicitado em uma avaliação. Em (a) temos que o aluno não erra por falta de conhecimento e sim por não saber usá-lo. Este erro, de acordo com Davis, são erros de sistematização do conhecimento, já adquirido pelos alunos. Davis cita o caso do erro de ortografia, sendo estes cometidos pelos alunos não porque os mesmos não adquiriram os fundamentos de uma certa língua, mas sim por não estarem devidamente acostumados em empregá-la. Em (b), temos uma situação bem diferente vista anteriormente. Neste caso, fazendo um paralelo com a questão do erro gramatical, o aluno não possui nem mesmo as habilidades mínimas para que este possa articular o pensamento na forma da língua escrita. Em (c), o pior dos casos, o aluno sequer possui estrutura cognitiva para compreender o que se solicita em uma avaliação. Novamente, realizando um paralelo com o erro gramatical, podemos entender que este aluno não é capaz de ‘decodificar’ o texto para que seja entendida uma questão, solicitada, por exemplo em uma prova escrita.

No contexto dos jogos, o erro é tido como parte do processo de aprendizagem do jogador. De acordo com Jesper Juul (2013), autor do livro - ‘*The art of failure*’, o erro é essencial. Segundo o autor, jogadores preferem experienciar uma certa quantidade de falha e erro nos jogos, fracassando deliberadamente à jogar um jogo que seja fácil, não permitindo espaço para os erros. Essa quantidade correta de dificuldade tem um nome no mundo dos *game designers*, é o - balanceamento do jogo. Um jogo balanceado não é difícil e nem fácil. Ele é exequível, alternando pequenos estados de frustração e realização. Manter o jogador em um estado de entretenimento tem a ver com o que Csikszentmihalyi (1990) fala em seu trabalho - ‘*Flow : The psychology of optimal experience*’. De acordo com esse autor, há um estado ótimo em que as pessoas se encontram quando experienciam bons jogos. Ele denomina este estado de ‘fluxo’<sup>61</sup>, sendo um estado intermediário entre o facilmente factível (o que pode gerar o tédio) e o impossível (o que conduz um comportamento de ansiedade) no mundo dos jogos e, o erro, dosado de forma correta, é fundamental na manutenção desse estado.

De acordo com Juul, o erro e a falha no contexto dos jogos experimenta uma espécie de paradoxo. Apesar de situações desconfortantes geralmente atemorizar as pessoas, fazendo com que as mesmas evitem as falhas e os erros, nos jogos, os jogadores continuamente experimentam essas situações ‘desagradáveis’. Pior que isso, eles gostam e exigem essas situações nos jogos. Faz-se importante lembrar aqui um dos princípios de aprendiza-

<sup>61</sup> Do original em inglês, *flow*

gem presente nos bons jogos, diagnosticado anteriormente por Gee (2005), no qual ele o caracteriza como ‘agradavelmente frustrante’, ou seja, uma situação em que os jogadores estão no limiar do desafiador mas factível, o que gera uma situação extremamente motivadora para os jogadores. Esse estado só é possível quando os jogadores falham. Este também é o mesmo estado de ‘fluxo’, descrito por Csikszentmihalyi (1990), em sua teoria.

O erro, ainda em relação aos jogos, é tido também como uma espécie de *check point* para que o jogador repense as suas estratégias. Se o jogador falha, o erro o faz pensar no porquê. Se, por exemplo, um jogador do jogo *Bit.Trip Runner* percebe que o seu personagem sempre morre em uma fase específica, este pensa em uma nova estratégia para superá-la. Ele percebe que ao fazer o seu avatar pular em um momento específico do jogo faz com que o mesmo atinja um obstáculo, transportando novamente o jogador para o início da fase. Essa punição desagradável dá a chance ao jogador para repensar sua estratégia, motivando-o ir além. Neste mesmo tempo, ao repassar a fase do jogo, o jogador possivelmente adquire proficiência nela.

A importância da detecção do erro por parte do professor no ambiente escolar também é inegável. Mas, infelizmente, quando ele é detectado tardiamente (por exemplo, após a correção de uma avaliação escrita) o professor perde uma ‘janela’ valiosa para agir e interagir com o aluno, auxiliando-o no momento da falha. É claro que, em condições normais, as escolas não proporcionam ainda um ambiente interativo a este ponto. No entanto, podemos ver iniciativas interessantes que trabalham com a detecção do erro no momento em que este é cometido, através do uso dos jogos digitais educativos.

Um exemplo de detecção e correção do erro em tempo real, a partir de um jogo digital, é dada por Maziero (2014). Em seu trabalho, ‘Jogos Digitais no Ensino de Matemática - Um instrumento de diagnóstico das concepções dos alunos sobre diferentes representações dos números racionais.’ um jogo digital foi usado com o intuito de auxiliar o professor na detecção de erros no processo de aprendizado dos alunos em relação aos conteúdos de Matemática (números racionais) para o EF. O *feedback* imediato permitiu que o professor auxiliasse os alunos no momento das falhas. Diferentemente do método avaliativo padrão (prova escrita), este método foi além, pois, cumpriu o seu papel quanto a avaliação e, mais do que isso, permitiu ao professor tempo e espaço hábil para que ele interferisse no erro insistente dos alunos, auxiliando-os no aprendizado do conteúdo matemático apresentado no jogo.

Resumindo, temos que os erros são importantes nos jogos pois auxiliam no processo de aprendizado do jogador, ajudam a manter o jogador no estado de fluxo, sendo peça fundamental para a motivação dos mesmos e também são vistos como importantes momentos reflexivos para que os jogadores repensem suas estratégias. Já no contexto escolar, o erro é uma fonte de informação para o professor. Ele é usado para diagnosticar e, por conseguinte, prognosticar alternativas de ensino para o estudante que está tendo

problemas com um certo conteúdo escolar. Ele é um sinalizador para o professor, pois, ao perceber que muitos alunos estão errando certas questões em uma prova, é sinal de que algum conceito não fora bem entendido pelos alunos. Visto, dentro desta perspectiva positiva, o erro é importante no mundo dos jogos e no da educação. Como Platão descreveu anteriormente, o erro é uma forma oblíqua do pensamento e, desta forma, este não deixa de ser um pensamento. Conduzir o pensamento para o caminho certo é o que todos os educadores desejam e, de uma certa forma, os jogos também.

#### 1.4.7 Onde mais os jogos digitais podem atuar ?

Mudanças na sociedade !

A pesquisadora e design de jogos Jane McGonigal(2011) há pelo menos uma década vem estudando o potencial dos jogos na transformação da sociedade. Enquanto uma grande parcela da população encara os jogos como uma potencial ameaça a humanidade, com relação a violência(FERREIRA; CARNEIRO, 2009) e ao vício(OLIVEIRA; VELOSO, 2008), diferentemente, ela possui uma visão muito positiva para os jogos.

Segundo a pesquisadora, já se foi o tempo de encarar os jogos apenas como uma diversão escapista, com a simples e única função de divertir e entreter os jogadores. Para ela, os jogos possuem um grande potencial positivo a ser explorado e, um exemplo disso, é nas mudanças de comportamentos sociais. Em seu trabalho mais famosos, ‘A realidade em jogo’<sup>62</sup>, a pesquisadora trabalha a tese de como os jogos podem ser utilizados para mudar para melhor as nossas vidas. No seu livro ela conta as suas experiências como *design* de *games* e também aborda trabalhos dos mais célebres criadores de jogos do mundo.

De acordo com sua pesquisa, estamos presenciando um êxodo de pessoas do mundo real para o mundo digital dos jogos. Apenas nos Estados Unidos, cerca de 183 milhões de jogadores ativos, ou seja, jogadores que se dedicam ao menos 13 horas por semana, estão conectados à experiência dos mundos imersivos dos jogos online. Outros 4 milhões no Oriente Médio, 10 milhões na Rússia, 105 milhões na Índia, 100 milhões na Europa e 200 milhões na China, computam números ao redor do mundo, que com uma grande frequência utilizam os jogos online. Esses números se referem a jogos tanto de *consoles* de videogames quanto os de celulares e computadores. Essa grande quantidade de jogadores movimenta a indústria dos jogos digitais que, segundo sua pesquisa<sup>63</sup>, chegará a 68 bilhões de dólares, somente no ano de 2012.

Para McGonigal, esse êxodo do mundo real para o mundo dos jogos está associado ao fato de que os jogos, em nossa sociedade, estão satisfazendo algumas das genuínas

<sup>62</sup> Título original na língua inglesa, *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*

<sup>63</sup> Dados da pesquisa de McGonigal(2011) de 2009, retirados do relatório ‘*Newzoo Games Market Report*’



necessidades humanas que o mundo real tem falhado em atender. Os jogos digitais estão oferecendo recompensas que a realidade não consegue oferecer. Eles estão nos ensinando, nos inspirando, nos envolvendo e nos unindo de uma maneira que a sociedade não consegue fazer. De acordo com a autora, estamos cada vez mais caminhando para um mundo virtual, em que os jogos digitais fazem parte. Para ela, as pessoas que continuarem a desprezar os jogos digitais estarão em grande desvantagem no futuro. Essas pessoas estarão desperdiçando grandes oportunidades para resolver problemas, de forma eficiente e criativa.

De acordo com a autora, muitos jogos já estão surgindo com o intuito de provocar mudanças na sociedade. Em seu trabalho ela faz uma análise de diversos jogos no qual os objetivos deles não estão apenas relegados à diversão. Ela relata sobre o jogo chamado *Game Investigate Your MP's Expenses*, criado na Inglaterra para melhorar a transparência da administração pública. Também cita o projeto *Quest to Learn*, que não é exatamente um jogo mas sim um projeto pedagógico escolar, todo implementado a partir dos jogos. Menciona o jogo *Free Rice*, que é um jogo de perguntas e respostas via *Internet*, patrocinado por empresas privadas que doam grãos de arroz conforme os resultados positivos dos jogadores no jogo. Por fim, ela descreve o jogo chamado *Fold it*<sup>64</sup>, que é jogado por voluntários ao redor do mundo que tentam descobrir quais são as melhores conformações estáveis de certas moléculas no espaço, sendo importante para a síntese de fármacos e outras aplicações na área de Química. Esses são alguns dos exemplos de como diversificado é o campo de atuação dos jogos digitais. Esses jogos, descritos anteriormente, carregam consigo os elementos presentes nos jogos de puro entretenimento conforme descrevemos anteriormente. No entanto, os objetivos deles vão além de provocar o bem estar e diversão dos jogadores. Um efeito intencional desses jogos é permitir que, de alguma forma, os jogadores interajam e interfiram em problemas sociais, seja pela descoberta de uma conformação molecular estável para um medicamento, ou apenas promovendo a caridade através da entrega de grãos de arroz para populações carentes.

## 1.5 A Química e os Jogos Digitais

### 1.5.1 Jogos no Ensino de Química

Nos últimos anos é crescente a utilização de jogos e atividades lúdicas no Ensino de Química. Alguns trabalhos têm mostrado resultados positivos ao aliar esses dois campos de estudo. Rastegapour e Marashi (2012) evidenciam isso ao analisar as diferenças entre grupos de alunos do ensino médio do Tehran<sup>65</sup>, que aprendiam Química, com e sem a utilização dos jogos digitais. O estudo aponta que, nesse caso, a aprendizagem de conceitos

<sup>64</sup> *Center for Game Science, University of Washington* - <http://centerforgamescience.org/portfolio/foldit/>

<sup>65</sup> Atual capital do Iran

químicos foi mais efetiva quando houve a utilização dos jogos digitais, em comparação ao ensino tradicional, empregado na escola estudada.

Entre os jogos de Química que mais aparecem na literatura estão os construídos com cartas e, alguns deles, são tratados por Focetola *et al* (2012), no qual descrevem a utilização e a possível aplicação desses jogos em sala de aula. Algumas variações dos jogos de perguntas de respostas, elaboradas com questões de Química geral são descritos por Nowosielski (2007), Portz (2013) e Godoi (2010). O primeiro é inteiramente baseado em perguntas e respostas de questões relacionadas à Química e, os dois últimos, são variações do famoso jogo SuperTrunfo<sup>®</sup>. Esses jogos podem ser confeccionados com materiais de baixo custo como papel e cartolina. Um outro bom jogo é o Elementeo<sup>66</sup>. Ele traz cartas com elementos, compostos e símbolos químicos com o intuito de ajudar o jogador na formação de outros produtos. O objetivo do jogo é atravessar o tabuleiro e capturar os elétrons do oponente até reduzi-los ao valor de zero.



Figura 20 – O jogo de cartas Elementeo - Cartas e Tabuleiro

Fonte: <http://www.elementeo.com/the-game/>

Muitos são variações de jogos já conhecidos, sempre tentando aliar a diversão inata proporcionada pelos jogos de puro entretenimento com o ensino de conceitos químicos. Este também é o caso do jogo Poker dos elementos do bloco *s* e *p*, descrito por Saturnino (2013), e do jogo Ludo Químico, de Zanon *et al* (2008) (Figura 21). Ambos são modificações de jogos já conhecidos: o Poker e o Ludo.

Uma característica que os jogos anteriormente mencionados possuem em comum é a de que todos não estão no formato digital, ou seja, eles não estão disponíveis para serem acessados via computadores, *tablets* ou celulares.

<sup>66</sup> Disponível apenas na língua inglesa

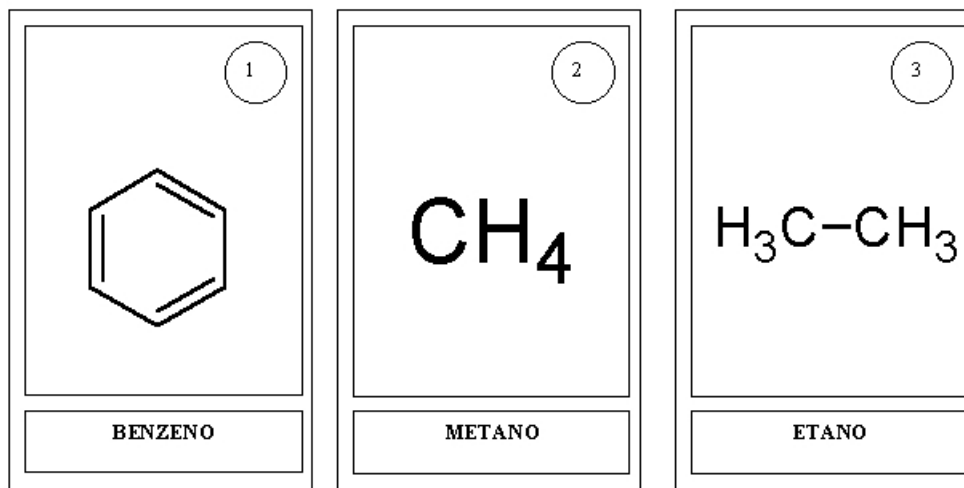


Figura 21 – Cartas do jogo de tabuleiro Ludo Químico dos compostos orgânicos

Fonte: Autor

No Brasil, podemos citar alguns dos poucos projetos de jogos digitais. Temos, por exemplo, o jogo ‘Comprando compostos orgânicos no mercado’ (Figura 22), o jogo Xenubi (Figura 23) e o Ludo Químico (Figura 24 e 25). O primeiro, trata-se de um jogo que desafia os jogadores a descobrirem a qual função orgânica pertence os produtos do carrinho de compras. As funções orgânicas, por exemplo: álcool, aldeído e cetona, são reconhecidas em certos produtos. Cabe ao jogador escolher corretamente que função orgânica está contida em determinado produto, encontrado no supermercado e presente no carrinho de compras que passa pela tela em um curto espaço de tempo.

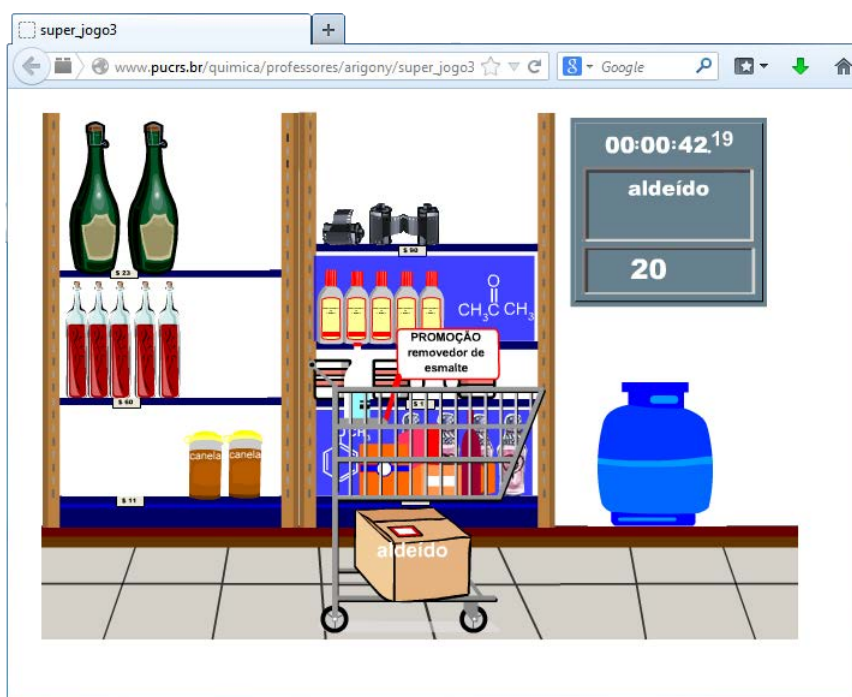


Figura 22 – Funções orgânicas do jogo Comprando compostos orgânicos

Fonte: Retirado em [http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/super\\_jogo3.html](http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/super_jogo3.html)

De acordo com Portz e Eichler (2013), o segundo jogo é uma variante do já conhecido jogo de cartas SuperTrunfo<sup>®</sup>, com a diferença dele abordar um tema da Química (diferente do original que aborda temas como carros e futebol), usando dados da tabela periódica dos elementos químicos. O jogador disputa com seu adversário as cartas em jogo. As regras são parecidas com a o jogo original, porém, os dados e valores pertencem aos elementos químicos descritos na tabela periódica. Valores como raio atômico, densidade, energia de ionização, eletroafinidade e ponto de fusão são algumas das informações presentes nas cartas, como vemos na Figura 23.

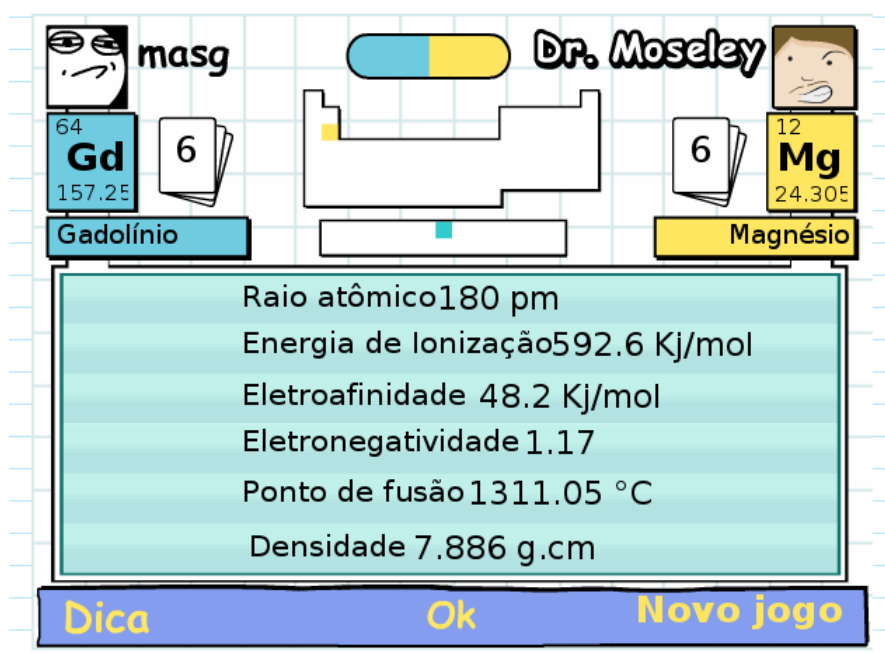


Figura 23 – O jogo digital Xenubi - uma variação do SuperTrunfo<sup>®</sup> da tabela periódica

Fonte: <http://www.xenubi.com.br/jogar.html>

O terceiro, é uma modificação do antigo jogo indiano *pachisi*, mais conhecido como Ludo. O objetivo do jogador é percorrer o caminho do tabuleiro, respondendo questões de Química (retirada dos vestibulares brasileiros), que aparecem aleatoriamente quando o jogador estaciona o personagem principal do jogo em uma casa demarcada com o símbolo de radioatividade. A intenção do jogo, neste caso, é realizar uma revisão de diversos conceitos químicos vistos no ensino médio e cobrados em vestibulares de universidades públicas e privadas do Brasil.

Em contraste com a escassez desses tipos de jogos na língua portuguesa, percebemos uma grande quantidade de jogos digitais na língua inglesa. Uma pequena pesquisa nos retornou dezenas de jogos digitais, todos tratando de assuntos ou conceitos relacionados à Química. Jogos como o *ChemOkey*, *Element Quiz Games*, *MahjongChem* e o *Legends of Alkhimia*, são alguns dos exemplos que encontramos.

O jogo digital *ChemOkey* (Figura 26), criado por Nusret Kavak (2012), auxilia os alunos na aprendizagem da linguagem simbólica da Química. Segundo Kavak, essa é

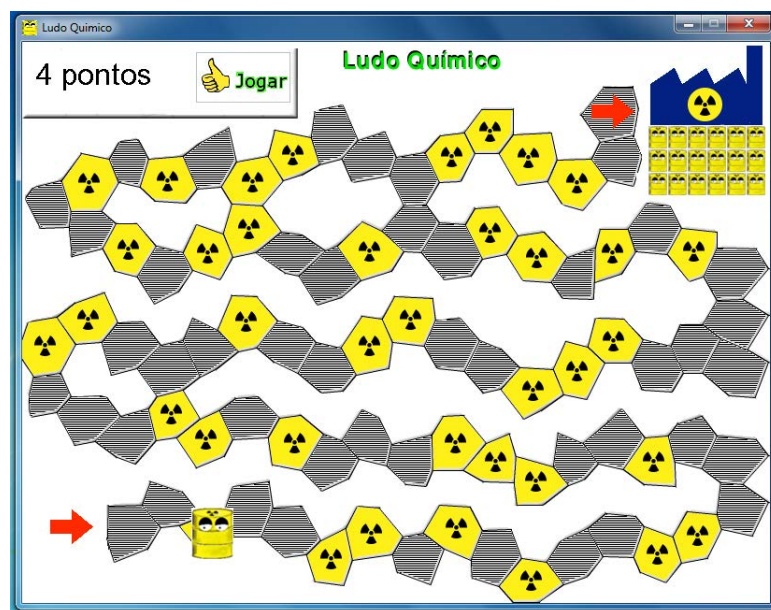


Figura 24 – Tabuleiro do jogo digital Ludo Químico

Fonte: Autor

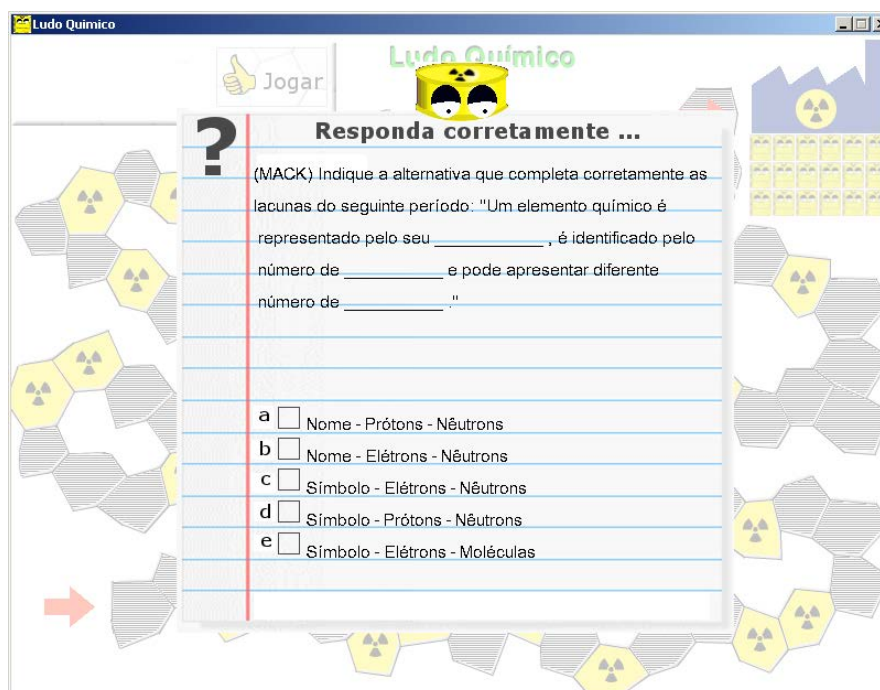


Figura 25 – Uma questão de Química retirada do jogo digital Ludo Químico

Fonte: Autor

uma tarefa difícil para os alunos e o jogo digital os ajuda na aprendizagem dos nomes e símbolos de alguns íons comuns e seus compostos em um ambiente de diversão. Este jogo possui 106 cartas e é possível criar a partir da associação delas as fórmulas e os nomes dos compostos iônicos. Para o criador do jogo, o seu uso auxilia os alunos na aprendizagem dos símbolos e nomes de íons comuns, adquirindo assim um nível de familiaridade com o princípio da eletro-neutralidade, nomes e fórmulas de compostos iônicos.

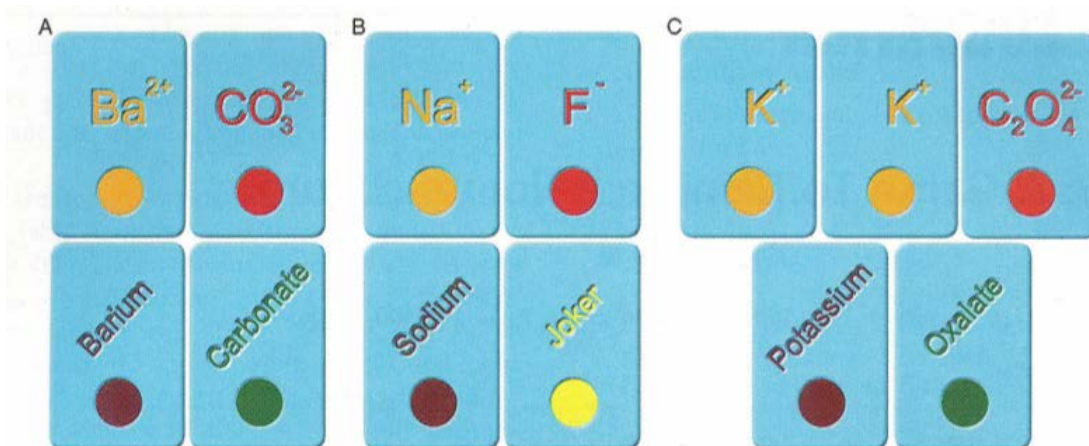


Figura 26 – O jogo digital de Química *ChemOkey*, de Nusret Kavak

Fonte: Nusret Kavak

O jogo *Element Quiz Games* (Figura 27) faz parte do portal de *softwares* educativos da empresa *Shepard Software*®. Direcionada para um público mais infantil, este local abriga softwares educativos de diversas áreas, como a Matemática, a língua inglesa e Ciências. Respondendo questões sobre a tabela periódica, como por exemplo - ‘Frâncio é o elemento mais pesado neste grupo. Onde ele está localizado?’ - os jogadores vão passando de nível e progredindo no jogo.

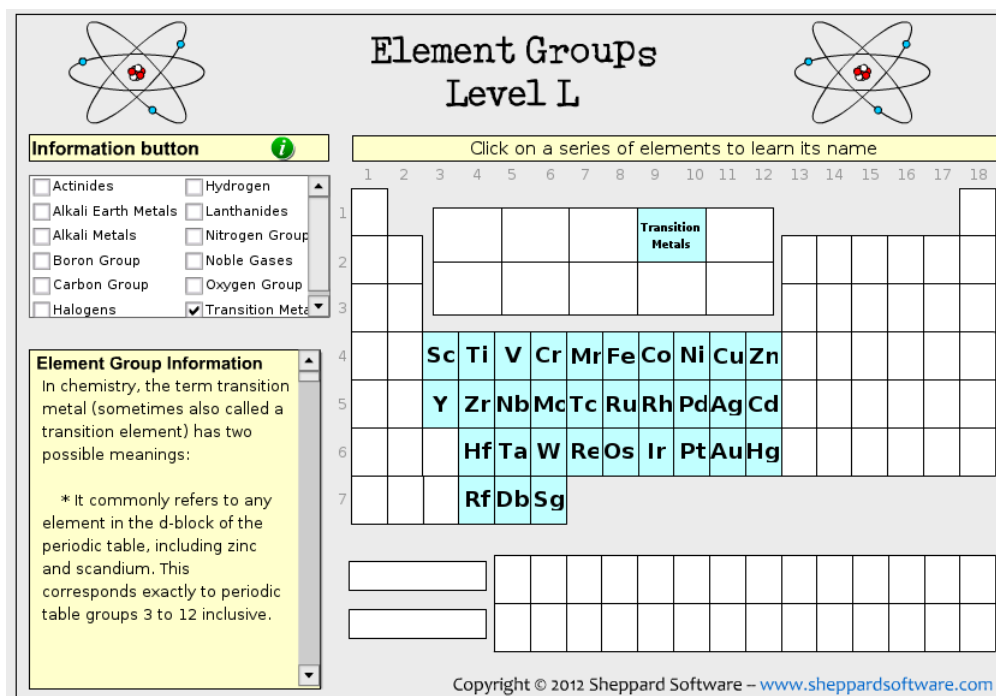


Figura 27 – O jogo digital *Element Quiz Games* da empresa *Shepard Software*®

Fonte: <http://www.shepardsoftware.com/Elementsgames.htm>

O jogo *MahjongChem* (Figura 28) foi criado pelo Departamento de Química da universidade de Stetson (EUA). Ele usa a mecânica e a jogabilidade do antigo jogo chinês Mahjong para combinar e eliminar compostos e íons com o número de oxidação correto.

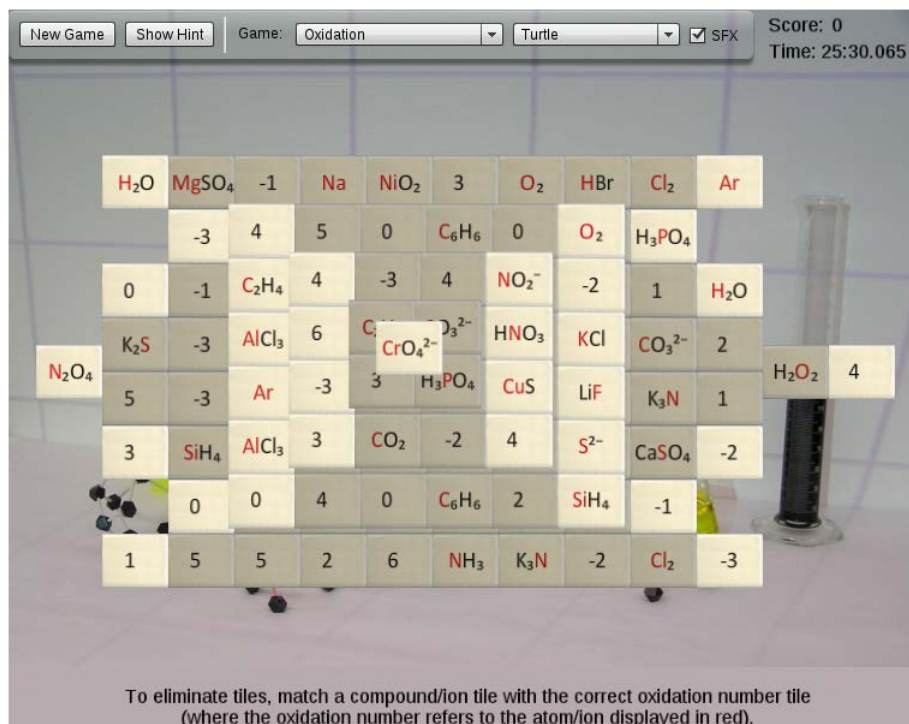


Figura 28 – O jogo digital *MahjongChem*, criado pelo departamento de Química da universidade de Stetson (EUA)

Fonte: <http://www2.stetson.edu/mahjongchem/>

Por fim, o jogo digital *Legends of Alkhimia*, segundo Chee (2011), é um jogo de mundo virtual desenvolvido pelo laboratório de ciências da aprendizagem do Instituto Nacional de Educação de Cingapura. Este jogo possui os conteúdos escolares presente no currículo de Química do EM deste local. Os alunos aprendem os assuntos através da realização de experimentos químicos, realizados dentro do ambiente interativo do jogo, no qual o jogador controla um avatar e a partir dele desempenha as ações do jogo.

Entendemos que os jogos digitais produzidos na língua portuguesa são mais acessíveis para os jovens em idade escolar que ainda não possuem conhecimentos em uma outra língua estrangeira. Desta forma, a falta de jogos digitais para o ensino de Química na nossa língua é uma oportunidade a mais deste trabalho, apesar da possibilidade do mesmo poder sofrer alterações para que se configure em outra língua.

### 1.5.2 O Ensino de Química e o PCN - relações com utilização das novas tecnologias

O PCN<sup>67</sup> é um conjunto de documentos criado pelo Ministério da Educação que visa auxiliar o professor de todas áreas (humanas, biológicas e exatas) na tarefa da reflexão e da discussão de aspectos do cotidiano da prática pedagógica, a serem transformados continuamente pelo professor. Tem como objetivo contribuir de maneira significativa com

<sup>67</sup> Os Parâmetros Curriculares Nacionais - (BRASIL; SEMTEC, 1999)

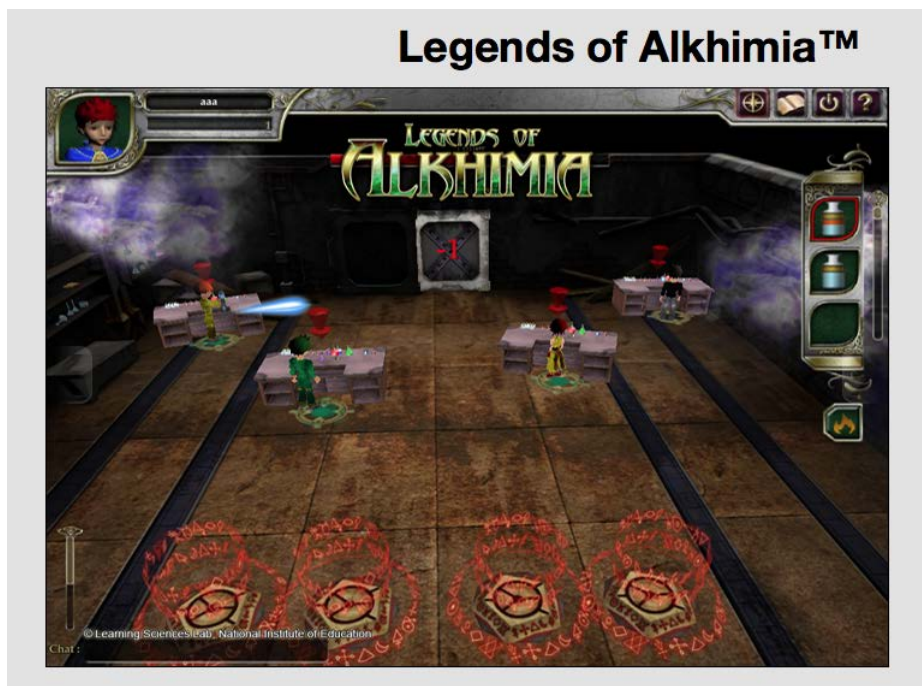


Figura 29 – O jogo digital *Legends of Alkhimia*

Fonte: <http://navigator.nmc.org/sites/default/files/Screen%20shot%202012-07-25%20at%203.03.48%20PM.png>

a melhoria do ensino dentro do panorama educacional brasileiro. Em consonância com a LDB (BRASIL, 2004), este documento foi elaborado por especialistas a pedido do Ministério da Educação, para se configurar como um guia pedagógico para o professor.

De acordo com esse documento, podemos depreender que a utilização de recursos pedagógicos digitais estão em consonância com um dos quesitos propostos como possibilidades de utilização - 'Identificar, produzir ou solicitar novos materiais que possibilitem contextos mais significativos de aprendizagem'.

Sob esse contexto, nosso objetivo nesta pesquisa é sistematizar um desses recursos pedagógicos - os jogos digitais, para que estes sejam construídos e utilizados no ensino de Química e Ciências.

O PCN também sugere algumas competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de Química e, sugere, alguns eixos a serem trabalhados pelos professores, como por exemplo: domínio da representação e da comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural.

Dentro do domínio da representação e da comunicação, encontramos sugestões de trabalho, como por exemplo, compreender a linguagem simbólica da Química, suas representações no campo da matemática (interpretação de gráficos, tabelas e relações propriamente matemáticas) e também a identificação desses conhecimentos em outras mídias, como nos jornais, livros e *softwares* computacionais, entre outras. Neste caso, os jogos digitais ganham espaço pois são excelentes ferramentas que podem estabelecer mais



um canal comunicativo entre os conteúdos escolares e o aluno que, na maioria das vezes, também é um jogador. Como descrito anteriormente, temos o exemplo do jogo *ChemOkey*, criado exatamente para melhorar a compreensão da linguagem simbólica utilizada na Química.

Dentro do domínio da investigação e da compreensão, encontramos sugestões de trabalho que abrangem a percepção dos conceitos e fatos químicos dentro de uma visão macroscópica, estímulo de atividades que utilizem dados experimentais para incutir relações e tendências sobre os dados analisados; a utilização de teorias, leis e modelos para a resolução de problemas; compreensão de relações de medidas quantitativas, entre outras. Os jogos, vistos sobre os aspectos técnicos, podem fornecer recursos computacionais valiosos na investigação e no entendimento de certos modelos que a Química cria para fornecer respostas aos fenômenos estudados.

Em relação à contextualização sociocultural, podemos citar o reconhecimento dos aspectos químicos relevantes entre a interação do ser humano com seu ambiente; a importância e o papel da Química no sistema produtivo (por exemplo na indústria); e também o trabalho de reconhecer os limites éticos e morais, presentes no desenvolvimento da Química. Essas são algumas das sugestões de trabalho envolvendo esses eixos e podemos aproveitá-lo também com a utilização dos jogos digitais.

Algumas são as possibilidades de utilização dos jogos no Ensino segundo o PCN que, conforme suas sugestões, abrem espaço para discussões a cerca de outros recursos além dos métodos tradicionais utilizados na escola. Sob essas orientações, os jogos digitais podem fornecer meios alternativos ao professor que está sempre em busca das melhorias oferecidas pelas tecnologias no Ensino. Mas a posse da tecnologia não é garantia de uma boa utilização por parte dos professores. A didática fornece estratégias de ensino para que o professor consiga aproveitar melhor esses recursos. A teoria que utilizamos neste trabalho para a conexão entre os recursos tecnológicos e os conteúdos escolares é a transposição didática, conforme veremos a seguir.

## 1.6 Transposição Didática

### 1.6.1 Didática

A didática, vista como disciplina em cursos de formação de professores, geralmente é tida como um conjunto de regras prescritivas que conduzem a prática docente, com o intuito de sistematizar o processo de propagação de conhecimento, para que este ganhe abrangência e significância no meio educacional, de uma forma mais lógica, racional e eficiente possível. Percebemos isso na definição de Tavares (2011), em seu livro ‘Didática Geral’. De acordo com a autora, a didática:

[...] é a parte da Pedagogia que utiliza estratégias de ensino destinadas a colocar em prática as diretrizes da teoria pedagógica, do ensino e da aprendizagem.(TAVARES, 2011, p. 13)

No entanto, segundo a autora, descrever a didática a partir desse modelo reduzido, pode incutir nos futuros professores um comportamento tecnicista e, também, uma falta de criticidade por parte destes, o que não está de acordo com as exigências de uma sociedade moderna, que não requer apenas técnicas e, sim, uma relação dialógica entre conhecimento e sociedade.

Essa visão, mais contextualizadora e dialética, faz parte da definição do que é didática para Santos (2003), em seu trabalho ‘Didática sob a ótica do pensamento complexo’. De acordo com Santos (2003) *apud* Tavares (2011):

A Didática passou de (...) apêndice de orientações mecânicas e tecnológicas para um atual (...) modo crítico de desenvolver uma prática educativa, forjadora de um projeto histórico, que não se fará tão somente pelo educador, mas pelo educador, conjuntamente, com o educando e outros membros dos diversos setores da sociedade.(SANTOS, 2003, p. 139)

Apensar de estarmos imersos em um sociedade tecnológica, a tecnologia está para o professor como a ferramenta está para um artesão. Usá-la ou não fica a critério dele. Entretanto, percebemos a importância que os recursos tecnológicos têm, em relação às tecnologias antigas, e, explorá-las, acaba sendo uma boa alternativa para que esse professor ponha em prática em sala de aula. Do mimeógrafo para os textos digitais, dos *videotapes* para os *bluerays*, ou do *facsimile* para o *skype*, percebemos hoje que, esses recursos mais modernos, apregoam também os avanços tecnológicos para as salas de aula. Apesar de não ser uma regra, ou uma imposição vinda da didática, a tecnologia permeia a sociedade, e a escola, formadora de indivíduos imergidos nesse ambiente, acaba que, por pressões sociais ou iniciativas políticas, sendo também usuária e anunciadora dessas novas tecnologias.

Desta forma, uma aula expositiva, ainda que tida como antiquada e desemparelhada com a visão de uma sociedade moderna e tecnológica, pode se expandir potencialmente com a utilização dos recursos tecnológicos, como pelo uso dos computadores ou outros recursos eletrônicos. As pessoas mudam, as mídias mudam, os conteúdos mudam, e, as formas de propagação das informações, também mudam. Compreender essa mudança é um primeiro passo para que o professor viabilize outras formas e métodos de ensinar aos seus alunos. Desde a invenção da prensa por Johannes Gutenberg, que mudou consideravelmente o alcance da informação, o computador, como fonte de tecnologia para a propagação de informações digitais, está revolucionando o modo como lemos, escutamos e aprendemos. Quanto mais cedo o professor perceber essas mudanças, mais rápido será sua inserção no meio digital.

A didática, como disciplina ou como orientações para a prática docente, deve levar em consideração também essa nova realidade. Percebemos pelas falas dos autores que os mesmos concordam que a didática possui uma função nuclear, ou seja, a de desenvolver um processo de ensino-aprendizagem focando-se em estratégias de ensino que viabilizem a difusão do conhecimento, da forma mais racional e dialógica possível, no qual o conhecimento e a sociedade estão interconectados.

Desta forma, entendemos que a didática é o campo que se interessa pela metodologia de ensino, dialetizando sempre os conhecimentos, herdados pela humanidade e sistematizados na escola, com os interesses da sociedade. A transposição didática, como veremos adiante, é a teoria que pretende explicar como os conhecimentos sistematizados no ambiente acadêmico ou científico são transpostos em conhecimentos a serem ensinados nos ambientes escolares, através do uso da didática.

### 1.6.2 Origem e conceito da Transposição Didática

De acordo com Almeida (2007), o termo transposição didática (TD) surge com o sociólogo Michel Verret, em 1975, mais precisamente em sua tese de doutorado - *Le temps des études*, apresentada na universidade de Paris V, mas é consolidado pelo educador francês Yves Chevallard, que o coloca em evidência no campo do estudo das didáticas.

O berço da TD é o da didática do ensino da Matemática mas, no entanto, ela vem se difundindo em outras áreas do meio acadêmico, chegando, por exemplo, na Física; fato notado por Chevallard (1991) em seu trabalho que leva o nome de sua teoria - *La transposición didáctica - Del saber sabio al saber enseñado*, na Química; como, por exemplo, o trabalho de Wartha (2013), em que discute a TD do conceito de eletronegatividade nos livros didáticos, utilizados no ensino superior de Química, e também no ensino de língua estrangeira; trabalho relatado por Silva (2011), que estuda os pressupostos teóricos do manual do professor em atividades de escrita em um livro didático usado no ensino da língua inglesa. Como percebemos, o conceito de TD extrapolou os limites das didáticas do ensino de Matemática e hoje é usada para auxiliar os educadores em sua prática docente nas diversas áreas; daí sua importância no campo da didática.

O sistema didático é formado pela relação entre o professor, o aluno e um saber. Diferentemente do conhecimento, que é algo individual, o saber é constituído socialmente. No centro dessa relação situa-se o real objeto de ensino, ou seja, o objeto a ser ensinado. Esse objeto possui relação filiar com o saber sábio, isto é, nascido do conhecimento academicista, ou seja, o 'saber sábio', produzido dentro das esferas acadêmicas e científicas. Quando um dos saberes sábios são designados a serem ensinados (saber a ensinar), eles passam por deformações, até que se tornem aptos a serem transformados em um objeto de ensino (saber ensinado, processado dentro do âmbito escolar). A esse processo de transposição (saber sábio  $\rightarrow$  saber a ensinar  $\rightarrow$  saber ensinado) Chevallard dá o nome

de transposição didática. Podemos assim entender que a TD é o processo de fabrico do objeto de ensino, cujo saber origina-se no meio acadêmico. Percebemos isso na passagem a seguir do texto de Chevallard:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar um objeto de ensino, é chamado de *transposição didática*<sup>68</sup>.(CHEVALLARD, 1991, p.45)

Essas deformações, descritas por Chevallard, sugere que há diferenças daquilo que é criado nos espaços científicos e educacionais. No entanto, essas deformações não significam que há diferenças conceituais entre o que é produzido entre essas duas esferas do conhecimento. Por exemplo, uma reação química tem o mesmo sentido em um laboratório (onde se faz ciência) e na escola (onde se ensina ciência). O que se entende por reações químicas nos espaços educacionais advém do conhecimento científico, produzido dentro dos laboratórios, centros de pesquisa, etc. Almeida (2007) aponta que, nesse caso, há apenas uma conformação mais abrangente dos termos usados - no campo semântico e léxico, ou seja, diferenças textuais para o mesmo conceito. Na teoria de Chevallard é imprescindível que haja essa deformação do saber sábio para que o mesmo possa ser ensinado nos ambientes escolares. De acordo com o autor, temos:

Para que o ensino de um determinado elemento de saber seja meramente *possível*, esse elemento deverá ter sofrido certas deformações, que o farão apto a ser ensinado. O saber-tal-como-é-ensinado, o saber ensinado, é necessariamente distinto do saber-inicialmente-designado-como-o-que-deve-ser-ensinado, o saber a ensinar<sup>69</sup>.(CHEVALLARD, 1991, p. 16)

Para Chevallard, o objeto de ensino (ou objeto do saber) só tem sentido dentro do ambiente onde ele é criado, ou seja, no campo de consciência dos agentes envolvidos no sistema de ensino - professores e educandos. Para os matemáticos, por exemplo, um objeto de saber é um conglomerado de temas dentro do que ele chama de ‘noções matemáticas’. Ele cita, como exemplo, as noções de adição, do círculo e das equações diferenciais como participantes desse objeto do saber. Todas são noções que advém da esfera científica do saber, desenvolvida e criada por seus representantes - os matemáticos.

Como toda nova teoria, ela também é passiva de criticismo e de simpatia. De acordo com o autor, essas duas posições podem ser perigosas, pois, no primeiro caso, a

<sup>68</sup> Traduzido do original em espanhol: Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los *objetos de enseñanza*. El ‘trabajo’ que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado la *transposición didáctica*.

<sup>69</sup> Traduzido do original em espanhol: Para que la enseñanza de un determinado elemento de saber sea meramente *posible*, ese elemento deberá haber sufrido ciertas deformaciones, que lo harán apto para ser enseñado. El saber-tal-como-es-enseñado, el saber enseñado, es necesariamente distinto del saber-inicialmente-designado-como-el-que-debe-ser-enseñado, el saber a enseñar.

rejeição da teoria dá-se por uma má interpretação do leitor, no qual ‘[...] os primeiros usos de um conceito consideram-se frequentemente como casos ‘patológicos’, porque se trata de forçar as características com o propósito de a ver ou de fazer ver.’ (CHEVALLARD, 1991, p. 19); já no segundo ‘[...] o ativismo obstrui a análise e uma certa atitude reflexiva’ (CHEVALLARD, 1991, p. 20), inviabilizando assim a teoria.

As críticas mais fortes, segundo Halte (2008), vêm da obra de Claude Raisy e Michel Caillot (1996) - *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*. Nesse trabalho os autores discutem as falas de Chevallard em que, por exemplo, este diz existir um saber científico, e de um modo geral, um saber. Isso leva os autores da crítica a entenderem que existe um saber e que ele é único, um explícito reducionismo se pensarmos nos outros campos senão os da Matemática. Halte (2008) em seu trabalho - ‘O espaço didático e a transposição’, chama a atenção para a redução da problemática didática em seu todo à transposição. Trabalho este discutido em torno da temática do ensino da língua materna francesa, ele questiona o excessivo enfoque dado a apenas um dos polos do sistema didático, concedendo destaque especial aos saberes em detrimento às relações entre os professores e os alunos com esse saber. O papel do professor e do aluno parece ser para Chevallard secundário, o que Halte critica, conferindo a eles um papel essencial no processo de transposição didática.

Essa supervalorização do saber, em detrimento aos outros polos do sistema didático, não fica muito explícita no esquema montado por Chevallard para explicar os fluxos tomados na TD. Esse esquema simplificado (Figura 30), segundo o autor, engloba o conceito de sistema didático mas, no entanto, é sempre o saber sábio (proveniente das esferas científicas) que fica em evidência em suas falas. É a transposição didática restrita.

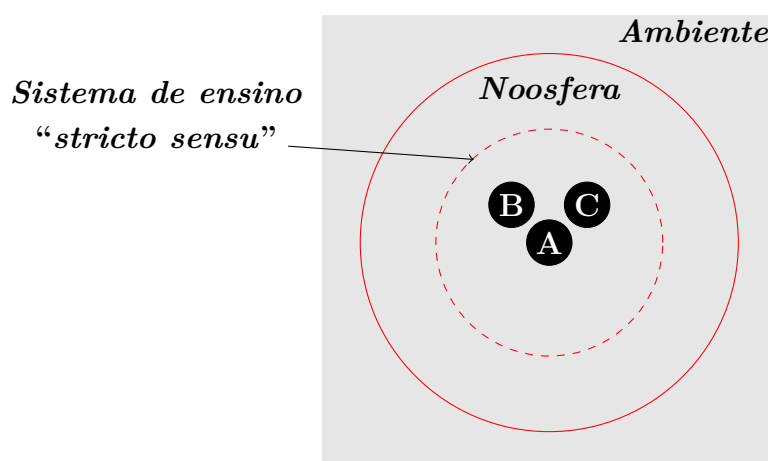


Figura 30 – Transposição Didática - Yves Chevallard

Fonte: Baseado na figura em (CHEVALLARD, 1991, p. 28).

Do interior (sistemas didáticos) para a parte mais exterior (ambiente), Chevallard descreve os conceitos presentes no esquema. Na figura, temos ao centro círculos representados por (A), (B) e (C) que são os sistemas didáticos. Esses sistemas didáticos, como

descrito anteriormente, são formados pela téttrade - professor, aluno e saber. O sistema de ensino engloba todos esses sistemas didáticos, tendo a seu favor todos esses recursos tornando-o viável. Na camada mais externa do sistema de ensino está o que o autor chama de sistema de ensino *stricto sensu*, um local extremamente conturbado, visto que, de acordo com ele, é ali que se processa o encontro da sociedade e suas exigências, local que surgem os conflitos, as negociações e as soluções. É nessa esfera que se pensa o funcionamento didático. Ao interior dessa camada o autor dá o nome de noosfera. Essa conturbação tem como agentes não só os educandos e professores, mas, também, é local prolífico de outros membros representantes da sociedade (pais de alunos ou representantes de órgãos políticos, por exemplo) e os representantes do ensino (por exemplo, desde os já mencionados professores até os que cuidam da organização escolar). Na parte mais externa do esquema, no que o autor chama de ambiente, está a sociedade laica - contrastando com a sociedade dos especialistas, presente no sistema de ensino.

A transposição didática opera dentro na noosfera, ou seja, na transposição do objeto de ensino (originado do centro do sistema didático) para o ensino a ensinar (processado dentro dessa esfera).

### 1.6.3 A Transposição Didática e os *Softwares* Educativos

Indiretamente, apoiando a crítica de Halte (2008) em relação à supervalorização do saber e a pouca ênfase dada aos outros agentes do famoso triângulo mencionado, Cardoso (2003) discute em sua pesquisa uma maior participação do professor do EF como coautor na TD em *softwares* educativos. Segundo Cardoso, apesar de haver uma grande dificuldade por parte dos professores pesquisados em articularem os seus discursos, utilizando as várias formas de comunicação presentes nos *softwares* educativos, é importante que o professor sempre esteja presente no momento da criação e utilização desses aparatos computacionais, com o intuito de que a TD seja mais efetiva.

De acordo com a autora, os *softwares* educativos são ferramentas com múltiplos canais comunicativos - '[...] ressaltam e disponibilizam diversas linguagens' (CARDOSO; LESZCZYNSKI, 2003, p. 476). Os textos, as imagens, os sons e as animações, presentes na maioria desses programas computacionais, são importantes mecanismos usados para a comunicação de ideias, fatos, e informações. O valor da língua é inegável no processo de comunicação no ambiente escolar. Levando-se em consideração esse aspecto, a autora, ao analisar as linguagens utilizadas nos programas computacionais educativos produzidos pelos educadores, entende que esses enunciados carregam consigo valores, tendências e visões do mundo de quem as produziu. Dialectizando sobre as linguagens produzidas pelos *softwares* educacionais e seus enunciadores (os professores criadores de *softwares* digitais), a autora conclui que é muito difícil para os professores se valerem desses recursos. Dificuldades de ordem técnica ou nas articulações dos discursos entre um meio de comunicação

e outro delineiam os maiores problemas levantados na pesquisa da autora.

Uma outra forma do professor realizar a transposição didática, através dos *softwares* educativos, é os adquirindo de empresas especializadas na criação desse tipo de material, com o intuito de atender as necessidades do docente em suas atividades em sala de aula. Neste caso, diferentemente do anterior analisado, o professor tem um papel mais passivo no que se refere a produção do material, afinal, ele é consumidor de um produto já produzido, e sem a possibilidade de alterações ou adaptações. No entanto, apesar dele não estar ligado diretamente com o processo de fabrico desse tipo de material, o professor pode sim criar suas estratégias de ensino usando esses materiais adquiridos. Todavia, essas aquisições de materiais didáticos digitais, por parte da escola, geralmente não são supervisionadas, o que pode resultar na compra de *softwares* que não atendam aos requisitos requeridos pelos professores. A pesquisa de Dall'Asta (2004) vai na mesma direção dessa preocupação em relação à qualidade do *software* educativo. Em seu trabalho, ela destacou que há uma necessidade de se estabelecer elementos para análise dos *softwares* didáticos, para que estes sejam avaliados pelos educadores e pela escola. Ela elencou alguns elementos, como por exemplo, o conteúdo apropriado, o lúdico, o raciocínio e as simulações de fenômenos, como elementos-chave, utilizados na avaliação desses tipos de *softwares* didáticos. Mas ela também enfatiza que a qualidade do ensino é abruptamente elevada quando há a participação do professor nessas atividades, conduzindo melhor a transposição didática por essas ferramentas digitais, o que está de acordo com que Cardoso (2003) diz sobre a cobrança da participação do professor na construção desses recursos.

De acordo com Dall'Asta, um *software* educativo pode proporcionar mais do que uma simples revisão de conteúdos. Para a autora:

Um software educacional bem elaborado pode oferecer a revisão de conteúdos, mas deve também permitir ao aluno a construção e organização do seu próprio raciocínio lógico; favorecendo a troca e a construção conjunta de ideias (quando em redes); desenvolver o raciocínio e a habilidade na resolução de problemas; estimular a aprendizagem com informações apresentadas de forma atraente e desafiadora. (DALL'ASTA, 2004, p. 03)

Revisão de conceitos, favorecimento do raciocínio lógico, intercâmbio de ideias entre os alunos e resolução de problemas são alguns dos itens elaborados dentro do PCN de Química, habilidades sugeridas para os professores desenvolverem junto a seus alunos em suas aulas, objetivando um ensino de qualidade.

Desta forma, o professor é agente desse processo de transposição didática do saber através do uso dos *softwares* educativos. Para Cardoso, a ação do professor junto a esses materiais é condição imprescindível para que aconteça a transposição didática do saber. Para ela, 'A transposição didática ocorre em várias instâncias que envolvem, desde o sistema de ensino como um todo, passando pelos elaboradores de materiais didáticos, até a ação do professor em sala de aula. (CARDOSO; LESZCZYNSKI, 2003, p. 477)'

Sabemos que a cobrança feita aos professores é oriunda de diversas esferas, como a sociedade, os pais, os coordenadores de cursos, o estado e, também, das instituições de ensino. Fornecer uma maneira mais simplificada para o trabalho técnico da transposição didática é um desafio que muitos *softwares* tentam resolver. No caso dos jogos, alguns *softwares* denominados de *frameworks* são especializados em transformar um trabalho altamente complexo, em nível técnico computacional, em comandos gráficos simplificados. Essa simplificação ajuda o professor na tarefa da construção desses materiais, sem se ater à detalhes muito técnicos, focando-se apenas nos quesitos referentes ao ensino e a aprendizagem, condição imprescindível para um jogo denominado educativo.

#### 1.6.4 A Transposição Didática e os Jogos Digitais

Um jogo digital, apesar de ser um jogo (conforme características e definições que estudamos anteriormente), ele é necessariamente um *software*. Assim, como o *software* educativo, o jogo digital é um complexo sistema comunicativo. Em sua maioria, possuem vídeos, textos, figuras e sons, todos confluindo para proporcionar ao jogador uma experiência, conforme os desejos e as designações do *game designer*.

Assim como nos livros, temos nos jogos informações textuais e não textuais. As informações textuais já vêm sendo usadas no ensino desde a invenção da escrita. As informações não textuais, assim como as figuras e os vídeos, são formas não literais de comunicação. De acordo com Petarnella (2008), as informações na forma de imagem permitem que o leitor as adquira diferentemente com o que acontece nas formas textuais. Permite que o ‘leitor’ dessa imagem estabeleça conexões não lineares com as informações da figura. Para Petarnella, temos que:

Os fragmentos informacionais disponibilizados pela imagem fazem com que o leitor não leia mais em uma sequência lógica proposta pelo texto, pois a imagem torna-se responsável por uma dimensão contexto-temporal e espacial, na medida em que tem aspectos técnicos e comunicativos e propriedades estruturadas e estruturantes. (PETARNELLA, 2008, p. 50)

Imagens, sons e vídeos são recursos multimídias presentes na maiorias dos jogos digitais. Outro recurso, com igual importância nos meios digitais e que tem relação com a informação textual, são os hipertextos. Diferentemente dos textos tradicionais e lineares, os hipertextos permitem que o leitor ‘navegue’ livremente pelo corpo dele, estabelecendo conexões, sentidos e, desta forma, o autor da produção textual possui muito menos controle em relação a qual sentido este quer dar a seu trabalho, diferentemente do que acontece nos textos lineares, em que o leitor é conduzido linearmente pelo escritor. De acordo com Freitas (2004) *apud* Petarnella (2008), temos que ‘O hipertexto informatizado nos dá condições de atingir milhares de dobras imagináveis através de uma palavra ou



ícone, uma infinidade de possibilidades de ação.(FREITAS, 2004, p. 16)'. Essas 'dobras imagináveis' é o que em parte habilita a não linearidade em um hipertexto.

Como anteriormente descrito, a teoria de Chevallard concebe a transposição didática como sendo o trabalho que faz de um objeto de 'saber a ensinar' para a transformação desse em um 'objeto de ensino'. Este processo de transformação da informação e do conhecimento, não é especificado na teoria do autor. A criação dos objetos de ensino, ou seja, aquilo que será disponibilizado no ambiente escolar, muitas vezes é tarefa do professor, ou, o mesmo utiliza esses objetos de ensino, pré produzidos através dos livros didáticos, em sala de aula. A concepção do objeto de ensino é condicionado ao talento 'transformativo' do professor, ou seja, na reelaboração do conhecimento acadêmico em outro, próprio para o ambiente escolar, com linguagem e contexto próprio.

É nesse sentido que os jogos digitais podem ser ferramentas importantes, usadas na transposição didática dos conteúdos escolares, um vez que se utilizam de recursos multimídias e exploram o pensamento lateral dos jogadores/estudantes.

## Parte II

# Materiais e Métodos

## 2 Metodologia usada na Pesquisa

Na primeira fase desta pesquisa, realizamos o levantamento bibliográfico necessário à compreensão de alguns aspectos relacionados ao campo lúdico e ao didático-pedagógico. O surgimento e a história dos jogos nos deu uma perspectiva ampla do conceito de jogo (ou conceitos, conforme vimos). As diversas definições nos forneceu um panorama sobre a forma que estudiosos, clássicos e contemporâneos, concebiam o significado de jogo e, no estudo dessas definições, conseguimos depreender o nosso próprio significado para o que entendemos ser jogo.

Avançando com esse conceito, abordamos também os jogos digitais, que, como vimos, compartilham a mesma raiz dos jogos não digitais mas, no entanto, possuem suas especificidades. Logo, sob o nosso ponto de vista, essas especificidades começaram a fazer parte dos aspectos constituintes da nossa definição para os jogos digitais. Entender essas características faz parte da função do *game designer* que, como verificamos, é a pessoa responsável pelo projeto, criação e implementação de um jogo, seja ele digital ou não.

Não bastasse as dificuldades que esse profissional enfrenta na criação de jogos de puro entretenimento, temos também os jogos com objetivos específicos, usados em treinamentos, na educação ou apenas na promoção do bem estar. Alguns bons jogos, segundo estudiosos da área de GBL, possuem elementos que podem ser aproveitados no campo educacional, agindo na melhoria da cognição dos jogadores, estimulando as múltiplas inteligências ou apenas contribuindo com a aprendizagem sob a forma de uma metodologia de ensino baseada em jogos digitais. Na educação, em especial no ensino e na aprendizagem de Química, verificamos a escassez de jogos usados na aprendizagem de conteúdos desta disciplina. O número é ainda mais reduzido se consideramos apenas jogos em língua portuguesa. Esses poucos, tendem a trabalhar os conteúdos presentes na disciplina de Química numa tentativa de os transpor didaticamente através do uso dos jogos digitais.

Desse modo, a abordagem dos aspectos teóricos encerram a primeira fase desta pesquisa. Ela serviu para nos revelar o que é jogo e como funciona a sua construção (*game design*), sua utilização no ensino-aprendizagem de conteúdos escolares; principalmente no que tange o ensino de Química e Ciências, seus efeitos nas Ciências Cognitivas, na motivação em sala de aula, como recurso na ‘Aprendizagem baseada em jogos digitais’ e a possível transposição didática dos conteúdos escolares, feita pelo intermédio dos jogos digitais educativos.

Com o objetivo de responder a nossa questão de pesquisa ‘*Que efeitos possui o Game Design no processo de criação de jogos digitais usados para o ensino de Química*

e Ciências?', criamos para este trabalho um jogo digital, e, sobre ele, analisaremos a importância dos elementos lúdicos, elencados neste trabalho, e também os elementos didático-pedagógicos retirados do PNLD de Química (usado na avaliação dos conteúdos dos livros didáticos da disciplina de Química por professores das escolas públicas, adaptados para que sejam averiguados como critérios avaliadores dos conteúdos de Química presentes no jogo), o que compõe nossa segunda coluna de variáveis a serem analisadas.

Este momento de criação e implementação do teste piloto do jogo (nosso objeto de estudo) se caracteriza como a segunda fase desta pesquisa.

Em observância à construção do nosso objeto de estudo, nos focamos nas seguintes etapas: a) relacionados à construção do roteiro e história do jogo; b) criação dos personagens, objetos, música e cenário; c) criação das fases do jogo, juntamente com a transposição dos conteúdos de Química para a mídia do jogo; e, por fim, d) definição dos objetivos didáticos. Vemos esse resumo na Figura 31, a seguir:

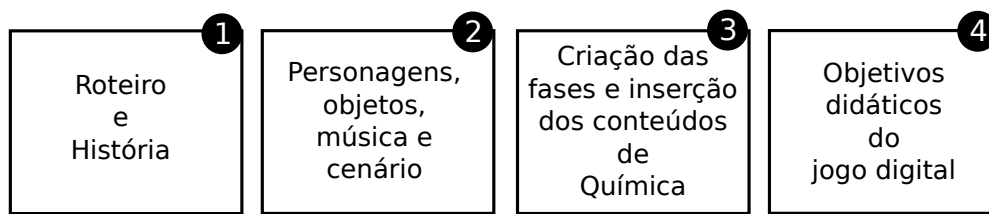


Figura 31 – O que foi considerado na etapa de construção do jogo - dimensão lúdica

Fonte: Autor

Já em relação à avaliação dos conteúdos de Química, presente no PNLD, utilizaremos alguns critérios de quatro dos cinco blocos utilizados como guias por esse documento. São eles: a) estrutura editorial do projeto gráfico, legislação e cidadania, b) abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica, c) correção e atualização de conceitos e, por fim, d) informações e procedimentos. Vemos esse resumo na Figura 32, a seguir:

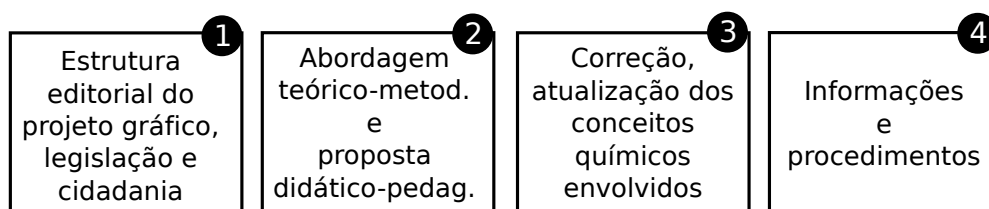


Figura 32 – O que foi considerado na etapa de construção do jogo - dimensão didático-pedagógica

Fonte: Autor

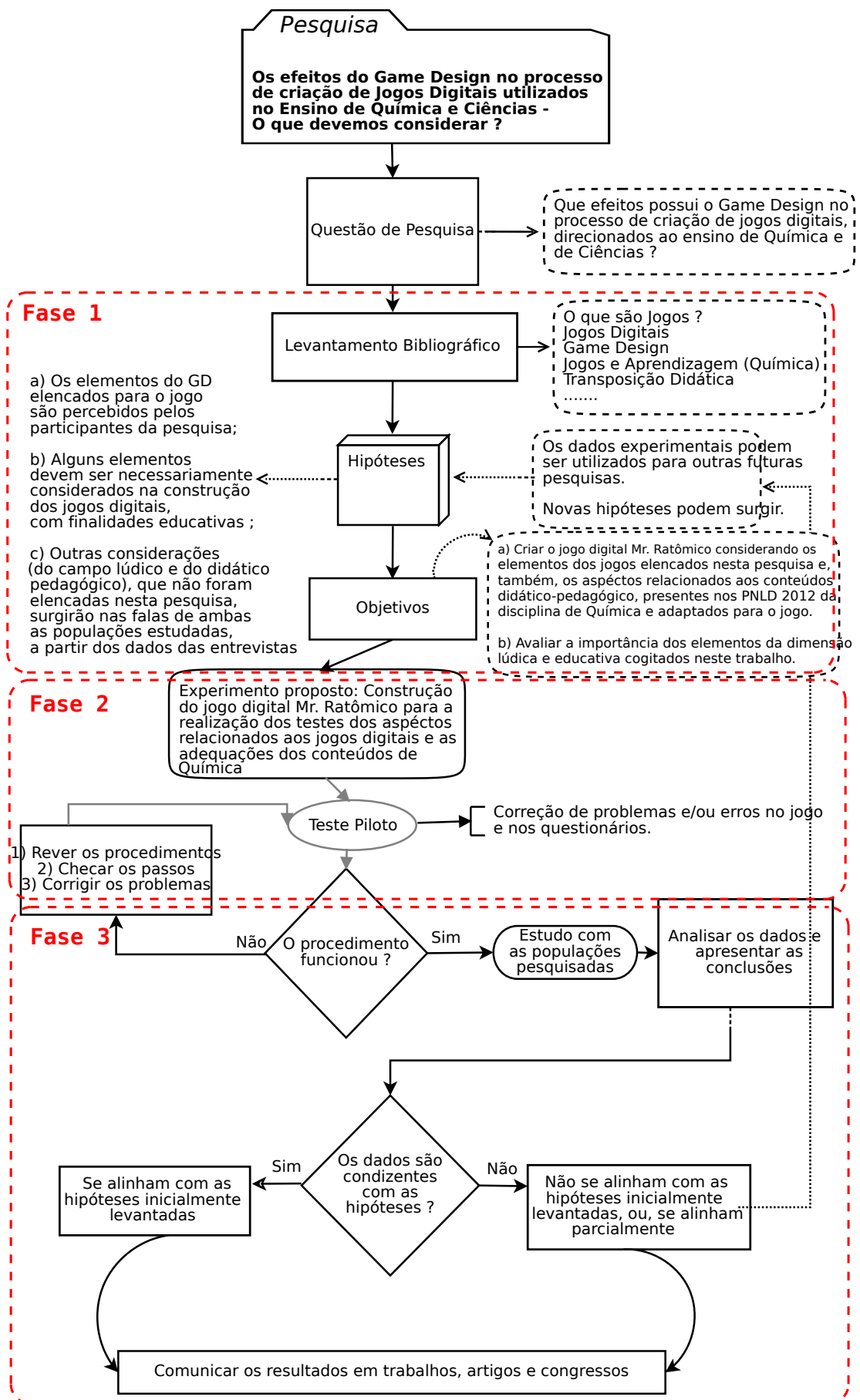


Figura 33 – Diagrama da pesquisa

A terceira e última fase da pesquisa trata da aplicação do jogo junto às populações pesquisadas (professores de Química e/ou Ciências, e, também, os *game designers*), a coleta de dados e a análise dos resultados sob metodologia apropriada. Uma visão geral deste trabalho pode ser vista na Figura (33).

Por se tratar de uma pesquisa na área da Educação, faz-se necessário realizar antes uma pequena discussão sobre os paradigmas metodológicos mais utilizados na pesquisa em Ensino, no intuito de justificarmos a nossa escolha metodológica.

## 2.1 A Pesquisa em Ensino

Nesse ponto, em que já temos a questão de pesquisa definida, nos deparamos com os dois paradigmas metodológicos mais usados na pesquisa em educação - o qualitativo e o quantitativo. De acordo com Moreira (2011), as pesquisas em ensino tem interesse em alguns fenômenos, conforme o diagrama da Figura 34.

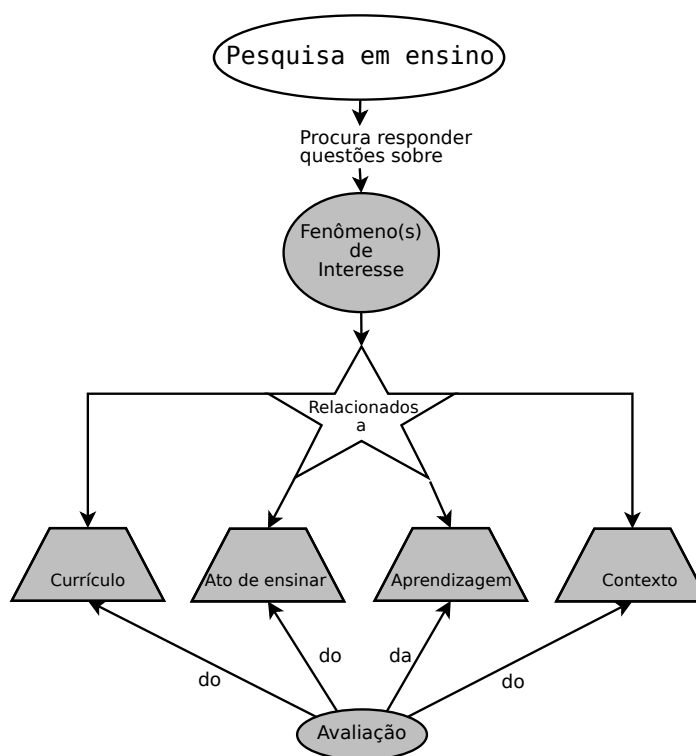


Figura 34 – Diagrama da pesquisa em ensino, segundo Moreira (2011).

Fonte: Baseado em (MOREIRA, 2011, p. 17)

No caso da nossa pesquisa, buscamos entender melhor o funcionamento dos jogos digitais educativos para a promoção do Ensino e da Aprendizagem de Química. Nosso foco, segundo o diagrama de Moreira, é o ensino e a aprendizagem dos conteúdos educacionais pelo intermédio dos jogos digitais, uma transposição didática dos conteúdos escolares pela mídia digital dos jogos.

Neste trabalho, o estudo de certos aspectos dos jogos digitais educativos, junto a certas populações, é realizado pelo delineamento de certas variáveis. Nesse momento, nosso interesse é entender se esses elementos que elencamos serão percebidos pelos pesquisados de ambas populações, através do jogo (nosso objeto de estudo) criado para esse fim. Esse interesse, tem a ver com uma das hipóteses levantada nesta pesquisa, ou seja, ‘Os elementos do *Game Design*, elencados e utilizados no jogo Mr. Ratômico, serão percebidos pelos participantes da pesquisa ?’. A partir dos problemas apresentados no *design* do jogo (pela observação das duas populações pesquisadas) será possível determinar quais aspectos são mais importantes nesse processo de criação de um JDE. Trata-se de um experimento, ou seja, a utilização do jogo com o olhar focado em certas variáveis independentes. Sob esse enfoque, podemos conceber que este trabalho tratará sua questão de pesquisa pela perspectiva metodológica quantitativa. Moreira *apud* Kerlinger (1980), ilustra bem em seu trabalho a definição de um experimento para a pesquisa quantitativa experimental:

Um experimento é uma pesquisa onde se manipulam uma ou mais variáveis independentes e os sujeitos são designados aleatoriamente a grupos experimentais [...] é um estudo no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas e no qual a influência de todas ou quase todas as variáveis relevantes possíveis não pertinentes ao problema da investigação é reduzida a um mínimo. (KELINGER, 1980, p. 94)

Por variáveis independentes, Kerlinger (1980) entende por ‘[...] condições ou características que o experimentador manipula em sua tentativa de determinar sua relação com os fenômenos observados.’ Essa manipulação é observada no nosso experimento, na medida que, propositalmente, criamos o nosso objeto de estudo levando-se em consideração certas características no jogo, e as observamos com a ajuda das duas populações pesquisadas. O estudo quantitativo dessas variáveis e suas relações com as outras compõe o viés metodológico quantitativo desta pesquisa.

Entretanto, em um segundo momento, nos atemos também a questão da importância desses aspectos elencados dentro da concepção do jogo digital educativo. Desta forma, os pesquisados são indagados a respeito das suas percepções do jogo, o que nos retorna dados subjetivos, diferentemente dos numéricos, gerados anteriormente pelo viés quantitativo. A investigação desses significados se faz pelo uso da interpretação heurística, característica da metodologia qualitativa.

Diante do exposto, podemos concluir que a metodologia apropriada para essa pesquisa é uma mistura das duas. De acordo com Figueiredo (2007), esse tipo de metodologia, que ‘[...] associa análise estatística à investigação dos significados das relações humanas, privilegiando a melhor compreensão do tema a ser estudado, facilitando assim a interpretação dos dados obtidos.’ tem o nome de quanti-qualitativa ou metodologia mista.

Johnson e Christensen (2004) vão além. Segundo eles, a pesquisa mista, quanto ao método científico, age de forma exploratória e confirmatória. Sob o ponto de vista do

comportamento humano, induzem que este é previsível. Possui múltiplos objetivos e focos, e se interessam por conectar a observação específica ao geral. A natureza da observação se faz pelo estudo do comportamento em mais de um contexto, perspectiva ou condição. Contempla o realismo, o senso comum e a visão pragmática do mundo. A coleta dos dados pode ser feita por diversas formas (questionários, entrevistas, vídeos, etc.) e, desta forma, a natureza desses dados é diversa, podendo ser uma mistura de variáveis, palavras, significações ou imagens. A análise desses dados é feita pela combinação qualitativa e quantitativa e os resultados fornecem pontos de vista internos e externos ao fenômeno observado. Por fim, os relatórios são compostos por uma mistura de números e narrativa, devida a natureza desse tipo de pesquisa.

Alguns autores apontam a incompatibilidade metodológica quali-quantitativa. Entre esses apontamentos, de acordo com Moreira *apud* Smith (1983), são incompatíveis devido às implicações epistemológicas diferentes entre os procedimentos. De acordo com Smith, temos:

Cada abordagem adota diferentes procedimentos e tem diferentes implicações epistemológicas. Uma abordagem assume uma posição sujeito-objeto em relação à matéria de ensino, a outra uma posição sujeito-sujeito. Uma separa fatos e valores, a outra os percebe inseparavelmente misturados. Uma busca leis, a outra procura compreensão. Considerando nosso estado atual de pensamento, tais posições não parecem ser compatíveis. Isso não quer dizer que os dois enfoques nunca poderão ser conciliados somente que no momento atual as divisões são mais notáveis do que as possibilidades de unificação (SMITH, 1983, p. 12).

Entretanto, temos uma visão mais conciliadora entre essas duas metodologias, assim como Eisner (1981) citado por Moreira (2011):

Cada abordagem ao estudo de situações educacionais provê de maneira única sua própria perspectiva. Cada uma ilumina a seu modo as situações que os seres humanos procuram compreender. O campo da educação em particular precisa evitar o monismo metodológico. Nossos problemas devem ser atacados de todas as maneiras que forem frutíferas [...] A questão não é contrastar qualitativo e não qualitativo, mas como abordar o mundo educacional. É para o artístico que devemos nos voltar não como uma rejeição ao científico, mas porque com ambos podemos atingir visão binocular. Olhar através de um só olho nunca proporcionou muita profundidade de campo (EISNER, 1981, p. 9).

Para Eisner, essa visão binocular permite que o pesquisador, ao menos da área educacional, tenha mais de uma perspectiva sobre sua pesquisa. Nessa busca de respostas da pesquisa em educação, esse método misto parece contribuir para isso.

Em relação a pesquisa em educação em ciências, Moreira (2011) explica:

[...] a pesquisa em educação em ciências é entendida como a produção de conhecimentos resultante da busca de respostas a perguntas sobre



ensino, aprendizagem, currículo e contexto educativo em ciências, assim como sobre o professorado de ciências e sua formação permanente dentro de um quadro epistemológico, teórico e metodológico consistente e coerente (MOREIRA, 2011, p. 73).

Sob essa ótica, entendemos que um método misto, ou seja, quali-quantitativo, é o mais apropriado para descrever nossa metodologia. Sendo assim, para essa pesquisa, temos dois momentos metodológicos, de acordo com a Tabela 9.

<b>A Pesquisa: Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar ?</b>	
<b>Hipóteses</b>	
<b>Viés metodológico <i>Quantitativo</i></b>	<b>Viés metodológico <i>Qualitativo</i></b>
Certas variáveis* devem ser consideradas para a construção dos jogos digitais, com finalidades educativas.	Os elementos do Game Design, elencados e utilizados no jogo Mr. Ratômico, serão percebidos pelos participantes da pesquisa.  Outras considerações (do campo lúdico e do didático pedagógico), que não foram elencadas nesta pesquisa, surgirão nas falas de ambas as populações estudadas, a partir dos dados das entrevistas.

\*Após o estudo quantitativo, elencaremos as variáveis que foram mais percebidas no *design* do jogo.

Tabela 9 – Viés quali-quantitativo desta pesquisa

## 2.2 A concepção do nosso objeto de estudo: O jogo digital Mr. Ratômico

Neste momento do trabalho exploramos alguns pontos relativos à criação do jogo (nosso objeto de estudo), considerando algumas etapas do processo de criação (roteiro, história, personagens, objetos, música, fases, objetivos didáticos, etc.), estabelecemos as nossas variáveis de estudo (campo lúdico e didático-pedagógico), descrevemos os sujeitos da nossa pesquisa (professores de Química e *game designers*) e, também, como os conteúdos abordados no jogo estão dispostos no currículo de Química do EM das escolas públicas do estado de São Paulo.

## 2.2.1 O experimento proposto: Averiguação dos elementos lúdicos e didático-pedagógicos analisados neste trabalho a partir do jogo Mr. Ratômico

### 2.2.1.1 Etapas do processo de construção do jogo

Essa etapa alude à construção do nosso objeto de estudo. Trabalharemos o roteiro, a história, os personagens, os objetos, as músicas, os cenários, o *level design* e os objetivos didático-pedagógicos do jogo concebido neste trabalho.

#### 2.2.1.1.1 Roteiro e História

De acordo com Comparato, o roteiro é ‘[...] a forma escrita de qualquer projeto audiovisual<sup>1</sup>’ (COMPARATO, 2009, p. 20). Encontramos muitos elementos audiovisuais nos jogos digitais e, escrever sobre os jogos, tem muito a ver com a escrita de sua história, os seus conflitos e personagens.

Como constatamos em nossa pesquisa, ainda não há um modelo ou um roteiro padrão que nos auxilie na tarefa da criação dos roteiros específicos para os jogos digitais. Desta forma, emprestamos os conhecimentos já consolidados de criação de roteiros, nascidos da área do cinema, do vídeo e da televisão, e os adaptamos às exigências das mídias dos jogos digitais. É certo que nem todos os componentes possam ser adaptados mas, no entanto, os que tangem à criação da história e dos personagens podem ser usados, fazendo-se pequenas alterações estruturais, conforme as necessidades.

De acordo com Comparato, três aspectos são essenciais para a criação de um roteiro. São eles : *Logos*, *Pathos* e *Ethos*. Para o autor, a estruturação do roteiro se faz pela palavra e é ela que leva o nome *logos*. Esse aspecto é responsável por promover o discurso e a organização verbal do roteiro, fornecendo sua estrutura. *Phatos* é responsável por dar o tom dramático à história, embebedando-a de vida, ação e conflito. Por fim, toda história é sempre intencional, e a essa influência; seja através da ética, da moral, ou do significado último da história, dá-se o nome de *ethos*.

Comparato propõe ainda algumas etapas na elaboração dos roteiros que, segundo ele, possui uma lógica por trás dessa estruturação. Se acordo com Field (1984) *apud* Comparato (2009):

Escrever um roteiro é um processo passo a passo. Um passo de cada vez. Primeiro, encontra-se um tema; depois, estrutura-se a ideia; em seguida, definem-se os personagens; mais tarde, procuram-se os dados que façam falta; posteriormente, estrutura-se o primeiro ato em fichas 3x5; então, escreve-se o roteiro, dia a dia. Primeiro o primeiro ato, depois o segundo, e depois o terceiro. Quando o primeiro rascunho está pronto, fazem-se

<sup>1</sup> Em seu trabalho, Comparato (2009) entende por audiovisual o teatro, o cinema, o vídeo, a televisão e o rádio.

uma revisão profunda e as alterações necessárias para ajustar à dimensão adequada. Por último é preciso poli-lo até estar pronto para ser visto por todos. (COMPARATO, 2009, p. 22)

Como percebemos, Field (1984) estabelece uma sequência lógica na estruturação do roteiro. Para ele, tudo começa com a ideia, passando para a definição dos personagens, as ações, culminando na estruturação dos escritos em fichas. Aí sim começa o trabalho do roteirista/escritor, desenvolvendo os atos sequencialmente até a geração do primeiro rascunho, que é lapidado e ajustado, para só assim ser disponibilizado. Comparato também compartilha da ideia de Field e a amplia, concebendo os momentos de conflito, os personagens, a ação dramática, o tempo dramático e, por fim, a unidade dramática para os roteiros.

De acordo com o autor, a ideia sempre nasce a partir de um acontecimento, o que provoca no escritor a necessidade de realizar um relato. No caso específico do jogo aqui criado, a ideia partiu das experiências outrora observadas em sala de aula<sup>2</sup>. Nessas ocasiões, verificou ser viável a utilização dos jogos no ensino de Química, visto que essas atividades lúdicas despertaram o interesse dos estudantes. Este sentimento provocou, de certo modo, a curiosidade e o fascínio pelos jogos, utilizados com objetivos escolares. Uma maneira de se estudar os jogos é a partir de um modelo de testes, o que realizamos neste trabalho. Paul Schuyttema (2008) faz o mesmo em seu livro - ‘*Design de Games - Uma abordagem prática*’, no momento que este trata da documentação do jogo. O autor analisa um jogo digital por ele criado, chamado *Eye Opener*.

A segunda etapa, delineada por Comparato, é o conflito. De acordo com o autor, o conflito-matriz é a base de todo o trabalho do roteirista. Em volta desse conflito que a história se ramifica. Uma estratégia dada pelo autor é construir a *story line*, ou seja, a frase que condensa todo o conflito básico da história. De acordo com o autor, essa frase já dá pistas do enredo e das intrigas. No caso do jogo Mr. Ratômico, temos a seguinte frase: ‘Salve seus amigos dos laboratórios de testes químicos mostrando que sabe tudo de Química!’. Essa frase compõe a tela dos objetivos do jogo e sintetiza esse conflito presente na história do jogo.

Os personagens são responsáveis por dar vida a uma história. De acordo com Comparato, o desenvolvimento do personagem se faz através da elaboração da sinopse da história. Nesse local temos a descrição dos personagens e seu caráter é revelado, ou seja, o desenhamos e o localizamos na história.

Para Comparato, a ação dramática é ‘a maneira que vamos contar este conflito básico, vivido por aqueles seres chamados personagens’(COMPARATO, 2009, p. 25). Já

<sup>2</sup> Experiências em sala de aula no período de 2007 a 2009, em escolas públicas de Araraquara/SP, como parte integrante do estágio supervisionado, presente no currículo do curso de Licenciatura em Química - UNESP/Araraquara.

o tempo dramático é o quanto de tempo há em cada cena, ou seja, no sentido literal, quanto tempo se passará entre uma cena e outra.

Por fim, a unidade dramática é o ponto no qual, segundo o autor, o roteiro já deve estar pronto para ser gravado e filmado. É o roteiro final. Nesse momento, o diretor responsável pela criação de qualquer trabalho audiovisual, tem condições de manipular as cenas individualmente. Esse texto é uma espécie de guia para a construção do produto final, que no caso pode ser um filme ou qualquer outro trabalho audiovisual.

Esta pesquisa contempla a criação de um jogo digital com a finalidade de ser utilizado (e também estudado) no ensino de Química e Ciências, objetivando entender as relações do *game design* nesse processo. Para isso, entendemos que a história torna-se o fio condutor entre o jogo e o jogador, daí a necessidade de roteirização.

O roteiro<sup>3</sup>, criado para este jogo, divide-se em duas partes (Ato I e II). A primeira parte trata da ambientação, introduzindo a história, os personagens, e também os objetivos do jogo. Ao estilo da ‘jornada do herói’, de Joseph Campbell (2003), o personagem principal (avatar principal controlado no jogo) passa por um chamado, por provações e, de acordo com as ações do jogador, é bem sucedido no final da aventura. Nem todos os doze passos descritos por Campbell são contemplados nesta história, mas alguns inspiraram a criação da mesma.

A história criada para este jogo se passa no tempo presente, e as cenas são basicamente todas descritas dentro do complexo laboratorial de testes químicos (exceto na primeira parte, no Ato 1 cena 1, em que, na introdução, o ambiente descrito ainda é o externo aos laboratórios), como verificamos a seguir:

Ambiente: Já está anoitecendo. Em uma local distante da cidade, em meio a uma paisagem desértica, há uma edificação grande e estranha. Naquele local distante, onde não há nada por perto, a paisagem é contrastada por esse local, um prédio grande e antigo, aparentando ser uma fábrica abandonada. Acessado apenas por uma única estrada sinuosa de terra, esta indo um caminhão que aparentemente leva consigo uma carga misteriosa e bem guardada. (Roteiro Mr. Ratômico, CENA 1, ATO 1)

O personagem principal, um ratinho chamado Mr. Ratômico, é introduzido já no início da cena 5 do ato 1. Ele está preso neste local e incita seus amigos (também prisioneiros) a fugirem com ele.

Em uma instalação secreta de testes químicos muitos animais usados como cobaias são utilizados para se testar os efeitos de um misterioso gás, de composição desconhecida e efeitos devastadores em todos os seres vivos. Dos animais até agora testados, apenas um conseguiu sobreviver a todos os testes.

---

<sup>3</sup> Apêndice B

O nome dele é Mr. Ratômico, uma das cobaias desse complexo laboratorial. Dotado de inteligência e aparentemente invulnerável ao efeito dos gases tóxicos, ele programa uma fuga, na qual levará consigo seus amigos aprisionados nesse local terrível.

Para fugir, ele terá que passar por portas que requerem códigos secretos (senhas) para a abertura. Por se tratar de laboratórios de Química, as senhas são geradas de acordo com as especialidades de cada laboratório, mas sempre se referindo a temática da Química.

O personagem principal dessa história terá que coletar o maior número possível de informações dos laboratórios para que consiga decifrar as senhas que permitem a abertura das portas. Desta forma, ele deverá provar que compreendeu o assunto tratado, e será através desse conhecimento de Química que conseguirá salvar a sua vida e a de todos os seus amigos aprisionados nessa instalação sombria. (Roteiro Mr. Ratômico, CENA 5, ATO 1)

O personagem Mr. Ratômico é o avatar controlado pelo jogador. É ele que age no jogo, passando por desafios e solucionando problemas. Este é o personagem principal da história e, conseqüentemente, do jogo.

O segundo ato é propriamente desempenhado pelo jogador (visto que no ato 1, praticamente não houve ação do mesmo). Naquele momento em que não havia ação dependida pelo jogador, caberia as *cut scenes*, que são pequenos vídeos que servem para contar um pequeno pedaço da história. Devido a inviabilidade da construção das *cut scenes* (exigência de pessoal especializado e conhecimento para a construção), este recurso não foi implementado no jogo criado para esta pesquisa, apesar de entendermos a importância desse recurso para um projeto final.

Talvez, em um primeiro momento, olhando para a história presente no roteiro do jogo podemos ter uma visão negativa dos cientistas. Afinal, são eles que estão promovendo os testes em animais. Esse momento é frutífero para a discussão de um assunto polêmico: testes laboratoriais em animais. No entanto, não é essa a nossa intenção.

O propósito maior de usar um ratinho como personagem principal é exatamente promover esse contraste (entre cobaia e cientista). O personagem principal dessa história (e do jogo), só é bem sucedido quando ele aprende Química. É a partir do conhecimento de Química, adquirido dentro do jogo, que o personagem principal salvará os seus amigos, dando um desfecho positivo para a história. Em suma, a mensagem que queremos passar com o jogo é - 'O conhecimento liberta!'

O Roteiro com as fases iniciais do jogo está disponível no Apêndice B.

A seguir, apresentaremos com maiores detalhes os personagens, os objetos, a processo de utilização das músicas e efeitos sonoros e, por fim, as cenas que constituem o jogo.

### 2.2.1.1.2 Personagens, objetos, músicas e cenários

#### Criação dos personagens

De acordo com Rogers(2012), a criação dos personagens do jogo é uma consequência da criação dos personagens da história que dela surgem. No jogo contemplado para esse trabalho, temos basicamente duas categorias de personagens: as cobaias; que estão sendo mantidas nos laboratórios e são os amigos do protenoso herói, e os vilões; que são incorporados pelos cientistas, cães de guarda, os seguranças e os ratinhos contaminados.

#### Personagem Mr. Ratômico e amigos (cobaias dos laboratórios de testes químicos)

O personagem Mr. Ratômico (Figura 35a) foi criado pensando-se nas cobaias de laboratório. Essas, são animais utilizados para os mais distintos fins, desde para o teste de medicamentos, drogas ou até mesmo produtos hipoalergênicos, requeridos pela indústria cosmética. O personagem é intencionalmente colorido de preto para facilitar o contraste com os azulejos brancos dos laboratórios. Os amigos que Mr. Ratômico libertará são as cobaias representadas na (Figura 35b). Praticamente, a única diferença visual entre as cobaias e o protenoso herói do jogo é na coloração cinza, para diferenciar do personagem principal que está na cor preta.

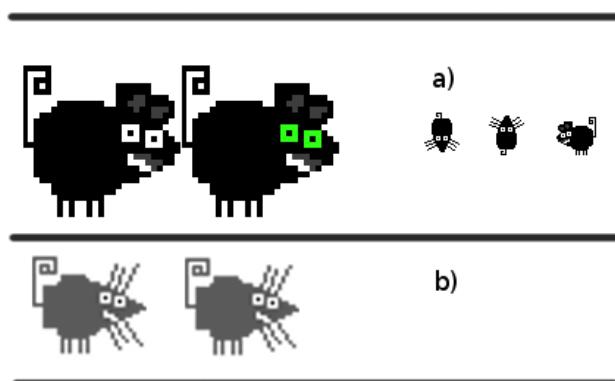


Figura 35 – Personagens do jogo - Mr. Ratômico e amigos ('cobaias')

Fonte: Autor

#### Vilões do jogo

Os personagens que dificultam a escapada do ratinho Mr. Ratômico estão dispostos em quatro categorias básicas: cientistas, ratos contaminados, guardas e os cães de guarda.

Os cientistas, são representados na Figura 36 e Figura 37b. Os ratos contaminados estão representados em Figura 37c. Já os guardas; protetores das portas de acesso aos elevadores, estão representados em Figura 37a, juntamente com os cães de guarda (Figura 37d).

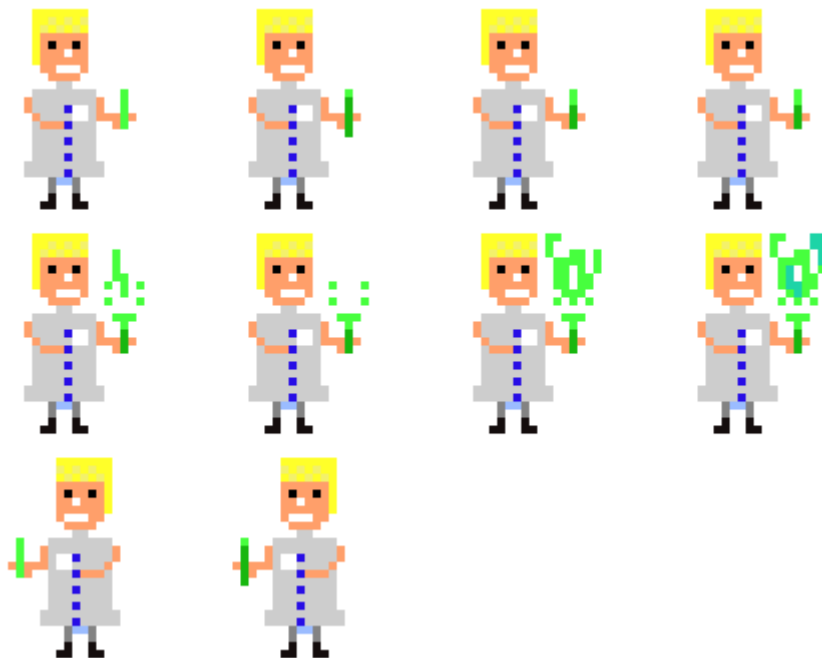


Figura 36 – Cientista do laboratório de testes - *Sprites* (Animação).

Fonte: Autor

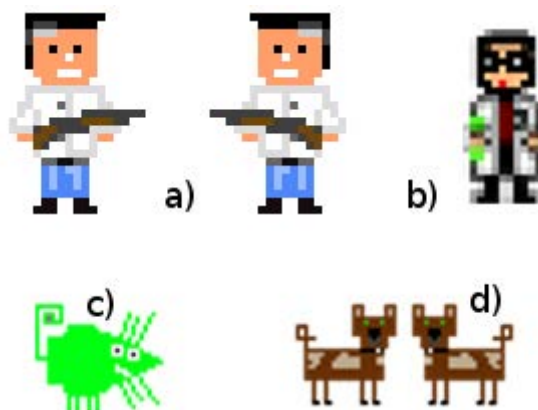


Figura 37 – Cientista do laboratório de testes e NPCs que tentam capturar o personagem principal da história do jogo (Mr. Ratômico).

Fonte: Autor

Esses personagens possuem movimentos aleatórios dentro do jogo, dando a impressão, em algumas situações, que os mesmos estão perseguindo o personagem principal. O intuito deles é colidir com o ratinho Mr. Ratômico, o que representa um decréscimo no contador de vidas do personagem do jogo.

## Criação dos objetos dos cenários

Alguns dos objetos dos cenários das fases do jogo estão dispostos na (Figura 38). Em (a), podemos ver um exemplo de pista encontrada no jogo. Outro tipo de pista é proveniente dos celulares (b), encontrados também aleatoriamente entre os laboratórios das fases. Em (c), encontramos uma caixa móvel, usada para bloquear inimigos ou apenas afastar os perigos. Em (d), encontramos um terminal de acesso, no qual o jogador recebe a informação do tipo de laboratório que ele está. Em (f), temos frascos em que estão ocorrendo reações químicas que produzem os gases vistos em (g).

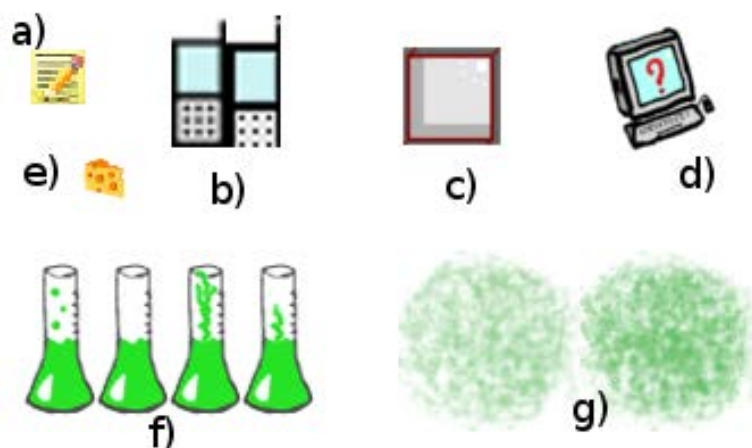


Figura 38 – Objetos presentes no jogo - (pistas, terminal de informações e outros.)

Fonte: Autor

Certos objetos no jogo causam danos ao jogador, e esse é o caso dos presentes na (Figura 39). São explosões ou apenas o fogo proveniente de alguns locais do laboratório. Ao colidir com esses objetos, o personagem principal tem o contador de vidas decrementado. O contador de vidas é mostrado em detalhe na Figura 40.

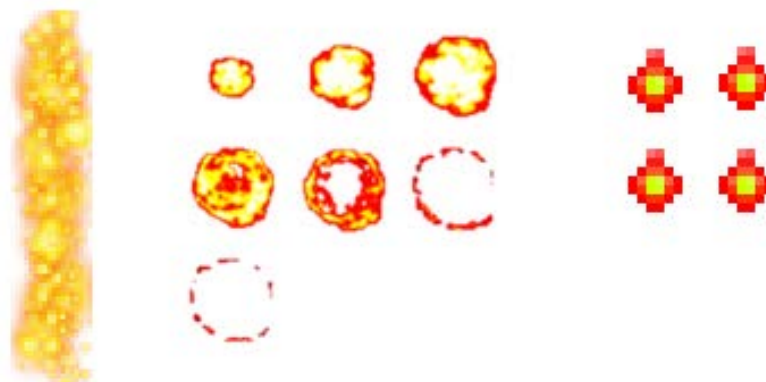


Figura 39 – Objetos presentes no jogo - (causam danos ao personagem principal)

Fonte: Autor





presentes na (Figura 41). Temos tanto ladrilhos que representam objetos, como em (a) e (e), quanto composições do cenário, em (b), (c) e (d).

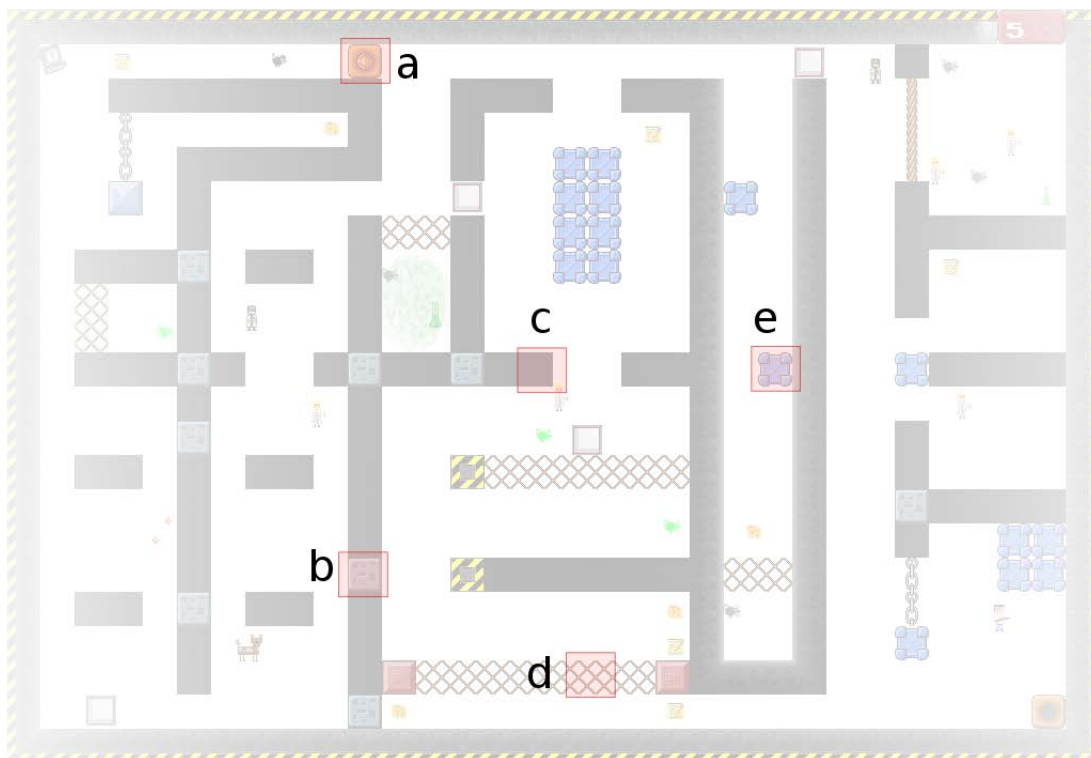


Figura 42 – Ambiente construído por *tiles*.

Fonte: Autor

## Som - Música e efeitos sonoros

Jogos digitais frequentemente fazem uso dos recursos multimídias dos computadores para transmitir informações ou passar uma mensagem não verbal aos jogadores. De acordo com Chandler (2012), a música é uma ferramenta muito importante e muito eficaz para definir o ‘tom’ de um jogo digital, podendo até mesmo torná-lo mais envolvente. A autora dá o exemplo dos jogos da série *Silent Hill*, que usa a música para aumentar o estado de tensão e terror de um mundo habitado por demônios. O *game designer* Jesse Schell (2008) lembra que a música também possui, além de ditar a atmosfera do jogo, efeito sobre o que os jogadores fazem. Ele dá o exemplo dos restaurantes que usam as músicas (o ritmo delas) para modificar os comportamentos dos clientes. Em horários de pico, em que há um fluxo maior de pessoas, geralmente esses estabelecimentos colocam músicas rápidas, fazendo com que os clientes comam mais rápido, deixando vago o local para outros. Em horários menos concorridos, deseja-se o efeito contrário. Músicas mais calmas e lentas influenciam no tempo de permanência desses clientes no estabelecimento. Em outras palavras, isso tem relação com o provável lucro das empresas desse ramo. De acordo com o autor, a música é um método de controle indireto nas mãos do *designer* de jogos, o que pode influenciar em muitas das ações desempenhadas por eles.

Usualmente, o *game designer* pode optar pelo licenciamento de músicas de bandas conhecidas ou produzi-las como parte do projeto do jogo, o que depende de orçamento e tempo. Esse processo é iniciado geralmente na pré-produção do jogo, visto que um cronograma leva em consideração o tempo para a produção das músicas e dos efeitos especiais de áudio.

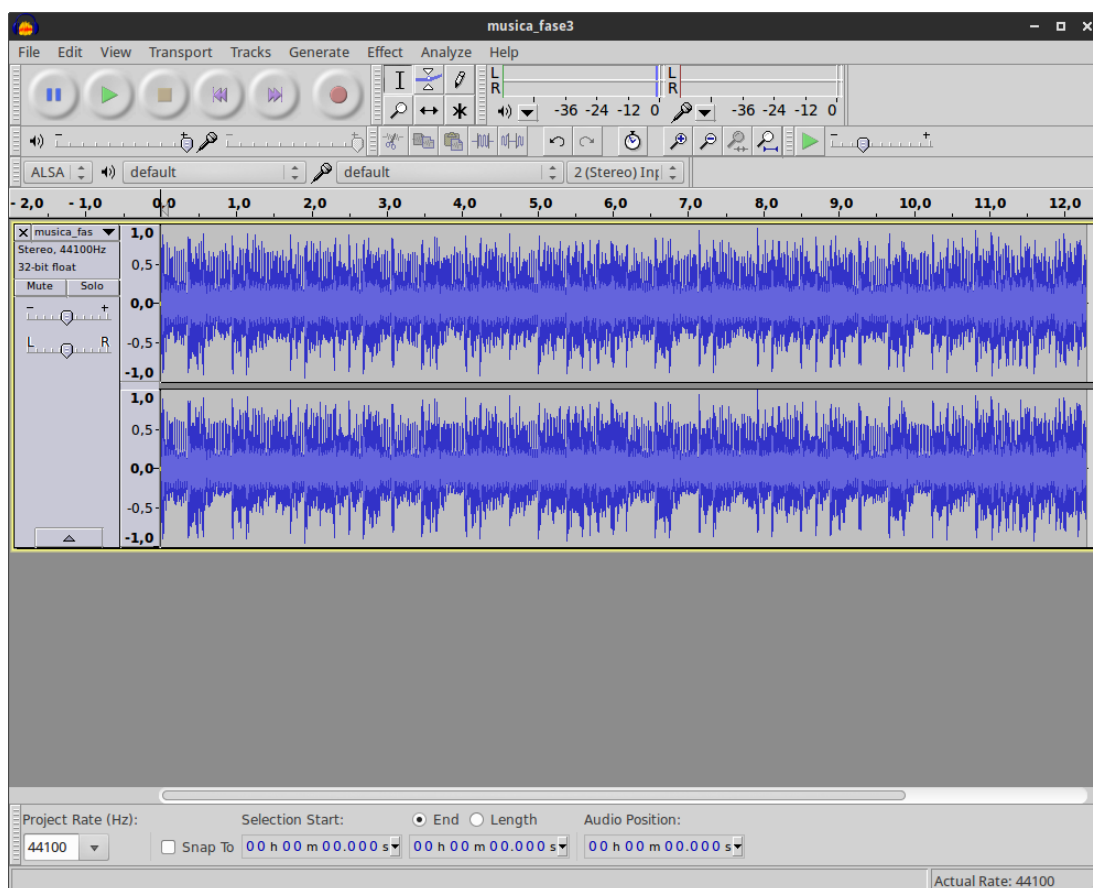


Figura 43 – Edição de áudio com o *software Audacity*

Fonte: Autor

Para jogos de pequeno porte, que contam com equipes reduzidas, uma alternativa barata é utilizar os *sound loops* gratuitos, encontrados em sites como *Looperman*<sup>4</sup>, *PlayonLoop*<sup>5</sup> e *PartnersInRhyme*<sup>6</sup>. Em todos esses locais é possível utilizar sons e músicas que possuem direitos autorais abertos. Há também a possibilidade de compra de materiais como efeitos sonoros especiais (por exemplo sons de explosões) e músicas criadas a partir de certos instrumentos musicais (músicas tocadas por piano), sem os licenciamentos. Geralmente são recursos baratos em comparação às superproduções presentes, por exemplo, no jogo *Silent Hill*, em que orquestras fazem arranjos e equipamentos especiais captam o som de alta qualidade para as mídias digitais. Em relação à qualidade dos efeitos so-

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.looperman.com/>>

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.playonloop.com/download-music-loops/>>

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://www.partnersinrhyme.com/pir/free\\_music\\_loops.shtml](http://www.partnersinrhyme.com/pir/free_music_loops.shtml)>

noros e das músicas, geralmente os arquivos de áudio presentes nesses *websites* estão em qualidade de *MP3*, o que é razoável para jogos de pequeno e médio porte.

Para converter e editar os sons do jogo, o *software Audacity* (Figura 43) é uma ferramenta viável. Gratuita e multiplataforma, é possível editar arquivos de áudio de diversos formatos, desde os específicos para celulares até os com qualidade elevada<sup>7</sup>, presentes em superproduções. Utilizamos esse *software* para realizar recortes em músicas (*sound loops*) e na conversão do formato de certos arquivos de áudio, por exemplo dos arquivos em *\*.WAV* para *\*.MP3*. O *framework Stencyl*, que utilizamos na construção do jogo que faz parte desta pesquisa, usa dois formatos de áudio (*\*.MP3* e o *\*.OGG*). Ambos são suportados e interconvertidos pelo *software Audacity*.

## Imagem

Está claro que o uso de imagens é um importante recurso pedagógico a disposição dos professores em sala de aula. De acordo com Ferreira (2009), muitos estudos apontam que o uso desses recursos aumenta a eficácia da aprendizagem dos alunos.

Em relação aos jogos, sua importância é tão fundamental quanto a dos efeitos sonoros. Seja na edição dos ‘*tiles*’ ou no desenho dos personagens, utilizamos para a construção deste jogo o *software Gimp* (Figura 44). Nosso *framework* de trabalho faz uso de imagens, podendo estar em diferentes formatos. A interconversão entre esses formatos se dá pela ferramenta de exportação presente nesse *software* de edição de imagens.

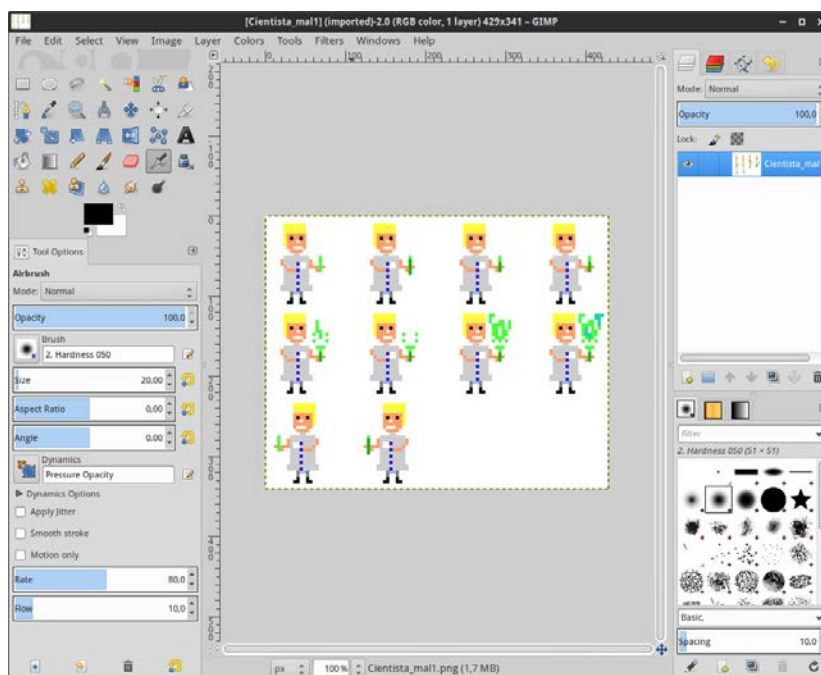


Figura 44 – Edição de Imagem com o *software Gimp*

Fonte: Autor

<sup>7</sup> Por exemplo, arquivos de áudio com compressão de 256KBPS, utilizados em estúdios de som.

### 2.2.1.1.3 Criação das fases - *Level Design* e objetivos didáticos do jogo

Conforme mencionado na introdução deste trabalho, escolhemos o tema de Química, abordado pelo jogo, a partir de dois critérios: a) dificuldade encontrada pelos alunos em entender algum conceito ou tema da Química; b) falta de jogos (digitais ou não) que tratam desse tema ou conceito, previamente escolhido de acordo com o resultado em (a). Desse levantamento, feito nas revistas QNEsc e ERIC, elegemos o assunto ‘Modelos Atômicos’ como o sendo um dos conceitos que mais causam dúvidas para os educandos e, também, o que menos é trabalhado na forma de jogos digitais educativos.

Dentro do conceito de ‘Modelos Atômicos’ trabalharemos alguns tópicos, que foram escolhidos por se configurarem importantes dentro da evolução dos modelos para explicar o átomo. Nos baseamos aqui no livro ‘A história do átomo: de Demócrito aos *quarks*.’ de Martins (2002), em que os acontecimentos são contados nessa obra de acordo com a ordem cronológica que aconteceram. A sistematização da obra desse autor permitiu uma certa progressão dos conhecimentos químicos abordados no jogo. Em sua obra, Martins dá esse caráter humano à Ciência, abordando vários episódios que contribuíram para o progresso científico, seja ela da área da Física ou da Química.

No entanto, os tópicos abordados no jogo não esgotam todos o conteúdos da disciplina de Química do EM (que, de acordo com o currículo de Química das escolas públicas do estado de São Paulo, abordam até o modelo de Rutherford-Bohr geralmente na 2ª Série.). É uma espécie de ‘preâmbulo’ para o Ensino de Química, voltado para os alunos do EM. Os modelos clássicos do átomo serviram de inspiração para que se chegasse ao nosso atual modelo (mecânica quântica).

Na etapa um do jogo (das fases 1 a 7), escolhemos trabalhar com alguns paradigmas que contribuíram para o que entendemos hoje ser átomo. Sendo assim, apresentamos desde a concepção grega do átomo (no século 4 a.C) até o modelo de Rutherford (século XX d.C), como indicamos a seguir:

- a) Visão atomística grega;
- b) Evolução dos modelos atômicos;
- c) Contribuições científicas para as evoluções do modelo atômico;
- d) Modelo atômico de Dalton;
- e) Modelo atômico de Thomson;
- f) Modelo atômico de Rutherford.

Esses conteúdos estão distribuídos pelas sete fases da primeira etapa do jogo, de acordo com o diagrama da Figura 45:

### Fluxograma das fases do jogo Mr. Ratômico

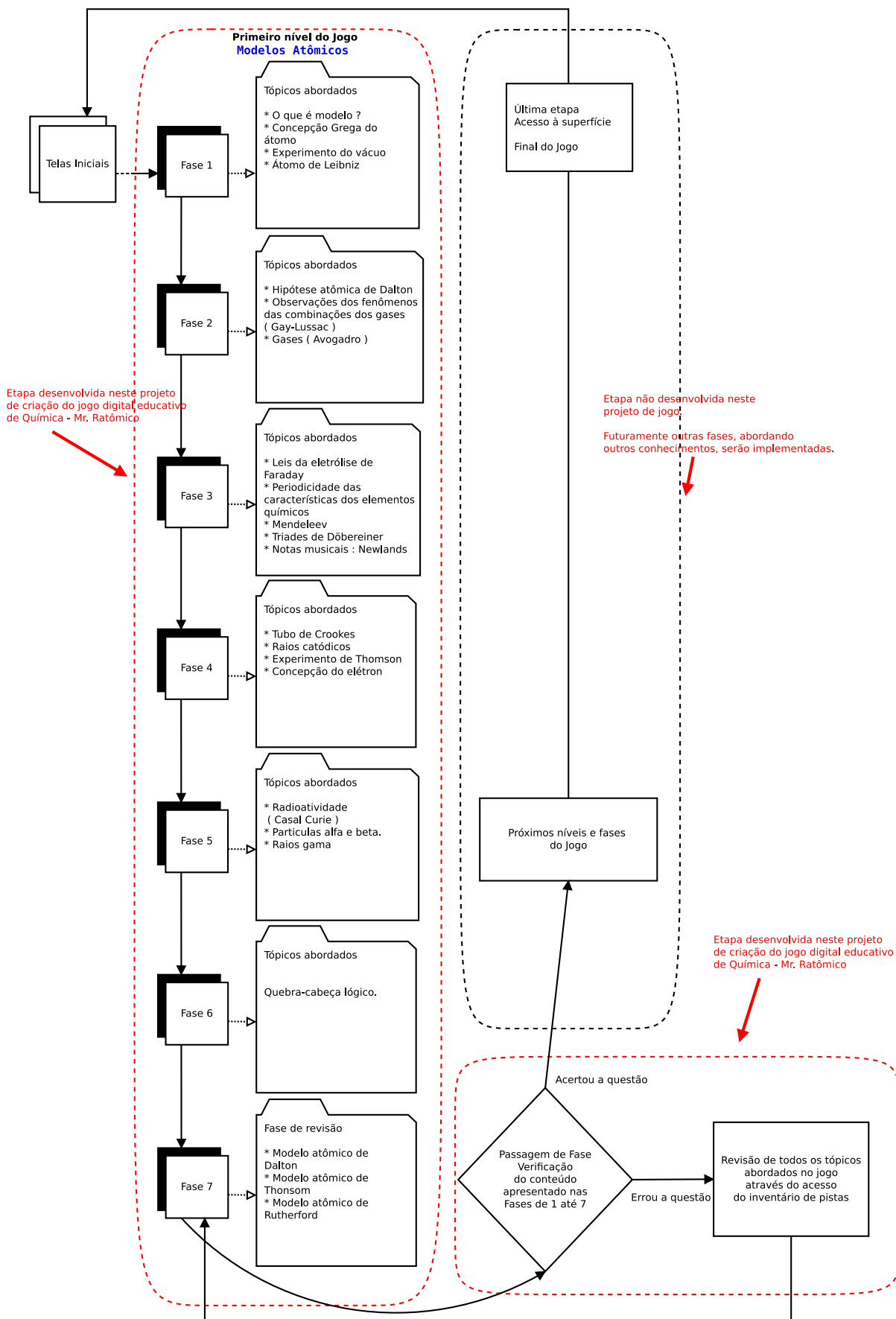


Figura 45 – Tópicos de Química por fase no jogo Mr. Ratômico.

Para o jogo proposto nesta pesquisa construímos sete fases, dentre as quais seis possuem conteúdos escolares, relacionado ao tema escolhido. A única fase que está totalmente isenta de conteúdo escolar é a fase de número seis, que explora a resolução de problemas na forma de um *puzzle* (Quebra-cabeça) lógico. Esta última, está representada na Figura 51.



Figura 46 – Fase 1 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

Na Fase 1 (Figura 46) do jogo abordamos os seguintes tópicos:

- a) O que é modelo ?;
- b) A concepção grega do átomo;
- c) Experimento do vácuo;
- d) Átomo de Leibniz.

Exploramos, nesse momento, o conceito de modelo (indicado na Figura 46 por 'a'), no intuito de mostrar ao aluno que esse não passa de uma representação de um objeto de estudo e descreve, dentro das limitações possíveis, esse objeto. Um desenho de uma maçã necessariamente tenta descrevê-la visualmente, mas não é uma maçã. Essa pista aparece para o jogador no momento que ele colide com a figura que parece um caderno de anotações. Nesse momento, o jogo dá uma pausa para o jogador visualizar o

seu conteúdo, que pode ser algo escrito ou uma figura. Dentro das limitações do desenho, ela dá indícios e aponta características que a descrevem como tal. Portanto, essa primeira pista, localiza-se bem no início da primeira fase do jogo, próximo ao ‘*start point*’ do jogador, e tem o objetivo de despertar o pensamento crítico dos jogadores/estudantes, no momento em que forem introduzidos aos modelos atômicos. Pretende-se esclarecer nesse momento que as limitações tecnológicas e científicas das épocas influenciaram no modo como os modelos atômicos foram pensados, e que, a sucessão de modelos antigos se deu uma vez que estes não davam mais conta de explicar a maioria dos fenômenos no qual pretendia descrever<sup>8</sup>. Esse é o modelo de Kuhn (2011) para a explicação da evolução da ciência, com a sucessão de paradigmas, que são vencidos por outros em momentos de crise, ou seja, quando modelos científicos não conseguem mais explicar, até certo ponto, o que a teoria substituída previa. Outras pistas estão indicadas na Figura 46 pelas letras ‘b’, ‘c’ e ‘d’. Seguem a mesma lógica (colisão <-> acionamento) do que foi descrito para a pista indicada em ‘a’.

A concepção grega do átomo é a primeira aproximação de um modelo que tenta explicar a composição da matéria. O ferramental usado na sua concepção fora puramente filosófico e, mesmo assim, sobreviveu até o século XVIII, momento em que foi questionado.

Antes mesmo da hipótese atômica de Dalton, alguns estudiosos tentaram descrever a matéria com suas teorias. Uma delas, foi a do matemático Leibniz, o que ficou registrado em uma das anotações presentes no primeiro laboratório do jogo.

A proposição da existência do vácuo fora cogitada na teoria atômica grega. Um experimento famoso, realizado na cidade de Magdeburgo (Saxônia), foi realizado para a comprovação do vácuo. Esse experimento é retratado também no jogo através de uma das anotações, perdidas pelo laboratório.

Na Fase 2 (Figura 47) do jogo abordamos os seguintes tópicos:

- a) Hipótese atômica de Dalton;
- b) Observações dos fenômenos das combinações dos gases (Gay-Lussac);
- c) Gases (Avogadro).

Avançando pela linha do tempo, e pelos acontecimentos que compõem a história da Ciência, chegamos a fase dois do jogo. Nesse espaço, abordamos a hipótese atômica de John Dalton. Algumas de suas proposições não se confirmaram pela experimentação. Esse é o caso, por exemplo, das observações feitas por Gay-Lussac quanto ao fenômeno

<sup>8</sup> Podemos citar aqui a substituição do modelo atômico de Dalton pelo de Thomson, uma vez que, de acordo com Dalton, o átomo, maciço e indivisível, não possuía sub-partículas. A partir de estudos e da experimentação, Thomson conseguiu identificar uma partícula subatômica, o elétron, usando em seus experimentos os tubos de raios catódicos (ATKINS; JONES, 2012).



das combinações dos gases. Na forma de pistas, indicadas na Figura 47 pelas letras ‘a’, ‘b’, ‘c’ e ‘d’, esses elementos seguem a mesma lógica do que foi exposto para a fase 1. Ao se colidir com uma dessas pistas, por exemplo a indicada pela letra ‘a’ na Figura 47, uma janela é apresentada para o jogador com o seu conteúdo. O jogo então é colocado em modo de espera para que o jogador consiga visualizar os textos e imagens.

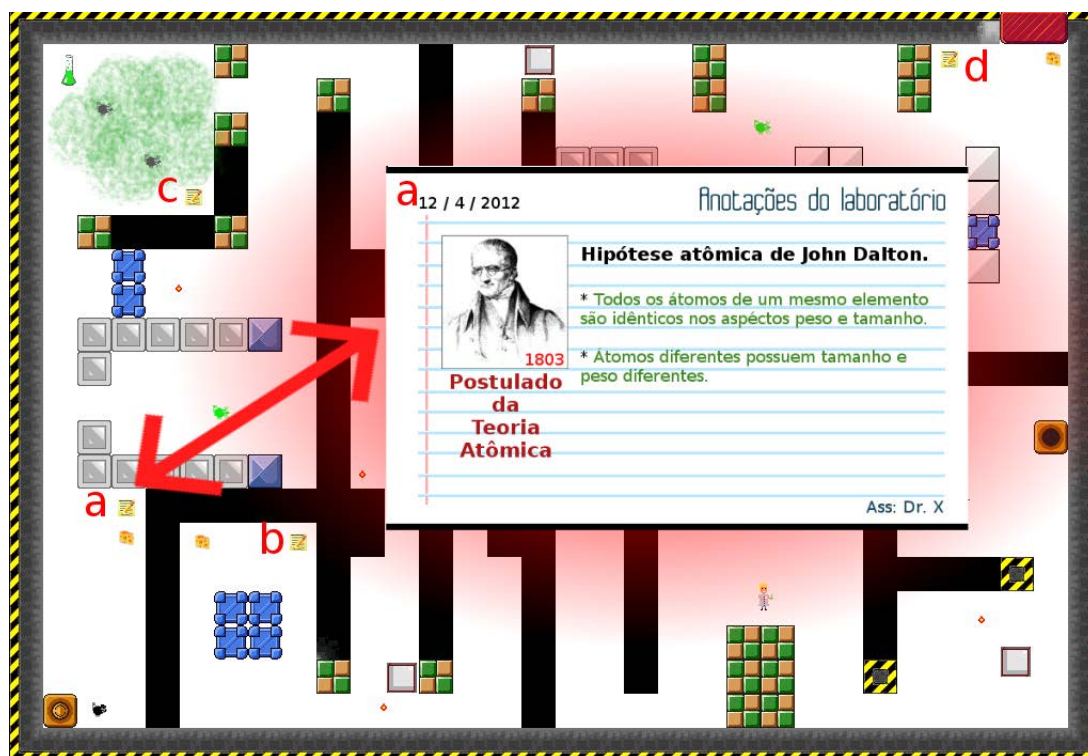
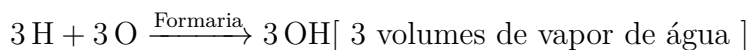


Figura 47 – Fase 2 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

De acordo com Mahan e Myers (1995), Dalton acreditava no princípio da ‘máxima simplicidade’, ou seja, que as moléculas deveriam ser tão simples que sempre se formariam na proporção de 1:1, além de outras proporções como 1:2 ou 2:3. Desta forma, Dalton acreditava que a fórmula da água era (HO) e não o ( $H_2O$ ). Essa discussão fez com que os pesos atômicos do oxigênio e do hidrogênio ficassem confusos, até que, segundo Leal (2001), em 1860, o primeiro Congresso Internacional de Química colocou fim a esse impasse. Nessa ocasião, com o estudo de uma grande quantidade de dados experimentais, colou-se fim ao princípio da máxima simplicidade de Dalton, sugerindo estar correta a hipótese de Avogadro de que certas moléculas, de certos elementos, eram formadas por dois átomos, o que Dalton desacreditava.

Isso é discutido, através do jogo, sob a forma de uma anotação presente neste laboratório. Nessa anotação, temos um esquema com três volumes de gases (três volumes de hidrogênio e três de oxigênio) e, segunda a teoria de Dalton, se formariam três volumes de vapor de água, ou seja:



Por fim, entre os acontecimentos que colaboraram para a resolução do problema de Gay-Lussac à luz da teoria atômica de Dalton, foi apresentado por Amadeo Avogadro. De acordo com ele, ‘volumes iguais, de quaisquer gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, apresentavam a mesma quantidade de matéria em MOL ou moléculas.’ Em uma das pistas, discutimos um exemplo visual do que Avogadro discute em sua teoria.

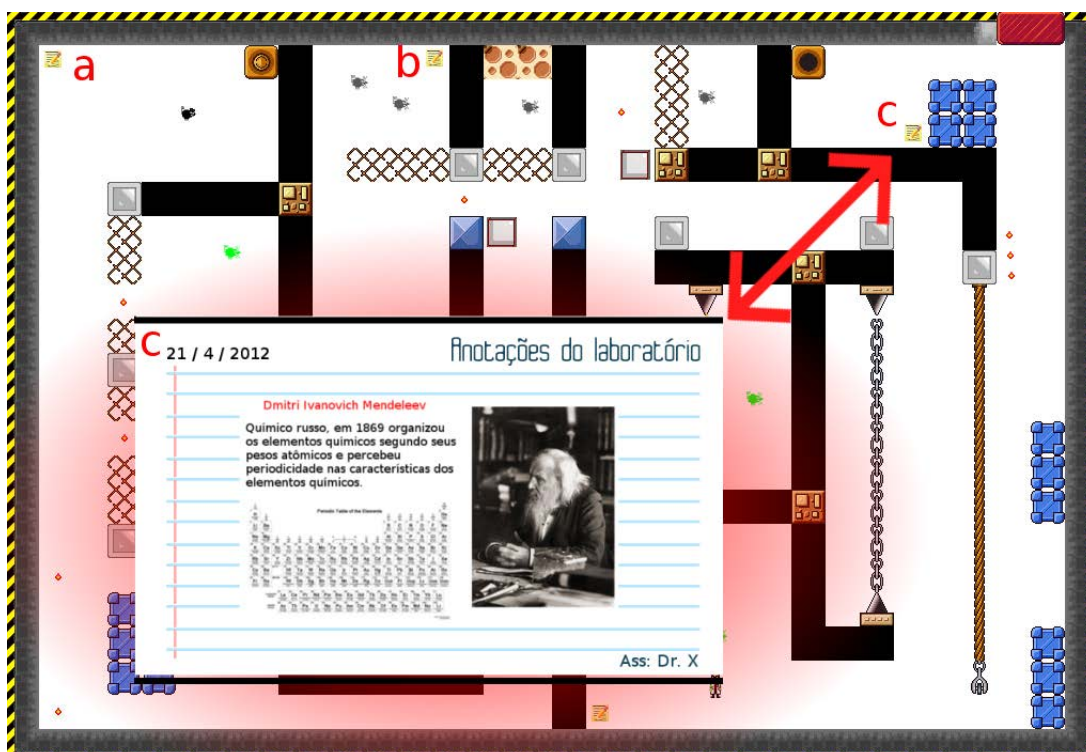


Figura 48 – Fase 3 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

Na Fase 3 (Figura 48) do jogo, abordamos os seguintes tópicos de Química:

- a) Leis da eletrólise de Faraday;
- b) Periodicidade das características dos elementos químicos;
- c) Mendeleev e a periodicidade dos elementos químicos;
- d) Tríades de Dobereiner;
- e) Newlands - Notas musicais.

Um outro episódio da história da Ciência, e que possui relação com o avanço da descrição da matéria, é a concepção da lei de eletrólise de Faraday. Esse relato é disposto

no jogo, novamente na forma de uma pista, encontrada no laboratório 3. O estudo da eletrólise contribuiu mais tarde para a compreensão do elétron e essa relação é explorada em uma das pistas do jogo.

Outro assunto, discutido nesta mesma fase, refere-se a periodicidade de certas características dos elementos químicos, quando os agrupamos de acordo com alguns critérios. Alguns estudiosos atentaram para o fato de que, quando os elementos eram agrupados de certo modo, por exemplo, em ordem crescente de massa atômica, certas características eram previstas, assinalando assim uma periodicidade.

Isso aconteceu com Newlands, no qual os elementos, quando escalados segundo as massas atômicas, da mesma forma como nas notas musicais, certas características se repetiam. Essa classificação ficou conhecida como ‘lei das oitavas’ de Newlands. Essa constatação é também trabalhada no jogo na forma de uma anotação perdida.

Outra classificação, trabalhada na forma de anotações, apresentava os elementos dispostos em tríades. Nessa conformação, a massa atômica do segundo elemento era calculada a partir da média aritmética entre o primeiro e o último elemento químico. Esse fato ficou conhecido como ‘as tríades de Dobereiner’, que levou o nome de seu descobridor. Essa constatação é apresentada também no jogo na forma de uma pista, coletada ou não pelos jogadores.

Por fim, a classificação periódica dos elementos de Mendeleev (indicada na Figura 48 pela letra ‘c’) é tratada no jogo. O jogo não trata de todos os assuntos referente à tabela periódica, já que não é esse o tema e nem o foco da primeira etapa do jogo. No entanto, a periodicidade de certas características dos elementos químicos, como o ponto de fusão, ebulição, facilidade de reagir com outros elementos, sucinta a ideia de que os elementos podem ser agrupados segundo essas características. Nesse sentido, exploramos uma das pistas com essa informação. Outras pistas também estão indicadas na Figura 48 pelas letras ‘b’ e ‘c’. As colisões do personagem Mr. Ratômico com esses objetos causam a ativação dos mesmos, da mesma maneira como foi indicado nas fases 1 e 2.

Na Fase 4 (Figura 49) do jogo, trabalhamos os seguintes tópicos:

- a) Tubo de Crookes;
- b) Raios catódicos;
- c) Experimento de Thomson;
- d) Concepção do elétron.

Nesse local discutimos algumas questões que, de alguma forma, corroboraram com a descoberta do elétron por J. J. Thomson. Sob a forma de anotações, falamos sobre o

experimento do tubo de Crookes (indicado, da forma de uma pista, pela letra ‘a’ na Figura 49) e do experimento de Thomson, no qual determinou a natureza dos raios catódicos. Para ele, esses raios eram formados por elétrons, que eram partículas fundamentais do átomo. Possuíam carga negativa e apresentavam também uma massa muito inferior ao átomo leve<sup>9</sup> determinado até então.

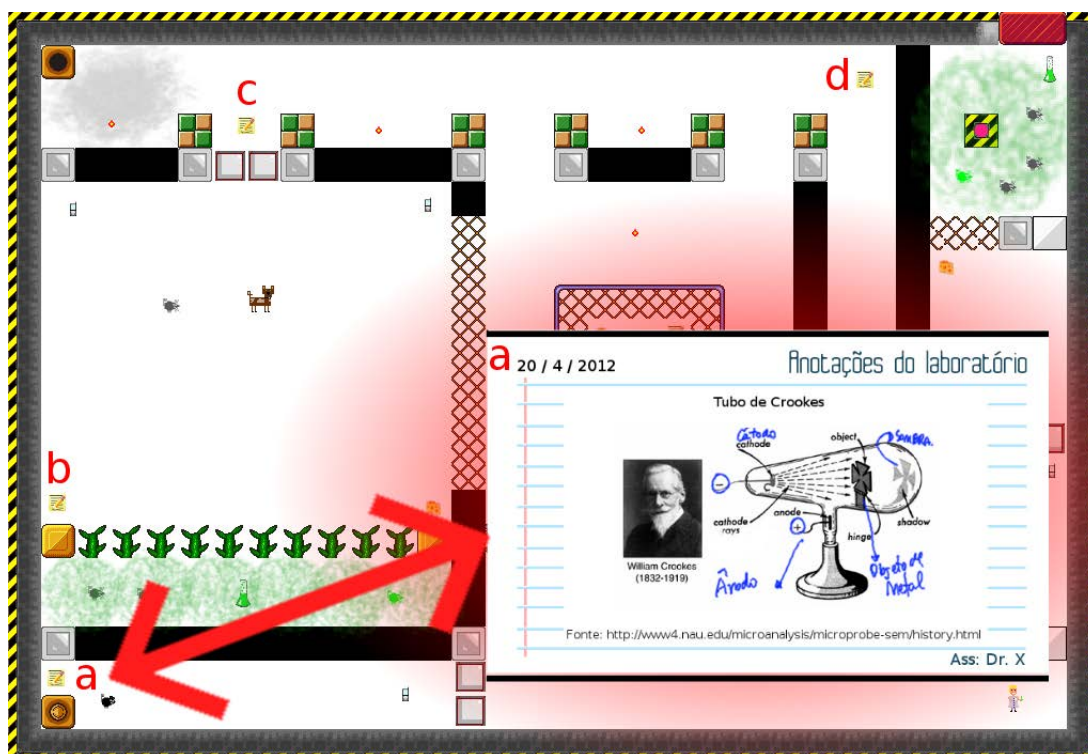


Figura 49 – Fase 4 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

Thomson propôs um modelo em que os elétrons estavam mergulhados em uma massa homogênea positiva do átomo. Esse modelo ficou conhecido como o ‘modelo do pudim de passas’ e é discutido nesta fase do jogo. Algumas pistas estão indicadas na Figura 49 pelas letras ‘b’, ‘c’ e ‘d’, sendo acessadas pela colisão entre o personagem Mr. Ratômico e as mesmas.

Na Fase 5 (Figura 50) do jogo abordamos os seguintes tópicos:

- a) Radioatividade (Casal Curie);
- b) Partículas *alfa* e *beta*;
- c) Raios *gama*.

À luz dos acontecimentos históricos que, de alguma forma, colaboraram para a evolução do modelo atômico, descrevemos a descoberta da radioatividade natural por

<sup>9</sup> Hidrogênio

Marie e Pierre Curie (indicado em ‘a’ na Figura 50). Também não deixamos de discutir nessa fase as descobertas da partícula *alfa* e *beta*, por Rutherford, e, também a radiação *gama*, por Villard. Esses fatos estão descritos nas anotações (indicadas por ‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’ e ‘e’ na Figura 50) do laboratório da fase 5.



Figura 50 – Fase 5 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

A fase 6 (Figura 51) do jogo não possui conteúdos de Química como relatamos anteriormente. No entanto, essa fase explora a resolução de problemas na forma de um *puzzle* lógico. Nesse espaço, o jogador é desafiado a descobrir a sequência lógica das entradas dos tubos (indicados na Figura 51 pelas letras de ‘a’ até ‘w’) que permitem que o jogador avance para a próxima fase (passando de uma área bloqueada para outra).

O personagem, ao se colidir com os tubos nos locais indicados pelas letras de ‘a’ até ‘w’, é direcionado para as áreas indicadas pelos números de ‘1’ até ‘8’. Ele sempre surge na área indicada por ‘1’ e o objetivo é chegar a área em ‘8’, para sair pelo cano indicado por um ‘X’ vermelho. Dependendo da combinação, o personagem pode estar na área ‘7’ e voltar para a área ‘4’. Só há uma sequência lógica que leva o personagem da área ‘1’ até a ‘8’. Ele deve ‘memorizar’ essas sequências para que não volte sempre para o mesmo lugar.

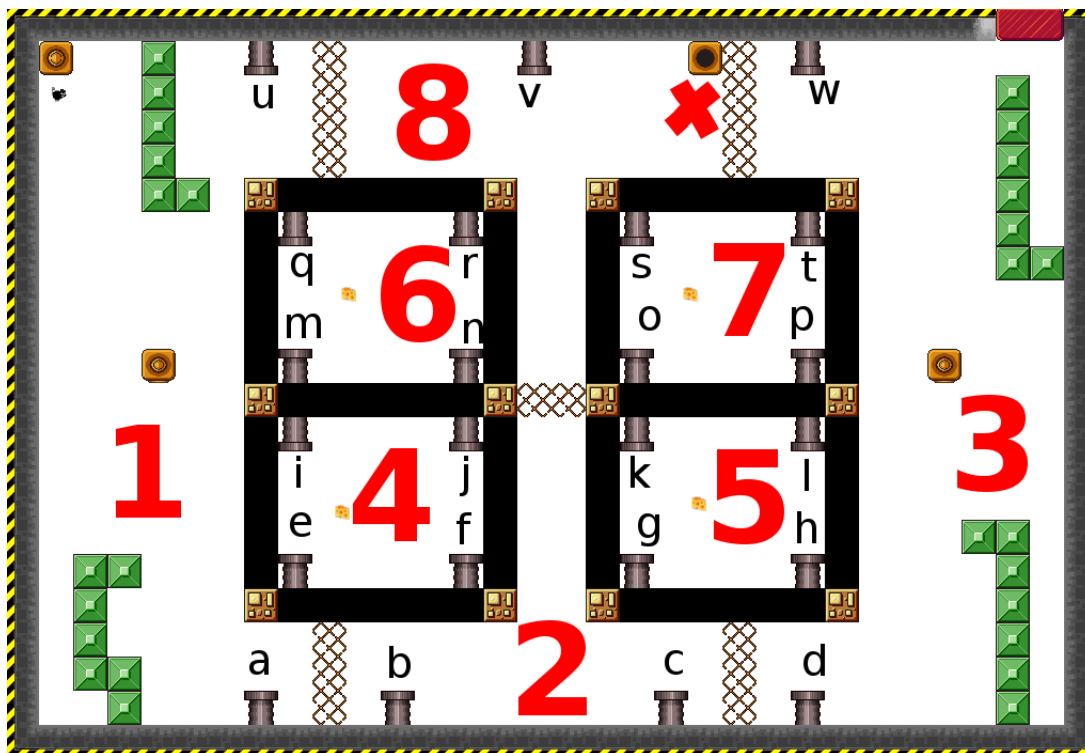


Figura 51 – Fase 6 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

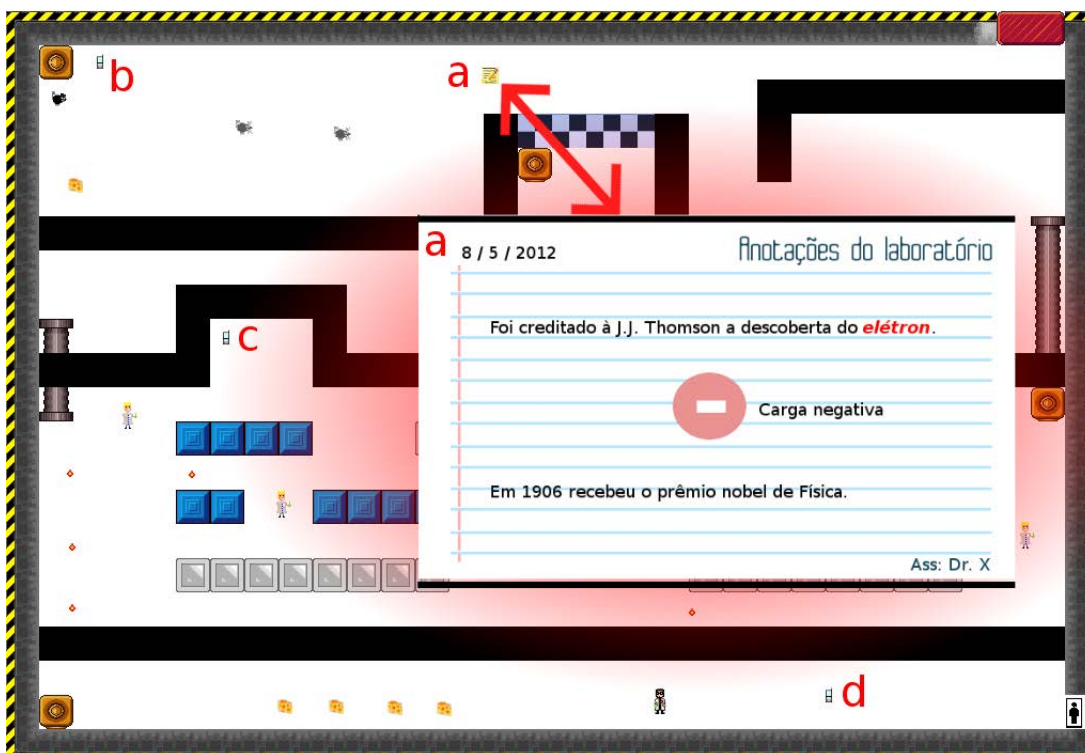


Figura 52 – Fase 7 do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

Na Fase 7 (Figura 52) do jogo realizamos uma revisão dos seguintes tópicos:

- a) Modelo atômico de Dalton;
- b) Modelo atômico de Thomson;
- c) Modelo atômico de Rutherford.

Estes são alguns dos tópicos que trabalhamos ao longo das 6 fases anteriores e é mais uma oportunidade para o jogador acessar as pistas que porventura não coletou ao longo do caminho do jogo. Indicamos na Figura 52 pelas letras ‘a’, ‘b’, ‘c’ e ‘d’ algumas dessas pistas. Podemos notar que algumas delas são encontradas dentro de aparelhos ‘*smartphones*’, perdidas pelo caminho. A colisão do jogador com os aparelhos telefônicos também abre as pistas na tela, da mesma forma como indicado anteriormente. Ao concluir essa fase, o jogador é redirecionado para a porta com a senha, que se refere a uma charada de Química, como vemos na Figura 53. Escolhendo com o *mouse* a afirmação correta, o jogador consegue acessar o elevador que o levará para o próximo nível do jogo.

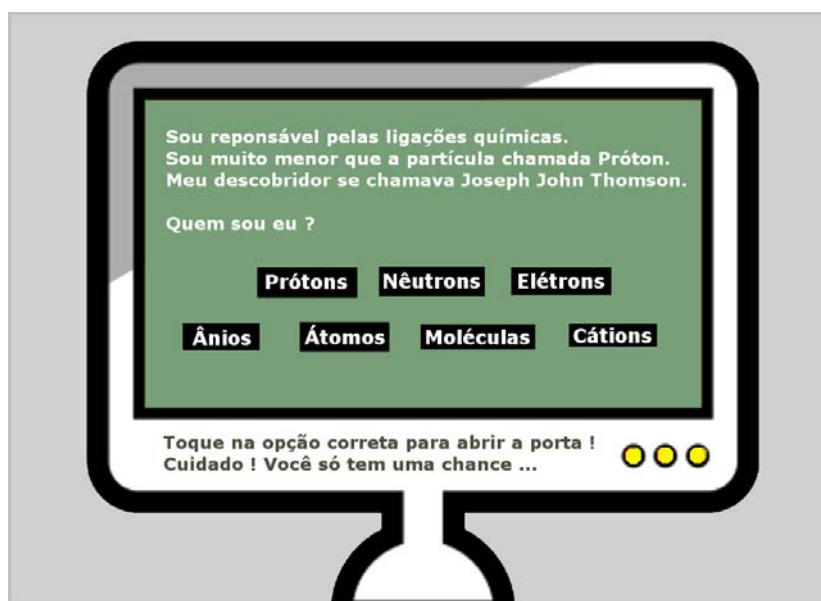


Figura 53 – Charada da primeira etapa do jogo

Fonte: Autor

## 2.2.2 As categorias de análise

As nossas categorias de análise são formadas pelos elementos lúdicos<sup>10</sup> e pelos elementos didático-pedagógicos<sup>11</sup>, ambos obtidos pelo levantamento teórico deste trabalho, e adaptados para a mídia dos jogos digitais.

<sup>10</sup> Outrora discutidos na nossa definição de jogo e, também, a partir das especificidades dos jogos digitais, tratadas neste trabalho.

<sup>11</sup> Obtidos a partir dos critérios avaliativos do PNLD (2012) de Química.

### 2.2.2.1 Origem: Elementos lúdicos

#### 2.2.2.1.1 Jogos tradicionais e digitais

Um primeiro passo para essa pesquisa foi dado com o levantamento bibliográfico a respeito dos jogos digitais e sobre o *game design*. De acordo com Johnson e Christensen (2004), podemos trabalhar os dados com o intuito de os dividir em unidades analíticas significativas. Esse processo é chamado de segmentação dos dados e é processado pelo pesquisador quando, em suas leituras e pensamentos, identifica pequenos trechos ou ideias significativas para o seu trabalho. Essa unidade significativa (ou segmento) pode ser uma palavra, uma simples sentença, um trecho ou até mesmo uma obra inteira.

Encontramos, nesse levantamento bibliográfico, várias características dos jogos, oriundas das diferentes definições, segundo pensadores como Huzinga, Caillois, Suits, Parlett, Carse, Salen e Zimmerman, Abt, Rogers, McGonical e Gutschera, que tiveram como objeto de estudo o conceito e a definição de jogo. Dessa confluência de definições, estabelecemos o nosso próprio significado, conforme descrito na Figura 5 do Capítulo 1 desta pesquisa. O esquema apresentado nessa figura contempla as características mais presentes nas definições estudadas (clássicas e contemporâneas). Desta forma, concebemos os jogos como sendo atividades que possuem regras, objetivos, provocam diversão e bem estar, geram conflitos e tensão, possuem um estado de vitória e são jogados voluntariamente.

Dessa definição, retiramos as primeiras unidades analíticas de significância, e estas farão parte da nossa primeira categoria de análise. São elas:

- a) *Voluntariedade*;
- b) *Regras*;
- c) *Objetivos*;
- d) *Diversão*;
- e) *Conflitos*;
- f) *Tensão*;
- g) *Estado de vitória*.

Entretanto, como percebemos, ao estudar os jogos digitais devemos levar em consideração outras características, presentes apenas quando essa tecnologia se faz presente na constituição de um jogo. Sua natureza permanece mas, no entanto, o seu ambiente é radicalmente modificado pela tecnologia. Essas especificidades contribuíram para que



elencássemos mais variáveis, características presentes nos jogos digitais. Baseando-se novamente na literatura, mas especificamente, nas definições de jogos digitais oriundas de Crawford, Schell, Salen e Zimmerman, entre outros, conseguimos novamente extrair as principais unidades de significância.

Dos trabalhos de Salen e Zimmerman, extraímos de suas falas as características ou funções dos jogos. Segundo esses autores, definir os jogos digitais é algo complexo mas, no entanto, eles discutiram as possibilidades tecnológicas empregadas para os jogos digitais. Entre essas possibilidades, temos: interatividade imediata, porém, reduzida; manipulação da informação; sistemas complexos automatizados e comunicação via rede.

Para Schell, os jogos são caracterizados pela mecânica, narrativa, estética e a tecnologia. A mecânica, possui relação com os procedimentos e regras do jogo. A narrativa, por sua vez, descreve as sequências de eventos do jogo, ou seja, descreve a sua história. A estética, tem relação com a aparência, as interações, os sons e as sensações que o jogo proporciona, ou seja, o composto multimídia. A tecnologia é o último elemento abordado pelo autor, podendo esta ser rudimentar, com o uso de materiais de baixo custo, ou elaborada, utilizando-se as mais recentes técnicas de programação e edição de vídeos, por exemplo.

Já Crawford(1984) argumenta que o jogo digital é um sistema formal fechado, que representa subjetivamente um subconjunto da realidade. Dessa fala, conseguimos entender que por sistema formal fechado o autor refere-se diretamente às regras. A representação da realidade, podemos inferir que o autor está dialogando sobre as representações ou simulações, que advém do plano objetivo e são transpostas para o plano subjetivo.

Novamente, conseguimos extrair dos trabalhos pesquisados algumas unidades de significância que caracterizam os jogos digitais. As dispomos a seguir:

- a) *Interatividade;*
- b) *Manipulação da informação;*
- c) *Comunicação e acessibilidade via rede;*
- d) *Estética;*
- e) *Narração e história;*
- f) *Uso de tecnologias multimídia - Vídeos, áudio e figuras.*

Todos esses elementos, até agora elencados, encerram a categoria de análise criada com o intuito de se entender a importância de cada elemento do constitutivo de jogo. Por se tratar de um jogo digital educativo, outra dimensão também será categorizada, com o

objetivo de estudar a influência dos elementos educacionais presentes no nosso objeto de estudo.

## 2.2.2.2 Origem: Elementos didático-pedagógicos

### 2.2.2.2.1 Os critérios do PNLD 2012 usados na avaliação dos quesitos didático-pedagógicos dos livros didáticos da disciplina de Química do EM

O PNLD é um programa criado pelo Ministério da Educação com o intuito de auxiliar os professores das escolas públicas no momento da aquisição dos livros didáticos, usados nas mais diversas disciplinas, através de critérios didáticos e pedagógicos, pré estabelecidos e, consonantes com a legislação e as normas oficiais, relativas ao ensino.

Em relação ao ensino de conceitos químicos, tomamos como base os critérios avaliativos presentes no PNLD 2012 do livro didático de Química para o EM. Os conteúdos presentes na grade curricular da disciplina de Química foram avaliados no PNLD 2012, segundo nove critérios, descritos a seguir:

- a) Os livros didáticos apresentam a Química como uma ciência também preocupada com o meio ambiente, não se focando apenas no plano conceitual e se preocupando com os processos que ocorrem paralelamente às ações humanas, quando envolvidos os processos de produção no mundo do trabalho, ou seja, as ações e os efeitos obtidos devido às transformações da matéria;
- b) Rompimento com os discursos maniqueístas em relação à Química, permitindo uma discussão mais elaborada em relação a culpabilidade ou isenção de responsabilidades por fenômenos como a poluição, desastres ambientais, alimentos modificados e aos medicamentos;
- c) Apresentação da Química como um ciência provisória, mostrando as limitações dos modelos usados na explicação dos fenômenos;
- d) Abordagem dos conhecimentos químicos, ou seja, noções, conceitos, habilidades, propriedades das substâncias e dos elementos químicos, e também os modelos que descrevem a constituição da matéria;
- e) A linguagem simbólica da Química, assim como suas representações, devem estar presentes nos materiais didáticos;
- f) Desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades para a interpretação de textos, equações, gráficos, figuras, ou seja, todo material que se refere à linguagem simbólica da Química como ciência;

- g) Que o livro evite atividades que priorizem aprendizagens mecânicas de forma descontextualizada;
- h) Em relação a experimentação em Química, que os livros tragam experimentos adequados para serem desenvolvidos em ambiente escolar;
- i) E, por fim, ainda sobre a experimentação no ensino de Química, que os materiais didáticos priorizem uma perspectiva investigativa, harmoniosa entre teoria, observação, o pensamento e a linguagem simbólica da Química. Essas situações são exercitadas com a utilização de situações-problema, no qual fenômenos químicos são explorados de acordo com essa visualização dialética entre teoria e experimentação.

Com a finalidade de facilitar o trabalho do professor, o PNLD 2012 de Química separou em cinco blocos os critérios para a avaliação da qualidade do livro didático. Eles foram dispostos em: Bloco 1) Estrutura editorial do projeto gráfico (Tabela 10); Bloco 2) Legislação e Cidadania (Tabela 12); Bloco 3) Abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica (Tabela 13); Bloco 4) Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos (Tabela 11); e por fim, Bloco 5) Manual do professor (Tabela 14).

A partir desses blocos, extrairemos os elementos avaliativos que condizem com os conteúdos presentes no jogo digital educativo, aqui proposto. O intuito é utilizar esses critérios (ou parte deles) na avaliação da qualidade do material didático, presente no jogo. Assim como no livro didático, o professor terá condições também de avaliar e qualificar nesta pesquisa os conteúdos da disciplina de Química que o jogo trabalha.

**Bloco 01****Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos (DP) da obra.**

- 1 A obra é organizada de forma clara, coerente e funcional em relação à proposta DP.
- 2 A obra apresenta legibilidade adequada para o nível de escolaridade a que se destina (desenho, tamanho e espaçamento de letras, palavras e linhas; títulos e subtítulos hierarquizados; formato, dimensões e disposição dos textos na página)
- 3 As ilustrações retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país.
- 4 As ilustrações de caráter científico respeitam proporções entre objetos ou seres representados.
- 5 As ilustrações estão acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas.
- 6 A obra é isenta de erros de revisão e/ou impressão.
- 7 A obra apresenta referências bibliográficas.
- 8 A obra apresenta indicação de leituras complementares.
- 9 A obra apresenta sumário que reflita claramente a organização dos conteúdos e das atividades propostas.

Tabela 10 – Estrutura editorial do projeto gráfico (Retirado do PNLD 2012 - Química).  
Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD.

**Bloco 04****Adequação da obra em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos.**

- 1 A obra apresenta os conceitos químicos atualizados e corretos.
- 2 A obra apresenta procedimentos atualizados e corretos.
- 3 A obra apresenta informações atualizadas e corretas.
- 4 A obra apresenta noções e conceitos atuais sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados.
- 5 A obra apresenta os exercícios, ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.
- 6 A obra evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas.

Tabela 11 – Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD.

**Bloco 02****Adequação da obra em relação ao respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas para o ensino médio (Constituição Brasileira; ECA, LDB 1996; DCNEM; Resoluções e Pareceres do CNE).**

- 1 A obra respeita o caráter laico e autônomo do ensino público.
- 2 A obra respeita a diversidade de credo, de regionalidade, local de moradia, gênero, orientação sexual, etnia e classe social (princípio de igualdade).
- 3 A obra é isenta de ilustrações, fotografias, legendas, crônicas ou anúncios de bebidas alcoólicas, tabacos, armas e munições, respeitando os valores éticos e sociais da pessoa e da família (ECA).
- 4 A obra é isenta de ilustrações e/ou mensagens que veiculam publicidade difundindo marcas, produtos ou serviços comerciais.
- 5 A obra reconhece o ensino médio como etapa final da educação básica, isto é, não é simplesmente preparatória para o vestibular (LDB/DCNEM).
- 6 A obra favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico (LDB/DCNEM).
- 7 A obra favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino das Ciências da Natureza (LDB/DCNEM).
- 8 A obra favorece metodologias de ensino e de avaliação que estimulam a iniciativa dos estudantes (LDB – artigo 36 parágrafo 2).
- 9 A obra reconhece que todo o conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos (DCNEM, parágrafo 1, artigo 8).
- 10 A obra reconhece a disciplina Química como recorte da área de Ciências da Natureza que representa e não esgota isoladamente a realidade e dos fatos físicos e sociais, devendo buscar entre si interações que permitam aos alunos a compreensão mais ampla da realidade (DCNEM, parágrafo 3, artigo 8).

Tabela 12 – Legislação e Cidadania (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD.

**Bloco 03****Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica da obra em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao ensino médio.**

- 1 A obra organiza seus volumes de forma a garantir uma progressão no processo de ensino-aprendizagem.
- 2 A obra oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão.
- 3 A obra evita a compartimentalização dos conceitos centrais da Química, abordando-os em diferentes contextos e/ou situações do cotidiano.
- 4 A obra considera para a aprendizagem a linguagem como constitutiva do pensamento científico por meio de códigos próprios (símbolos, nomes científicos, diagramas e imagens).
- 5 A obra estimula o aluno para que desenvolva habilidades de comunicação científica, inclusive na forma oral, propiciando leitura e produção de textos diversificados, bem como, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, etc.
- 6 A obra apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, criando condições para que os jovens entrem em contato com a cultura científica atual.
- 7 A obra apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar e contextualizada.
- 8 A obra apresenta a Química como ciência que se preocupa com a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria, os artefatos tecnológicos e os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho.
- 9 A obra evita a construção de discursos maniqueístas a respeito da Química.
- 10 A obra apresenta uma visão de ciência marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações dos modelos.
- 11 A obra propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras.
- 12 A obra apresenta experimentos adequados à realidade escolar e alerta acerca dos cuidados específicos para os procedimentos.
- 13 A obra apresenta uma visão de experimentação que valoriza uma perspectiva investigativa, partindo de situações-problema que fomentem a construção de argumentações e a compreensão dos fenômenos.

Tabela 13 – Abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD.

**Bloco 05****Adequação do Manual do Professor à obra didática em termos teórico-metodológicos.**

- 1 O Manual do Professor explicita claramente os pressupostos teórico-metodológicos que fundamentam sua proposta didático-pedagógica.
- 2 O Manual do Professor apresenta pressupostos teórico-metodológicos coerentes com o livro do aluno.
- 3 O Manual do Professor apresenta a disciplina Química, no contexto da área das Ciências da Natureza, ressaltando as relações e congruências com noções, conceitos e situações abordadas em outras disciplinas escolares do ensino médio.
- 4 O Manual do Professor apresenta uma proposta pedagógica que valoriza o papel mediador do professor de Química.
- 5 O Manual do Professor sugere diferentes possibilidades de leitura de literatura de ensino de Química, com problematizações a respeito dos processos de ensino e aprendizagem e sugestões de atividades pedagógicas complementares.
- 6 O Manual do Professor apresenta alertas bem claros sobre a periculosidade dos procedimentos experimentais a serem utilizados e oferece alternativas na escolha dos materiais.
- 7 O Manual do Professor apresenta propostas de atividades experimentais complementares.
- 8 O Manual do Professor discute diferentes formas, possibilidades de recursos e instrumentos de avaliação que o professor poderá utilizar ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Tabela 14 – Manual do professor (Retirado do PNLD 2012 - Química). Classificado em: SIM, Frequentemente, Raramente e NÃO pelo PNLD.

#### 2.2.2.2.2 Os elementos didático-pedagógicos analisados no jogo (Adaptados do PNLD 2012 Química)

Novamente, extraímos alguns elementos de significância dos quatro blocos presentes no PNLD. Desta forma, esta pesquisa averigua os seguintes quesitos didático-pedagógicos dentro do jogo Mr. Ratômico, conforme Tabela 15:

Esses critérios foram escolhidos por se adequarem melhor às mídias digitais. Como o PNLD trabalha com os livros didáticos, essa mídia possui especificidades que se aplicam apenas aos livros. No entanto, em relação aos critérios de avaliação da qualidade dos conteúdos, entendemos que estes podem ser analisados sob o mesmo enfoque, quando estamos avaliando essas informações presentes no jogo digital educativo. Na forma de questões, divididas em blocos, esses quesitos serão analisados pelos pesquisados (Professores do EM que lecionam a disciplina de Química e/ou Ciências).

Bloco PNL D <sup>1</sup>	Elementos didático-pedagógicos analisados no jogo referente ao ensino-aprendizagem de Química. Adaptados para a avaliação dos elementos didático-pedagógicos do JDE Mr. Ratômico.
<b>01</b>	<i>Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.</i>
1	Organização clara da proposta pedagógica;
2	O jogo apresenta os recursos (desenhos, figuras, letras, etc.) adequados para o nível de escolaridade dos jogadores;
3	As ilustrações científicas são apresentadas de modo que mantenham as proporções entre os objetos;
4	O jogo está isento de erros de revisão.
<b>02</b>	<i>Adequação da obra em relação ao respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas para o ensino médio.</i>
1	O jogo favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico;
2	O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química e Ciências;
3	Aborda outras metodologias de ensino e de avaliação, estimulando a iniciativa do estudante/jogador;
4	Possui diálogo aberto com outros conhecimentos;
5	Entende que a Química possui um papel dentro da área da Ciência da Natureza, não se apresenta isoladamente em relação às outras áreas.
<b>03</b>	<i>Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica da obra em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao ensino médio.</i>
1	O jogo organiza os seus recursos da forma que facilitem a progressão gradual do ensino-aprendizagem;
2	O jogo evita a compartimentalização dos conceitos centrais da Química, os expressando sempre em diversos contextos;
3	O jogo considera a aprendizagem da linguagem simbólica presente na Química (Fórmulas, símbolos, imagens, nomes científicos, etc.);
4	O jogo estimula a leitura dessa linguagem simbólica, própria da Química;
5	Apresenta discussões a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
6	Valoriza uma visão interdisciplinar da Química como disciplina;
7	Apresenta a Química como uma disciplina preocupada com a dimensão ambiental e social;
8	Evita o discurso maniqueísta da Química;
9	Apresenta a Química como ciência provisória e em constante mudança e evolução;
10	Evita o aprendizado pela simples memorização de fórmulas e regras.
<b>04</b>	<i>Adequação da obra em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos.</i>
1	Apresentação correta e atualizada dos conceitos químicos;
2	Apresenta informações corretas e atualizadas;
3	Apresenta noções e conceitos atuais sobre as propriedades das substâncias e dos materiais;
4	Apresenta exercícios, ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada;
5	Evita o uso de metáforas e analogias que induzam a formação de conceitos errôneos pelos alunos.

<sup>1</sup>PNLD (2012) de Química - Disponível em <<http://goo.gl/NnsVbU>>.



## 2.2.3 Os sujeitos da pesquisa

### 2.2.3.1 Professores de Química e Ciências do Ensino Médio

O perfil desejado para o pesquisado desta categoria é o de professor de Química e/ou Ciências, uma vez que o assunto discutido no jogo é trabalhado por eles. Através do nosso estudo, conseguimos identificar que o currículo da disciplina de Química, ministrado do EM das escolas públicas estaduais do estado de São Paulo, aborda o assunto discutido no jogo Mr. Ratômico. Esse conteúdo também está presente no PCN de Ciências - Química (BRASIL; SEMTEC, 1999), e é discutido em sala de aula pelo professor nos primeiros bimestres do primeiro e segundo ano do EM, conforme Tabela 16.

### 2.2.3.2 *Game Designers*

Como dissertamos no levantamento teórico deste trabalho, a pessoa responsável pela construção dos jogos digitais é o *game designer*. De acordo com Schell (2008), esse profissional é o responsável por determinar como um jogo deve ser. Desta forma, em um projeto de jogo, ele possui conhecimentos para qualificar um trabalho em desenvolvimento e, também, é capaz de apontar melhorias e soluções de *design*. Daí nossa escolha por esse profissional para avaliar os elementos dos jogos elencados no processo de construção do no nosso objeto de estudo.

### 2.2.3.3 Jogadores

Devido a dificuldade inicial de contactar os profissionais responsáveis pela criação de jogos digitais (*game designers*), na análise do teste piloto do jogo, utilizamos no lugar desses profissionais o jogadores, consumidores finais dos jogos. A etapa do teste piloto serviu para apontar possíveis problemas no *design*, como erros de programação, acessibilidade dos recursos, *design* das janelas, erros de digitação, entre outros. Alguns apontamentos nortearão as correções do jogo, a tempo de ser apresentado para os *game designers* avaliarem os elementos pesquisados.

## 2.2.4 As relações dos conteúdos de Química presente no jogo Mr. Ratômico com o currículo dessa disciplina nas escolas públicas estaduais do estado de SP

O tema ‘Modelos Atômicos’ é trabalhado na disciplina de Química nos anos iniciais do EM das escolas públicas do estado de SP. A partir do jogo, e dos elementos trabalhados em suas fases (Figura 45), traçamos uma relação dos conteúdos presentes no currículo dessa disciplina com as respectivas fases deste. Verificou-se que os assuntos desenvolvidos

no jogo são geralmente apresentados aos alunos nos primeiros bimestres do primeiro e segundo ano do EM, conforme indicado na Tabela 16.

## 2.3 O teste piloto do jogo Mr. Ratômico

### Procedimentos

O teste piloto do jogo Mr. Ratômico ocorreu entre os dias 26/08/2014 a 23/10/2014 e contou com a participação de duas populações: 49 jogadores e 6 professores de Química e/ou Ciências, que participaram jogando e respondendo aos questionários da pesquisa. O jogo ficou disponível na *Internet*<sup>12</sup> nesse período, local onde também abriga os questionários utilizados para a obtenção dos dados desta pesquisa. A ideia inicial era realizar o pré-teste com as duas populações pesquisadas, ou seja, especialistas em jogos (*game designers*) e professores do Ensino de Química e Ciências. No entanto, percebemos a dificuldade do acesso à esses profissionais. Desta forma, apenas para o teste piloto, abrimos a pesquisa também para os jogadores, consumidores finais dos jogos produzidos pelos *game designers*. Os indicativos apontados por eles (com o uso dos questionários) nortearão as primeiras correções e os primeiros ajustes para que o jogo torne-se estável a ponto de ser possível a realização da coleta oficial dos dados (com os especialistas) para a pesquisa. Em uma posterior etapa, os profissionais da área do *game design* serão entrevistados e comporão, possivelmente em número menor, nosso outro grupo pesquisado.

Pudemos constatar, a partir do Google Analytics<sup>13</sup> (Tabela 17), que, embora o jogo tenha sido acessado mais de uma centena de vezes, o mesmo valor não se refletiu em número de respondentes.

Os questionários são específicos para as duas populações, conforme verificamos nos Anexos A.1<sup>14</sup> e A.2<sup>15</sup>. O anexo A.1 é construído com questões relativa aos elementos dos jogos, cogitados nesta pesquisa. Questões como ‘As regras do jogo estão claras’ ou ‘Houve momentos conflitantes e tensos no jogo.’ são averiguadas junto aos jogadores. Já o anexo A.2 possui questões a respeito dos elementos didático-pedagógicos presentes no jogo, adaptados do PNLD 2012 de Química. Ambos os questionários possuem questões discursivas o que permite a interpretação, em que o pesquisado é indagado a respeito dos elementos pesquisados; cada qual em sua categoria, e, também, a respeito da concordância ou não com certas afirmações, estas sendo analisadas pela escala *Likert*, variando em ‘Discordo plenamente’ a ‘Concordo plenamente’, intercalados por cinco valores.

<sup>12</sup> No endereço <<http://www.ratomico.com.br>>

<sup>13</sup> Ferramenta da empresa Google para análise de tráfego em *websites*, acessado em <<http://www.google.com/analytics/>>

<sup>14</sup> Destinado aos jogadores (Teste Piloto)

<sup>15</sup> Destinado aos professores de Química e/ou Ciências (Teste Piloto)

<b>Currículo do EM (Escolas* do Estado de São Paulo)</b>			<b>Conteúdo presente no jogo digital Mr. Ratômico</b>	
<b>Série</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Fase</b>
1 Série - EM. Segundo Bimestre.	Primeiras ideias sobre a constituição da matéria; Modelos explicativos como construções humanas em diferentes contextos sociais. Modelo atômico de Dalton para a constituição da matéria; Conceitos de átomo e de elemento segundo teoria de Dalton; Aplicação das leis de conservação de massa e proporções fixas para prever massas de reagentes ou produtos. O comportamento dos materiais e os modelos de átomo; As limitações da ideia de Dalton para explicar o comportamento da matéria; O uso do número atômico como critério para organizar a tabela periódica.	Reconhecer a importância e as limitações do uso dos modelos explicativos na ciência.	Visão atomística Grega; Evolução dos modelos atômicos; Contribuições científicas para as evoluções do modelo atômico.	1
1 Série - EM. Segundo Bimestre.		Descrever as principais ideias sobre a constituição da matéria a partir das ideias do modelo atômico proposto por Dalton.	Modelo atômico de Dalton.	2 e 7
2 Série - EM. Segundo Bimestre.		Reconhecer a natureza elétrica da matéria e a necessidade de modelos que a expliquem; Utilizar a linguagem química para descrever átomos em termos de núcleo e eletrosfera.	Modelo atômico de Thomson.	3,4 e 7
2 Série - EM. Segundo Bimestre.	O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais.	Explicar a estrutura da matéria com base nas ideias de Rutherford e Bohr.	Modelo atômico de Rutherford.	7

\*Escolas públicas

Tabela 16 – Recorte do currículo de Química das escolas públicas estaduais do estado de São Paulo, juntamente com os tópicos de Química por fase no jogo Mr. Ratômico

<i>Cidades</i>	<i>Número de acessos</i>
Joinville	114
Araraquara	25
São Paulo	6
Rio Negrinho	3
Bauru	1
Botucatu	1
Sorocaba	1

Tabela 17 – Localização dos pesquisados\* (de ambas as populações analisadas nesta pesquisa, retirado da ferramenta *Google Analytics* que analisou o site <<http://www.ratomico.com.br>> no período indicado do teste piloto do jogo.

\*Não é possível dimensionar quantos acessos foram feitos por cada uma das populações, uma vez que a pesquisa é anônima e conta com a idoneidade de seus respondentes.

O maior interesse desse pré-teste foi coletar informações sobre as primeiras impressões do jogo, pelas perspectivas das populações pesquisadas, identificar erros de grafia e/ou programação, localizar e sanar possíveis incoerências e/ou erros e, também, realizar adequações nos questionários, utilizados pela pesquisa.

## 2.4 A avaliação do JD Mr. Ratômico pelos especialistas

### Procedimentos

A análise do jogo pelos especialistas de ambas as populações estudadas ocorreu entre os dias 06/01/2015 a 14/01/2015.

Os professores de Química e/ou Ciências que participaram da pesquisa foram convidados por e-mail. Na maioria são professores de Araraquara/SP, Bauru/SP e também ex-alunos do Instituto de Química da Unesp/Araraquara, que lecionam no EM. Também contamos com a participação dos professores de Química do projeto do PIBID/Unifram, que foram convidados da mesma forma.

Os *game designers* foram convidados a partir dos contatos do ‘I Censo Brasileiro da Indústria dos Jogos Digitais - BNDES<sup>16</sup>’. Nesse documento, além dos dados desse censo, havia o registro de 130 empresas de jogos no Brasil. Enviamos um convite para todas essas empresas. Além das mencionadas nesse documento, convidamos para participar *game designers* da região de Bauru/SP e São Carlos/SP, que trabalham com o desenvolvimento de jogos digitais voltados para o ensino.

<sup>16</sup> Disponível em: <http://goo.gl/ACuhDY>

## 2.5 Metodologia usada na análise dos dados

### 2.5.1 Viés Metodológico Quantitativo

No intuito de se verificar a nossa hipótese de viés quantitativo, utilizamos a estatística descritiva para a análise dos dados provenientes dos questionários, na tentativa de entender a importância dos elementos pesquisados (dos jogos e os didático-pedagógicos) junto a população dos *game designers*<sup>17</sup> e também dos professores de Química e/ou Ciências.

Uma vez obtido os dados<sup>18</sup>, os estudamos sob a perspectiva das medidas de tendência central. O comportamento da distribuição dos dados, ou seja, desses elementos pesquisados, nos fornecerá informações sobre para qual lado está tendendo as respostas<sup>19</sup>, ou seja, se o respondente concorda ou não com a afirmação presente no questionário, variando entre ‘*Concordo plenamente*’, ‘*Concordo*’, ‘*Indiferente*’, ‘*Discordo*’ e ‘*Discordo plenamente*’. Desta forma, dados como a média, mediana e moda, todas da estatística descritiva, nos fornecerá informações da tendência das respostas dadas em cada item pontuado pela pesquisa.

A pretensão é discutir a partir da perspectiva dos pesquisados os problemas e/ou acertos no *design* do jogo, e, com esses dados, entender a importância dos aspectos que analisamos no processo de construção dos jogos digitais educativos, utilizando para esse fim o estudo do jogo Mr. Ratômico. Esse estudo é importante pois os resultados poderão guiar os futuros *game designers* nesse processo de criação dos jogos digitais, com perspectivas de serem utilizados no ensino de conteúdos escolares de Química e/ou Ciências.

Alguns trabalhos já utilizaram a escala *Likert* e/ou a estatística descritiva com o propósito de análise dos elementos dos jogos digitais, ou, apenas no sentido de depreender algum significado numérico em relação ao que se estuda sobre o jogo (MOURA, 2001), (JESUS; RAABE, 2010), (AGUIAR; CORREIA; CAMPOS, 2011) e (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011).

Utilizamos nos cálculos o *R Studio*<sup>20</sup>, que é um *software* estatístico que utiliza a linguagem ‘R’. Com ele pudemos calcular a média, moda, primeiro e terceiro quartil, valor mínimo e máximo, e, também, a mediana. Além disso, foi possível criar os gráficos, resultados da análise dos dados, com essa mesma ferramenta.

Os gráficos resultantes são importantes para a visualização imediata da distribuição central dos dados, indicando visualmente a tendência das respostas.

<sup>17</sup> No pré-teste do jogo essa população fora substituída pelos jogadores, uma vez que encontramos grande dificuldade para contactar esses profissionais.

<sup>18</sup> Questionários com afirmações na escala *Likert*.

<sup>19</sup> Em escala de autorrelato do tipo *Likert*.

<sup>20</sup> RStudio, Version 0.98.1091 - 2009-2014

## 2.5.2 Viés Metodológico Qualitativo

Algumas hipóteses da nossa pesquisa se referem a análise das respostas apresentadas pelos respondentes. Questões como: ‘*O que você modificaria no jogo ?*’ ou ‘*O que você excluiria nele ?*’ são alisadas a partir das ‘*unidades analíticas significativas*’. De acordo com Johnson e Christensen (2004), é possível dividir os dados obtidos pelos questionários em pequenas unidades significativas. Segundo eles, esse processo é chamado de ‘segmentação de dados’, e é usado pelo pesquisador quando este depreende ideias de suas leituras e pensamentos. Esses segmentos podem ser desde uma palavra até mesmo uma sentença, dependendo do que o trecho analisado esteja passando a ideia.

Nesse momento, a análise de conteúdo do texto escrito pelos respondentes é utilizada com o objetivo de categorizar as unidades de significância, presente nas falas dos pesquisados. De acordo com Catalina *et al* (2006):

Na Análise de Conteúdo o texto é um meio de expressão do sujeito, onde o analista busca categorizar as unidades de texto (palavras ou frases) que se repetem, inferindo uma expressão que as representem. (CATALINA; CAREGNATO; MUTTI, 2006, pág. 682)

Para Moraes (1999), a análise de conteúdo:

[...] constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum. (MORAES, 1999, pág. 8)

Tanto Catalina quanto Moraes entendem que o objetivo principal da análise de conteúdo é atingir uma melhor compreensão dos dados, dispersos no texto e identificados por unidades de significância pelo pesquisador.

Desta forma, das falas apresentadas pelos pesquisados em relação às questões, conseguimos extrair algumas ideias. Esses dados foram organizados nos resultados desta pesquisa, na forma de gráficos (por exemplo, Figuras 61, 62 e 63) ou em tabelas (por exemplo, Tabelas 19, 20 e 21), para facilitar a compreensão.

Os possíveis resultados depreendidos dessa análise poderão contribuir com a resposta a nossa questão de pesquisa, ou seja, o que devemos considerar no processo de criação dos jogos digitais educativos, utilizados no ensino de Química e Ciências, a partir da análise do nosso objeto de estudo. Desse modo, o cruzamento desses dados (qualitativos e quantitativos), encerra o caráter misto de nossa pesquisa.

## Parte III

# Resultados e Discussões

### 3 Resultados Obtidos

Como indicamos na metodologia, nossos dados foram obtidos a partir de questionários, tendo como foco as respostas dos membros de cada população que estudamos aqui (Professores de Química e/ou Ciências e também os *Game Designers*). Apenas para o pré-teste do jogo usamos, no lugar dos *game designers*, os jogadores, por serem mais acessíveis do que estes profissionais. As dificuldades para contactar esses especialistas surtiram reflexo também na quantidade de respondentes para o questionário destinado aos professores, tanto no pré-teste do jogo quanto na análise final dele.

Esses resultados foram divididos em duas partes: A primeira; obtendo dados pelos questionários no pré-teste do jogo, e a segunda; obtendo dados na versão final do jogo com os especialistas envolvidos nesta pesquisa.

Desta forma, resultados e discussões estão separados nas categorias: ‘*Pré-Avaliação do teste piloto do jogo Mr. Ratômico - Jogadores*’, ‘*Pré-Avaliação do teste piloto do jogo Mr. Ratômico - Professores*’, ‘*Avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas - Game Designers*’ e ‘*Avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas - Professores*’.

Esses dados estão tanto na forma quantitativa (a partir dos resultados obtidos pelos questionários, em escala de autorrelato *Likert*), quanto na qualitativa (a partir das dissertações feitas pelos pesquisados em relação aos elementos analisados do jogo e também sobre suas impressões e sugestões).

Os dados quantitativos serão analisados, posteriormente, a partir da estatística descritiva, em que as medidas de dispersão central serão consideradas para determinar a polaridade das respostas<sup>1</sup>. Essa ‘polaridade’ é um indicativo de que o *design* do jogo agiu ou não de forma acertiva e que a afirmação fez sentido para o respondente.

Os dados qualitativos, por sua vez, serão analisados pela metodologia da análise de conteúdo, e as suas principais ideias serão resumidas e discutidas, tendo em foco as nossas categorias de análise (que cogitamos para as duas populações). O objetivo é retirar as ‘unidades de significância’ dos textos dos respondentes e determinar se essas fazem parte também das categorias de análise do jogo. Se, por exemplo, o respondente se queixar de problemas quanto ao som do jogo, podemos entender que essa queixa está dentro da categoria ‘tecnologias multimídias’, que elencamos para ser estudada.

Uma discussão mais extensa é feita na parte de discussões. Nesse ponto, realizamos uma reflexão sobre os dados organizados nos resultados. É nesse momento que refletimos sobre as teorias estudadas até agora, os dados e também o que depreendemos

---

<sup>1</sup> Se concordam ou não com as afirmações presentes no questionário.



dessa intersecção.

### 3.1 Pré-Avaliação do teste piloto do jogo Mr. Ratômico

#### 3.1.1 Jogadores

Do ponto de vista da população pesquisada em A.1 (49 Jogadores - respondentes), obtivemos os seguintes resultados iniciais:

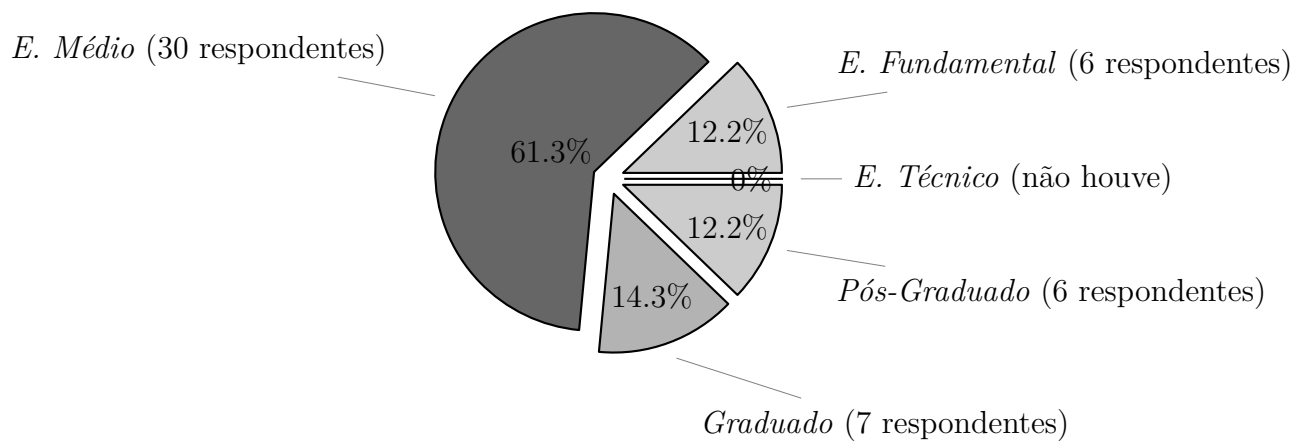


Figura 54 – Nível de escolaridade dos respondentes - questionário *jogadores* (Anexo A.1)

Fonte: Autor

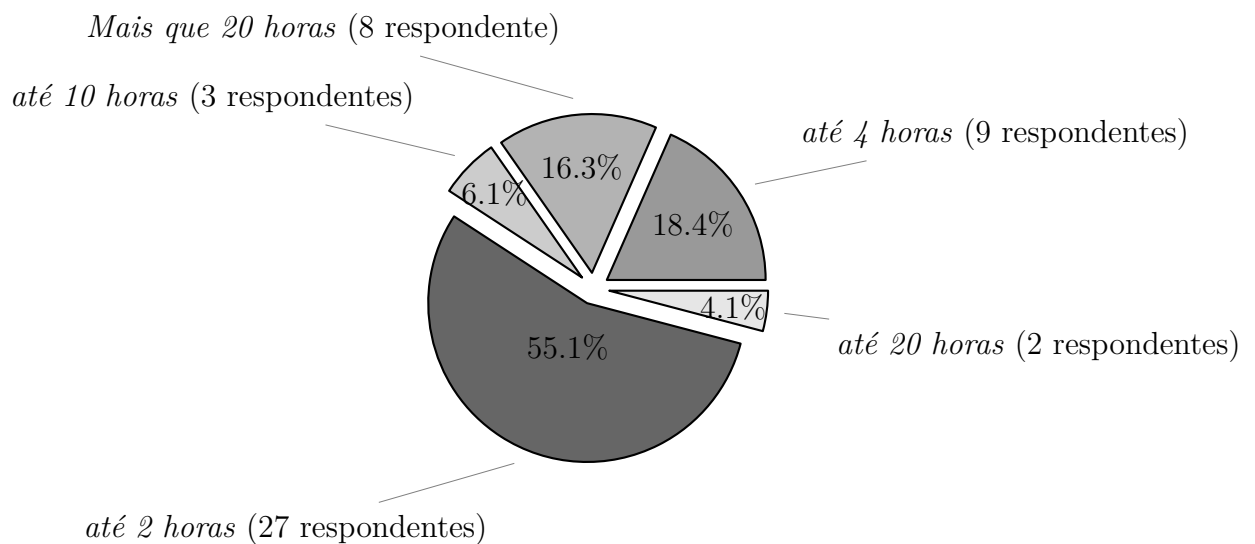


Figura 55 – Frequência semanal, em horas, destinada aos jogos (respondentes Anexo A.1)

Fonte: Autor

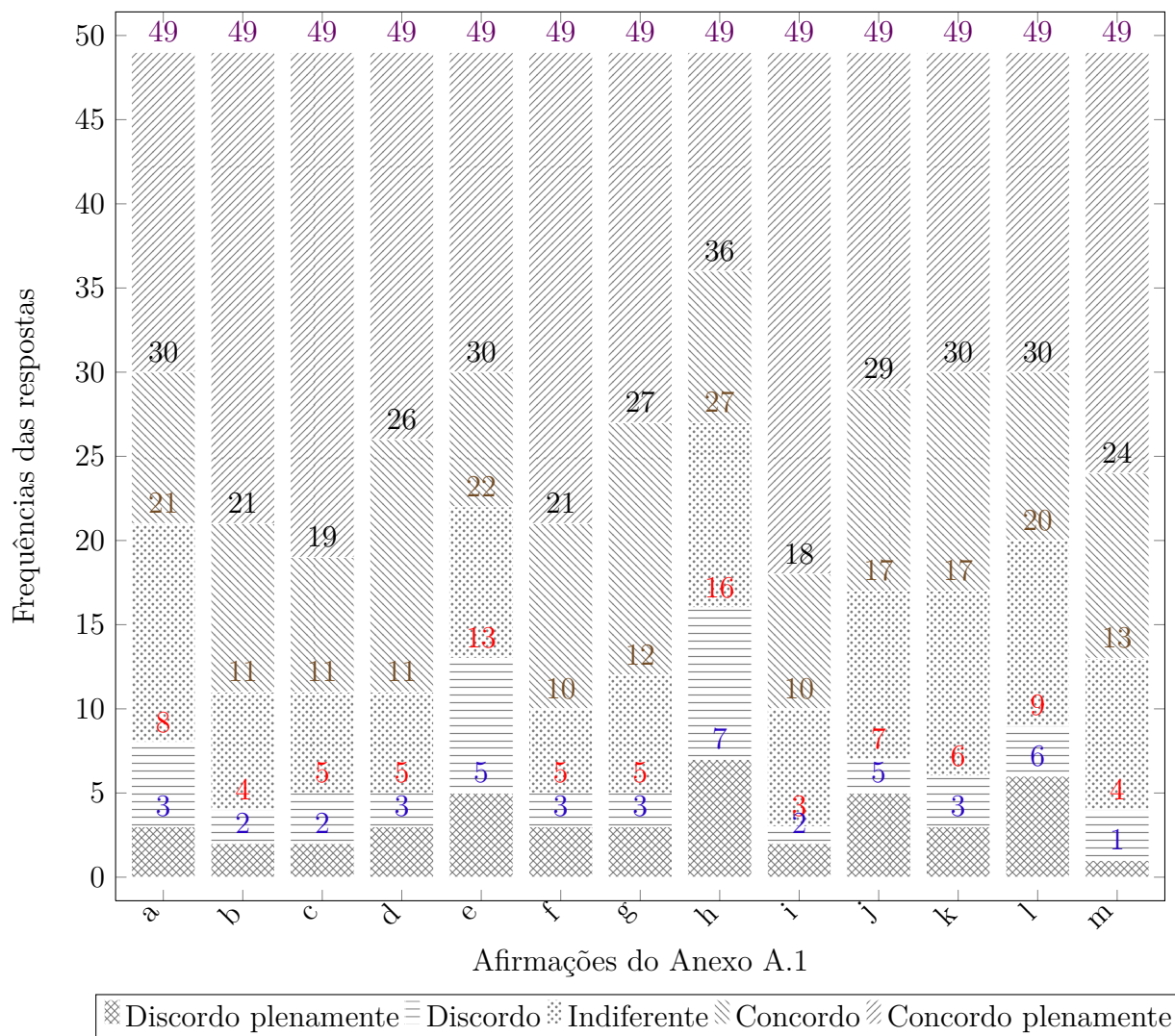


Figura 56 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.1

Fonte: Autor

Destacamos, a seguir, na íntegra os comentários dos respondentes da categoria ‘Jogadores’, registrados nos questionários. Podemos identificar, apesar da pesquisa ser anônima, o nível de escolaridade e também o quanto o respondente gasta por semana jogando jogos digitais. Os respondentes que não comentaram essa categoria foram excluídos desta tabela.

Questão/Sugestão	Tabela
Foram encontrados erros no jogo ?	19
Indique possíveis modificações para o jogo	20
O que poderia ser acrescentado ao jogo ?	21
O que poderia ser excluído no jogo	22

Tabela 18 – Tabelas com questões e sugestões dadas pelos respondentes da pesquisa, na categoria de ‘Jogadores’.

Fonte: Autor

Nível de escolaridade	Quanto tempo você joga por semana ?	Você encontrou algum erro no jogo ?
Graduado	até 10 horas	Controle do som
Pós-Graduado	Mais de 20 horas	O objetivo diz que não pode ser visto pelos cientistas enquanto que o correto deveria ser 'não ser alcançado (ou tocado) pelos cientistas'. Ao pegar uma pista/dica a música para Dicas repetidas na segunda fase
Pós-Graduado	até 2 horas	Segunda fase quando morri com o personagem o som parou de funcionar
Pós-Graduado	até 2 horas	Não percebi erros.
Graduado	até 2 horas	Não percebi nada.
Pós-Graduado	até 4 horas	Não encontrei erros, está ok.
Pós-Graduado	até 2 horas	Não
Graduado	até 4 horas	não
Pós-Graduado	até 2 horas	No funcionamento do jogo não, apenas um erro de grafia na anotação de duro/mole (palavra 'deveria' duplicada)
Ensino Médio	até 4 horas	sim os tubos são muito difíceis
Ensino Médio	até 4 horas	na segunda fase tem duas dicas iguais
Ensino Fundamental	até 2 horas	não
Ensino Médio	até 2 horas	não
Ensino Médio	até 2 horas	em uma frase está escrito duas palavras repetidas
Ensino Médio	até 2 horas	acho q não
Ensino Fundamental	até 2 horas	na segunda fase, tem duas dicas iguais.
Ensino Fundamental	até 2 horas	Sim, havia duas dicas iguais na segunda fase
Ensino Médio	até 10 horas	não esta ótimo
Ensino Médio	até 2 horas	Não gostei da fase dos canos. Do resto gostei. obg
Ensino Médio	até 2 horas	não
Ensino Médio	até 2 horas	Não
Ensino Médio	até 2 horas	não
Ensino Médio	Mais de 20 horas	não
Ensino Médio	Mais de 20 horas	não
Ensino Médio	até 2 horas	Não bem pelo contrário
Ensino Médio	até 4 horas	quando o personagem morre a bola de fogo desaparece
Ensino Médio	até 2 horas	Sim, quando morremos sempre diminui uma das bolinhas vermelhas que fica se deslocando
Ensino Médio	até 2 horas	não o jogo e muito criativo e bom
Ensino Médio	até 2 horas	não o jogo e muito criativo e bom
Ensino Médio	até 2 horas	Não encontrei nenhum erro!
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Sim, é muito fácil.
Ensino Médio	até 2 horas	Não
Ensino Fundamental	Mais de 20 horas	Poderia dificultar um pouco mais o jogo.
Graduado	até 4 horas	Alguns erros de digitação na parte 'História'

Tabela 19 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população 'Jogadores' jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das respostas dadas à questão: 'Você encontrou algum erro no jogo ?'.

Nível de escolaridade	Quanto tempo você joga por semana ?	Indique possíveis modificações para o jogo
Graduado	até 10 horas	Animações em 3D
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Deixaria o personagem do jogo maior e mais chamativo.
Ensino Médio	até 4 horas	Maior interatividade com os obstáculos, adicionando um pouco mais de dificuldade.
Pós-Graduado	Mais de 20 horas	Adicionar algum tipo de gratificação para quem coletar todas as dicas e os queijos, estimulando os usuários a lerem todas as informações. Da maneira que está, pegar ou não as dicas acaba não fazendo diferença.
Pós-Graduado	até 2 horas	o ratinho se move muito rápido
Graduado	até 2 horas	Acho que nada. Achei legal.
Pós-Graduado	até 4 horas	Não modificaria nada.
Pós-Graduado	até 2 horas	Creio que no formato que foi desenvolvido, não modificaria nada.
Graduado	até 4 horas	é instigante pensar o que a próxima pista poderia dizer. Se o conhecimento ali se refletisse nos elementos, como inimigos e obstáculos, por exemplo, poderia ser interessante. Assim o propósito do jogo de ensinar se traduz em uma interação alegórica, possivelmente trabalhando não só absorção de conteúdos como também capacidades cognitivas quanto à matéria. É uma questão para se trabalhar o aspecto criativo do jogo, então é difícil dar uma 'receita de bolo'. No estilo do jogo, poder-se-ia deixar os obstáculos de tal maneira que refletissem um estado atômico, no qual, empurrando um bloco, que representa um elétron, poderia provocar um efeito no átomo. Ou simular, por meio dos obstáculos, uma das máquinas ou artefatos históricos que os cientistas utilizaram para estudar a matéria.
Pós-Graduado	até 2 horas	Nas anotações, poderia ter perguntas interativas / testes
Ensino Médio	até 4 horas	Menos tubos
Ensino Médio	até 4 horas	quando bate em algo e morre o objeto sai
Ensino Médio	até 2 horas	O tamanho do ratinho deveria ser maior!
Ensino Médio	Mais de 20 horas	o ratinho que contem no jogo deveria ser maior, para melhor visualização do jogador
Ensino Médio	20 horas ou menos	dificultar o jogo um pouco mais e tentar explicar de uma forma mais pratica os ensinamentos que o jogo quer transmitir pois fica um pouco confuso
Ensino Médio	até 2 horas	nada esta muito bom e criativo e a emoção de jogar e legal
Ensino Médio	até 2 horas	Tiraria aqueles bichinhos verdes
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Mudaria o esquema tático do jogo, deixando-o mais agressivo.
Ensino Fundamental	Mais de 20 horas	gráfica, engine e dificuldade.
Ensino Fundamental	Mais de 20 horas	Mais dificuldade nas fases.
Graduado	até 2 horas	Achei ótimo, mas o rato é muito rápido e eu sou leudo, logo, a combinação resultou várias mortes ):
Graduado	Mais de 20 horas	Colocaria todos os textos das figuras em português. Não removeria o obstáculo que me fez voltar ao início da fase, manteria lá para incentivar a superação daquele obstáculo.
Pós-Graduado	até 10 horas	Dividiria as informações em mais telas . Os loops soa muito enjoativos

Tabela 20 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população ‘Jogadores’ jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das sugestões dadas: ‘Indique possíveis modificações para o jogo’.

Nível de escolaridade	Quanto tempo você joga por semana ?	O que você acrescentaria no jogo ?
Graduado	até 10 horas	Mais fases
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Mostrar uma história dos personagens, dando informações como nome do personagem, o que ele faz, uma pequena história, etc.
Ensino Médio	até 4 horas	Mais objetivos.
Pós-Graduado	Mais de 20 horas	Mais ação e desafios, mas não ao ponto de tornar o jogo cansativo ou chato. Algo muito complexo pode gerar 'raiva' do jogo.
Pós-Graduado	até 2 horas	Não senti falta de nada, apenas do botão 'pausar o jogo'
Graduado	até 2 horas	Botão pause
Pós-Graduado	até 4 horas	Acho que o jogo está interessante como está.
Pós-Graduado	até 2 horas	Acho que seria interessante a personagem poder interagir com as correntes e poder libertar os outros ratinos que estão presos. Sendo que a cada duas vidas salvas o Mr Ratómico ganha mais uma vida. Isso pode ser feito com o auxílio dos blocos que se encontram nas fases, que a meu ver, até o momento não apresentam uma grande utilidade a não ser compor o cenário. Acho também que seria interessante criar nomes para as outras personagens, como por exemplo os cientistas que se encontram pelas fases e, assim, lá na primeira tela do jogo seria possível montar um álbum com as fotos de todas as personagens que fazem parte do game e criar uma historinha para cada um com uma pitada de química. Além disso, durante o jogo seria possível, passando o mouse sobre a personagem, fazer com que apareça um box com o nome da personagem e a sua foto.
Graduado	até 4 horas	talvez trechos curtos de vídeo, animações explicando alguns princípios, de forma a aumentar a interatividade e absorção do conteúdo.
Pós-Graduado	até 2 horas	Melhor contextualização do objetivo do jogo
Ensino Médio	até 4 horas	mais fases
Ensino Médio	até 2 horas	nada pois ta bom
Ensino Fundamental	até 2 horas	nada
Ensino Médio	até 2 horas	níveis mais difíceis
Ensino Médio	Mais de 20 horas	mais fases
Ensino Médio	Mais de 20 horas	mais fases
Ensino Médio	até 2 horas	Mais queijos e um pouco mais de informações!
Ensino Médio	Mais de 20 horas	mais queijos e muito mais armadilha e algo de raciocínio químico ... algo pergunta ou algo parecido
Ensino Médio	20 horas ou menos	no jogo eu acrescentaria uns gráficos mais elaborados e uns sub- objetivos para tentar entreter mais o jogador
Ensino Médio	até 2 horas	Mais dificuldade
Ensino Médio	até 2 horas	Mais paredes que se movem
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Violência, sangue e muita morte =D
Ensino Médio	até 2 horas	Mais queijos
Ensino Fundamental	Mais de 20 horas	mais fazer e mais movimentações por parte dos elementos que nos matam
Ensino Fundamental	Mais de 20 horas	Mais desafios(inimigos).
Graduado	Mais de 20 horas	Colocaria dicas explícitas na primeira fase, como um tutorial. Setas ou textos marcantes indicando os elementos do jogo, como 'pegue queijos para aumentar suas chances', 'pegue essas anotações para aprender mais!' e 'cuidado com o cientista, ele pode te levar de volta à gaiola!'
Pós-Graduado	até 10 horas	"opção de desligar o som, lente de aumento"

Tabela 21 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população 'Jogadores' jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das respostas dadas à questão: 'O que você acrescentaria ao jogo ?'.

Nível de escolaridade	Quanto tempo você joga por semana ?	O que poderia ser excluído no jogo ?
Graduado	até 2 horas	A música é legal no começo, depois ela se torna irritante, principalmente se você esta perdendo
Ensino Médio	até 2 horas	Aquelas 'redinhas, cerquinhas'
Pós-Graduado	até 10 horas	as flechas vermelhas. elas apontam um problema (localização e iconografia) e não uma solução. os parabéns ao final.
Pós-Graduado	até 2 horas	Eu curti. Tem aventura e informação.
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Informações longas para se ler.
Ensino Médio	20 horas ou menos	nada não tem o que excluir está muito bom. Na minha opinião eu só acrescentaria mais objetivos esta muito bom!!!!
Ensino Médio	Mais de 20 horas	não excluiria nada , pois o jogo esta divertido interativo eu só acrescentaria
Graduado	até 4 horas	não percebi nada que desagradasse.
Ensino Médio	Mais de 20 horas	os objetos não interativos
Ensino Médio	até 2 horas	os tubos
Pós-Graduado	até 4 horas	Também não excluiria nada.
Pós-Graduado	Mais de 20 horas	Tem fases com muitas dicas, o que chega a ser meio cansativo algumas vezes.
Ensino Médio	Mais de 20 horas	Tiraria o rato, colocando uma barata.

Tabela 22 – Nível de escolaridade, frequência que os respondentes da população 'Jogadores' jogam por semana e as transcrições (na íntegra) das sugestões dadas: 'O que poderia ser excluído no jogo?':

### 3.1.2 Professores

Indicado abaixo (Figura 57) as frequências de respostas dadas pelos professores respondentes desta pesquisa, de acordo com as afirmações presentes no Anexo A.2 (elementos didático-pedagógicos, considerados a partir do PNLD 2012 de Química). Na Tabela 23 temos algumas sugestões dadas pelos professores, no intuito de melhorar o jogo.

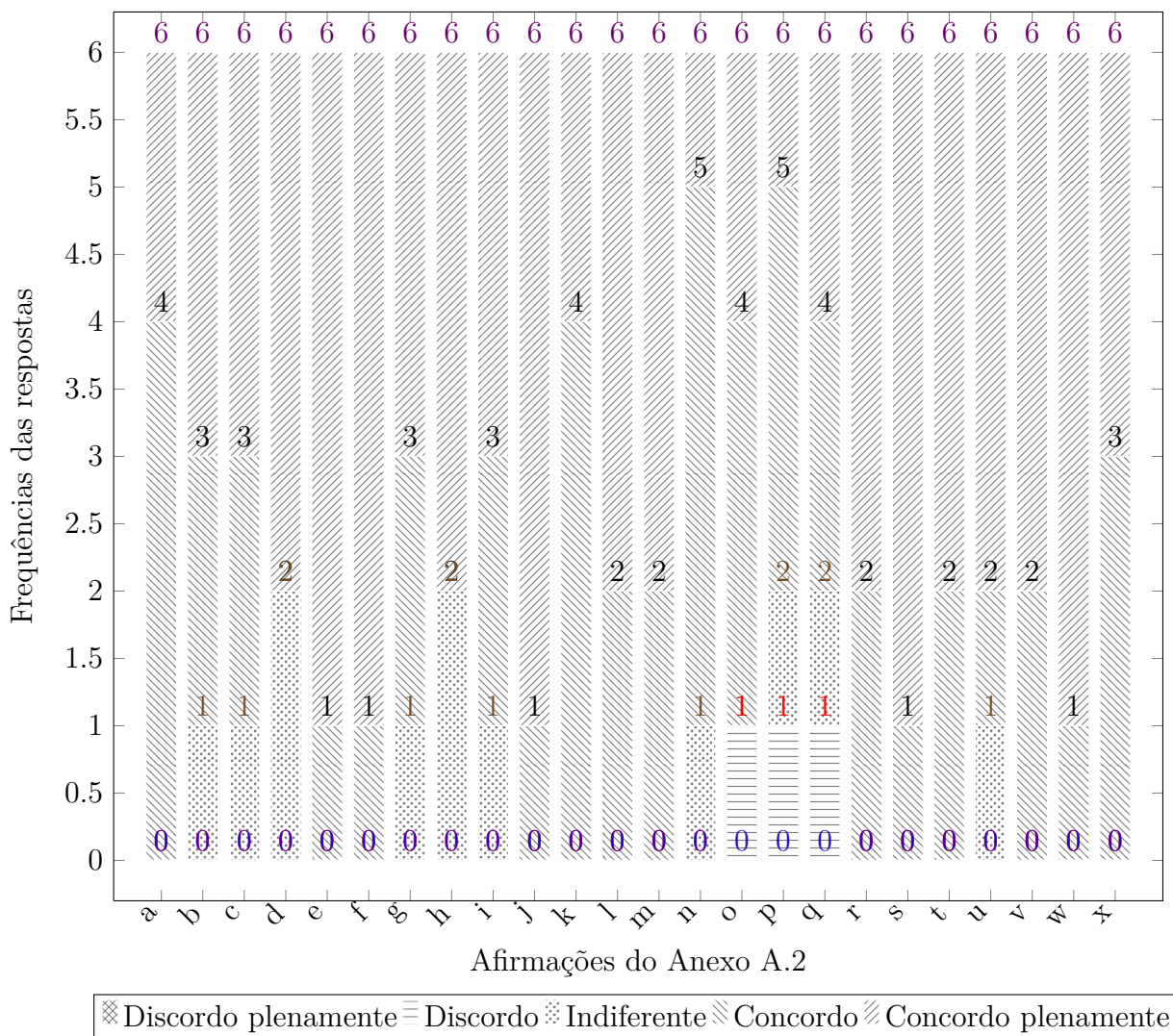


Figura 57 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.2

Fonte: Autor

Respondente	Sugestões
Professor 1	Menos informações na apresentação das dicas
Professor 2	Ampliação do jogo com mais fases e conceitos químicos
Professor 3	Melhorar o contraste dos personagens (gráfico); Delimitar melhor os objetivos do jogo para relacioná-los com a teoria

Tabela 23 – Sugestões dadas pelos ‘Professores’ para a melhoria do jogo Mr. Ratômico

Fonte: Autor

## 3.2 Avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas

### 3.2.1 Game Designers

As questões da Figura 58 e 59 tem o intuito de verificar se o profissional já desenvolveu jogos digitais educativos e, também, a quanto tempo ele trabalha com a criação dos jogos digitais.

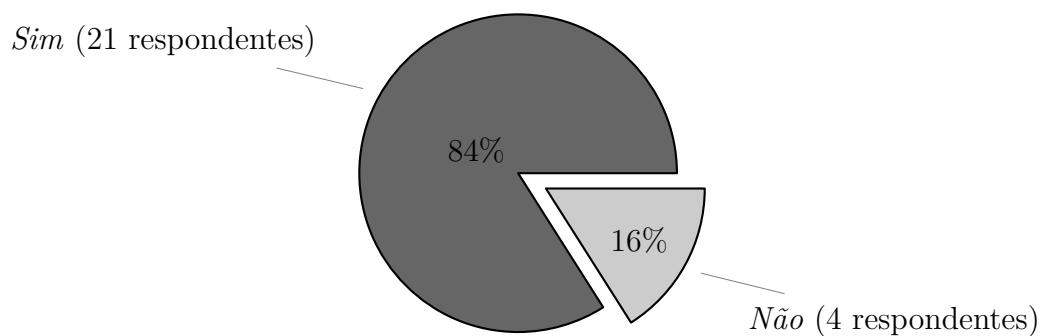


Figura 58 – Já desenvolveu algum JDE ?

Fonte: Autor

Percebemos que uma grande maioria já desenvolveu JDE (84%) e que uma boa parcela dos pesquisados (36%) trabalham a pelo menos 5 anos nesse ramo.

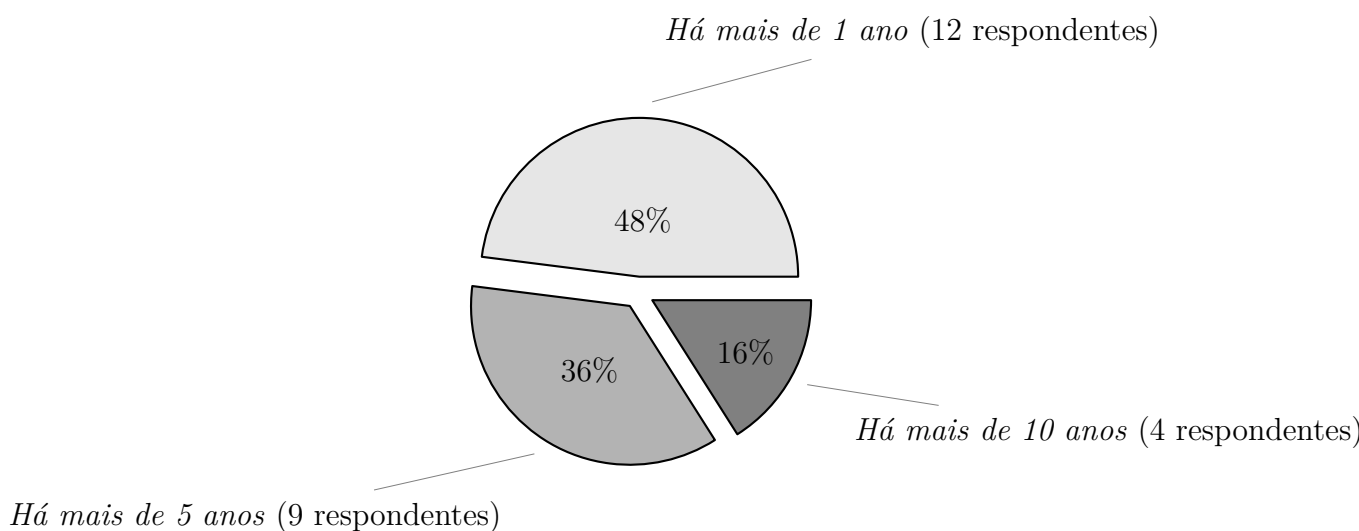


Figura 59 – Há quanto tempo trabalha com jogos digitais ?

Fonte: Autor

Indicado abaixo (Figura 60) as frequências de respostas dadas pelos *game designers* respondentes desta pesquisa, de acordo com as afirmações presentes no Anexo A.3.



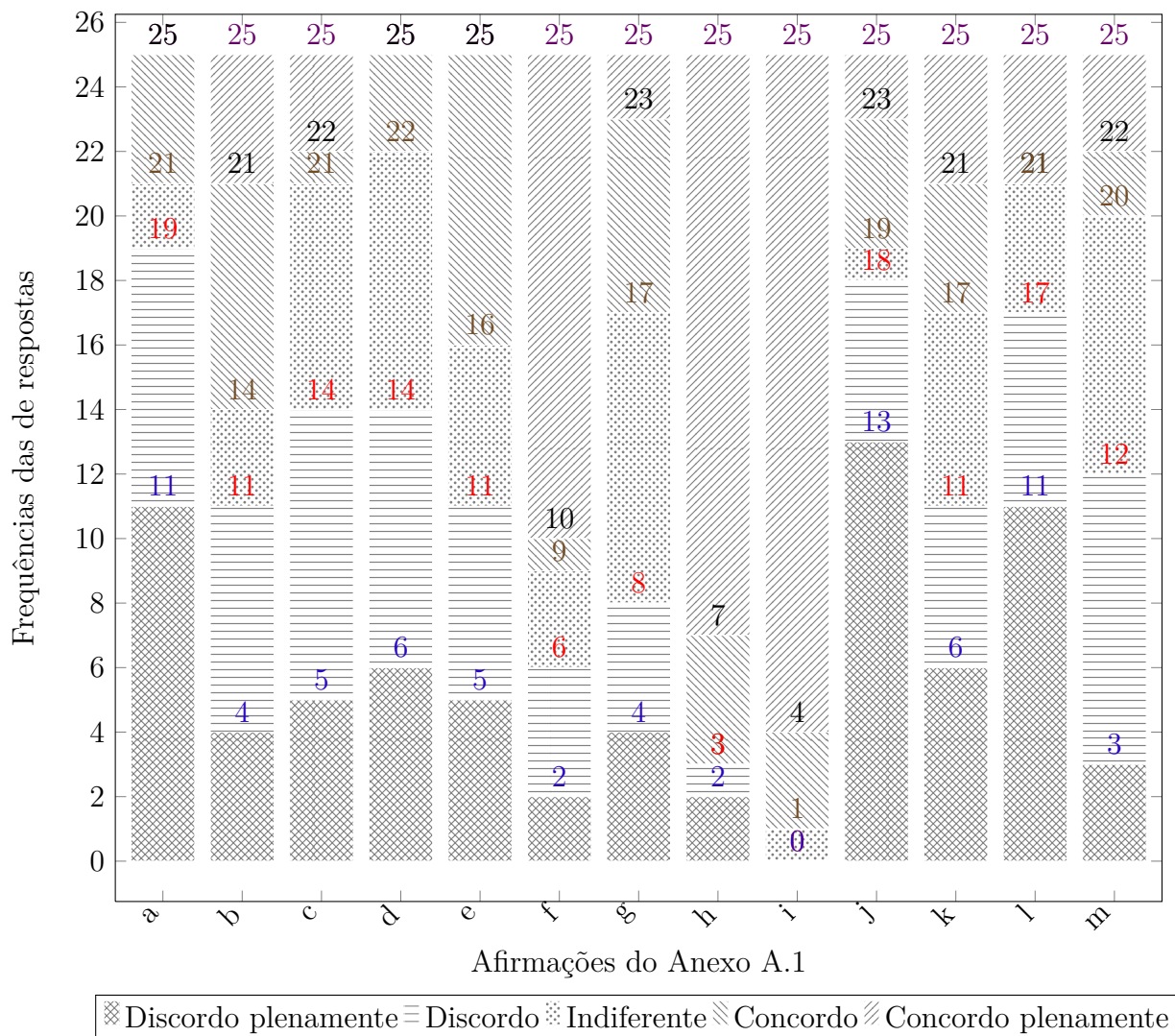


Figura 60 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.3

Fonte: Autor

Os dados qualitativos (dissertados pelos respondentes desta categoria) estão presentes no Anexo E, no final deste trabalho. Entretanto, resumimos na Tabela 24 os principais pontos levantados pelos *game designers*, respondentes desta pesquisa.

Questões	Figuras
Os principais <b>erros</b> apontados pelos <i>GD</i> na análise do JDE Mr. Ratômico.	61
As principais <b>modificações</b> sugeridas pelos <i>GD</i> na análise do JDE Mr. Ratômico.	62
As principais <b>implementações</b> sugeridas pelos <i>GD</i> na análise do JDE Mr. Ratômico.	63
O que poderia ser <b>excluído</b> no JDE Mr. Ratômico, segundo análise dos <i>GD</i> .	64

Tabela 24 – Resumo dos dados qualitativos - ‘*Game Designers*’

Fonte: Autor

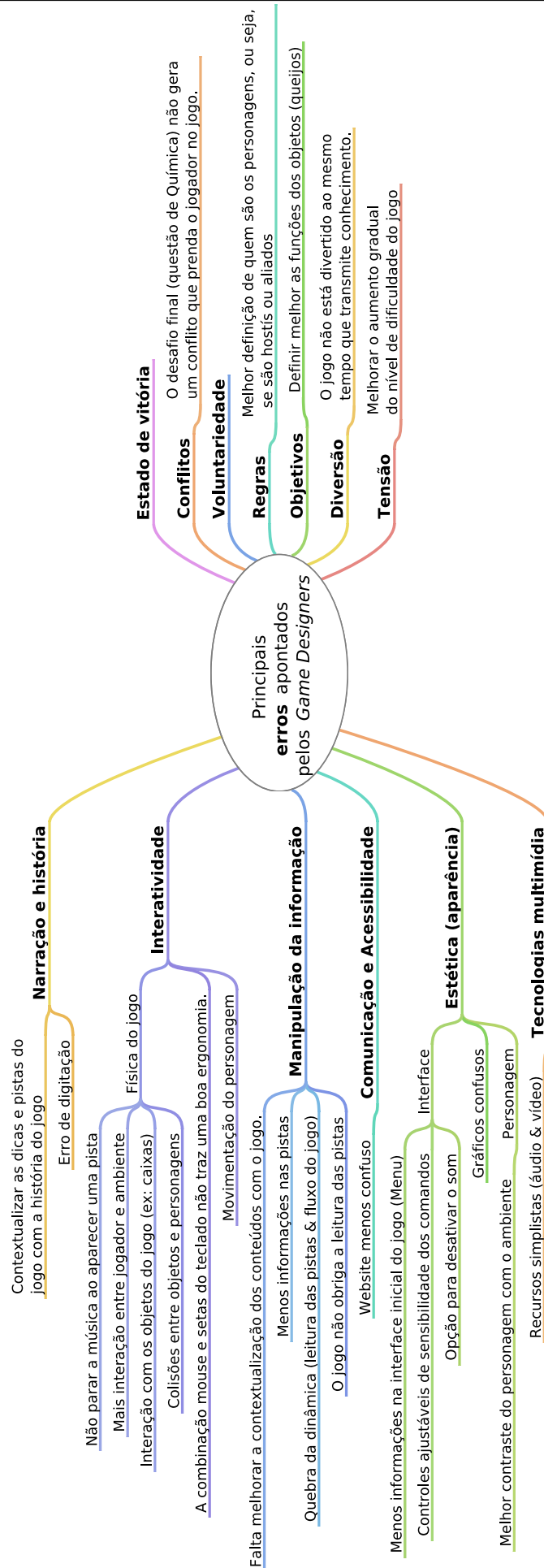


Figura 61 – Os principais erros apontados pelos *game designers* na análise do jogo digital educativo de Química – Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa.

Fonte: Autor

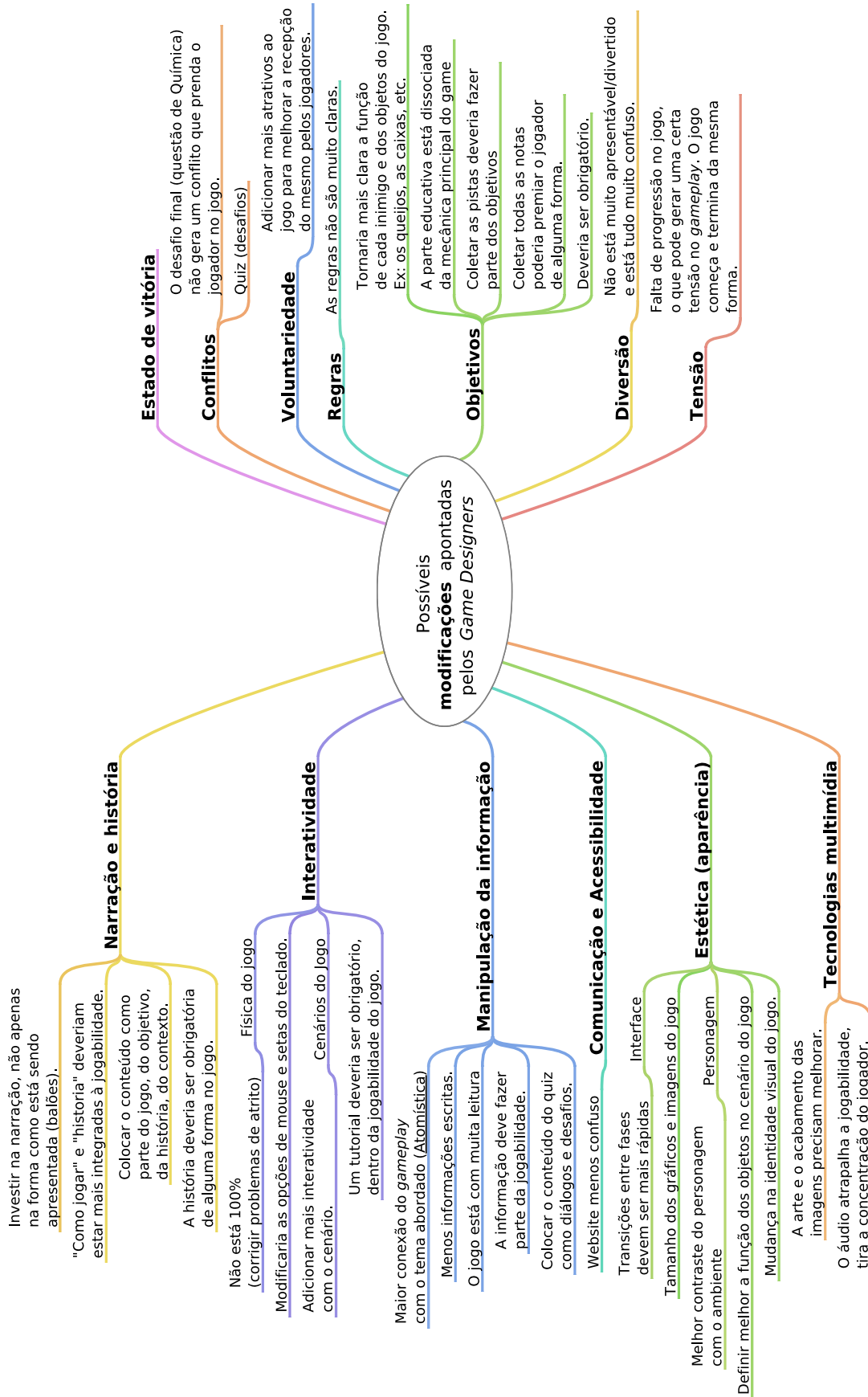


Figura 62 – As principais modificações sugeridas pelos *game designers* na análise do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratoômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa.

Fonte: Autor

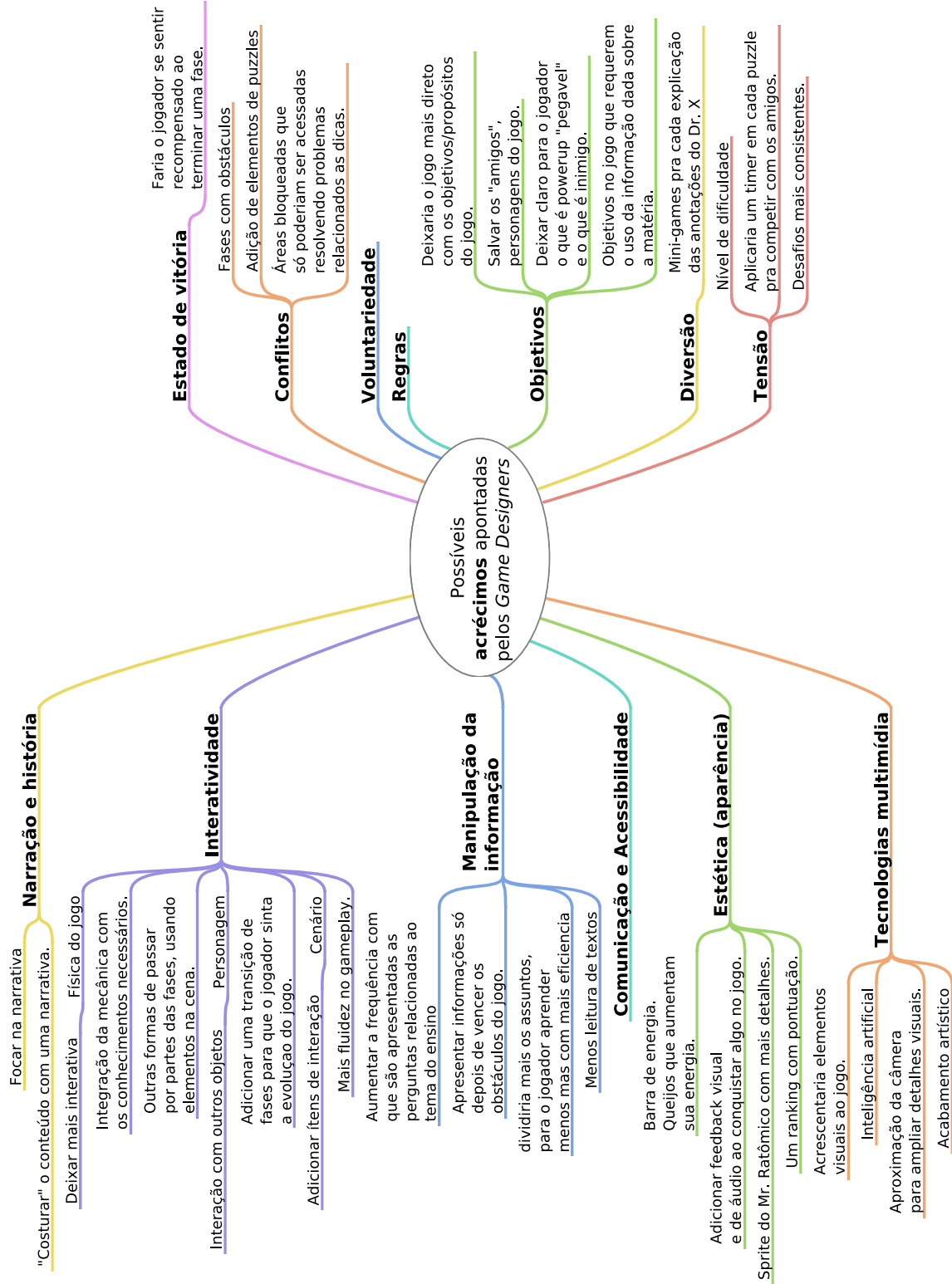


Figura 63 – As principais implementações sugeridas pelos *game designers* na análise do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa.

Fonte: Autor

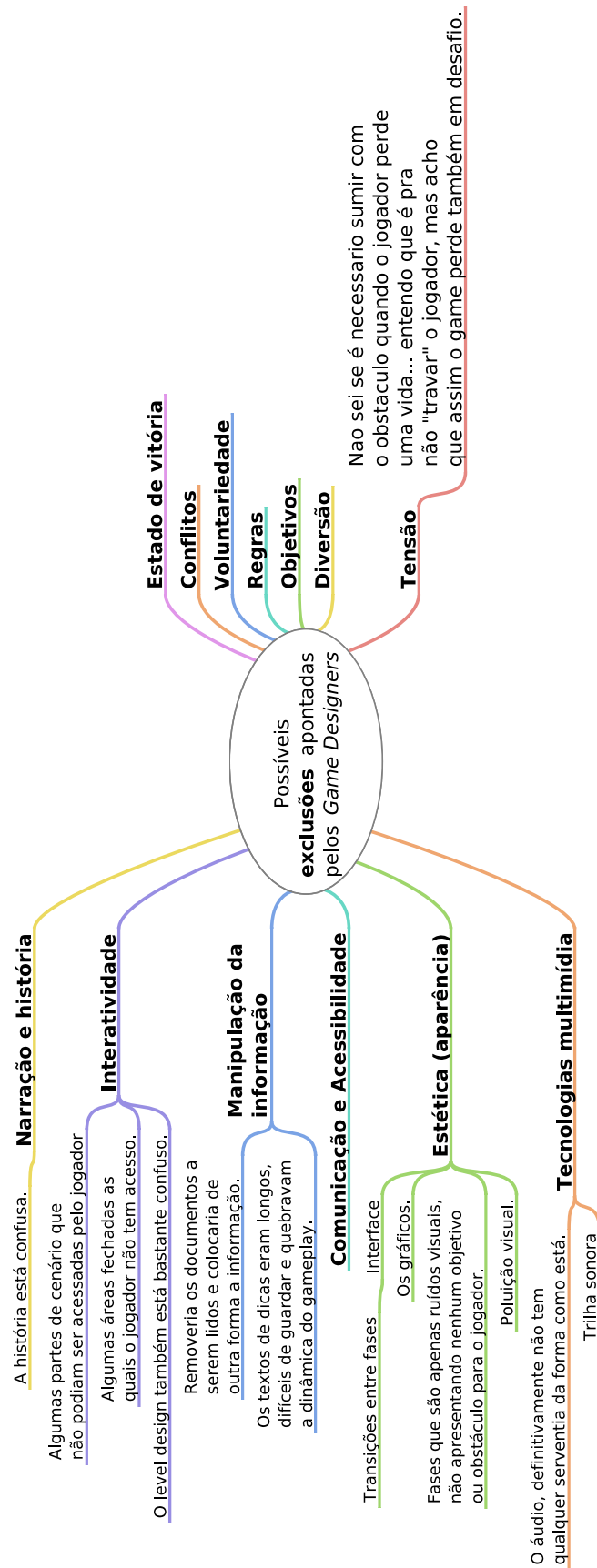


Figura 64 – O que poderia ser excluído do jogo digital educativo de Química - Mr. Ratômico, considerando os elementos analisados nesta pesquisa.

Fonte: Autor

### 3.2.2 Professores

A seguir, alguns dados obtidos a partir dos respondentes do Anexo A.4. Esses questionamentos têm o intuito de entender melhor o perfil do professor que participou desta pesquisa (Figuras 65, 66, 67, 68 e 69). Esses dados advêm dos questionamentos sobre o uso dos jogos pelos professores, seja ele para o puro entretenimento ou em âmbito escolar. A ideia é entender se o professor pesquisado tem o hábito de jogar e, se este, em sua profissão, faz o uso desses recursos no ensino de conteúdos escolares.

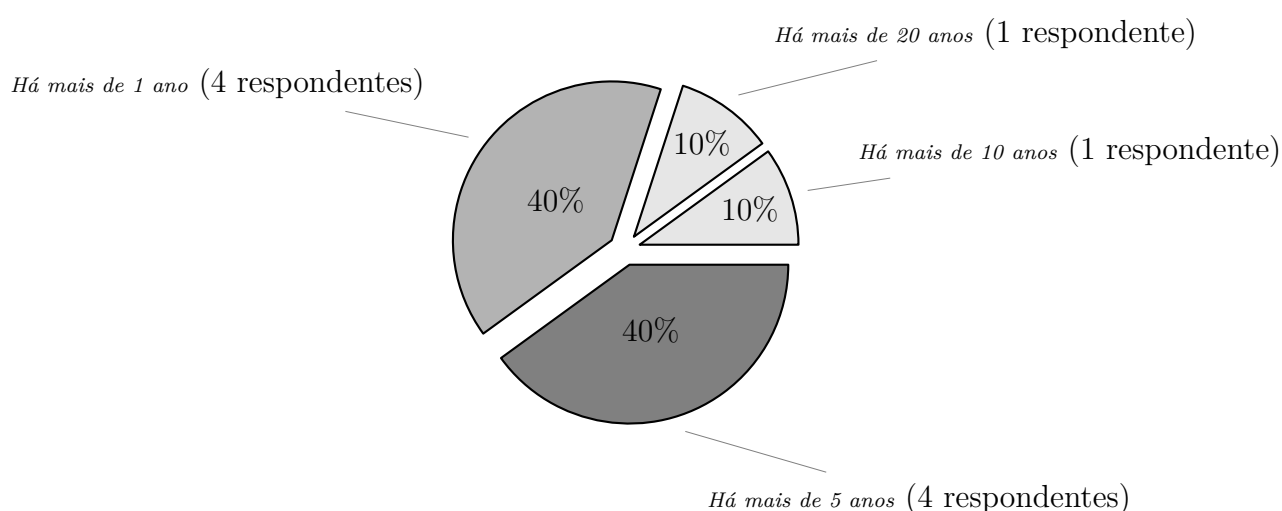


Figura 65 – Questão - Há quanto tempo trabalha na área da educação ?

Fonte: Autor

Como percebemos no gráfico da Figura 65, a maioria dos professores trabalham na área da educação há menos de 10 anos (80% dos respondentes). Também verificamos na Figura 66 que a maioria já utilizou jogos digitais em sala de aula (60%), e outros (30%) pretendem utilizá-los futuramente.

Procuramos entender também se o professor já possui algum conhecimento que o qualifique para criar recursos lúdicos em sala de aula. De acordo com o gráfico da Figura 67, cerca de (60%) dos respondentes afirmaram possuir algum treinamento para isso, tendo realizado algum curso para a criação de recursos lúdicos, utilizados em sala de aula. Entretanto, um erro no *design* do questionário não permitiu que explorássemos com maior profundidade essa questão. Dessa forma, ficou vago questionar o professor quanto à questão da atividade lúdica, que poderia indicar que o mesmo possui conhecimentos para a criação de jogos digitais ou apenas conhecimentos em relação à construção de outros recursos, por exemplo o da criação de brincadeiras ou quadrinhos. Não conseguimos denotar aqui, a partir da questão presente no questionário, que tipo de recurso lúdico estamos trabalhando.

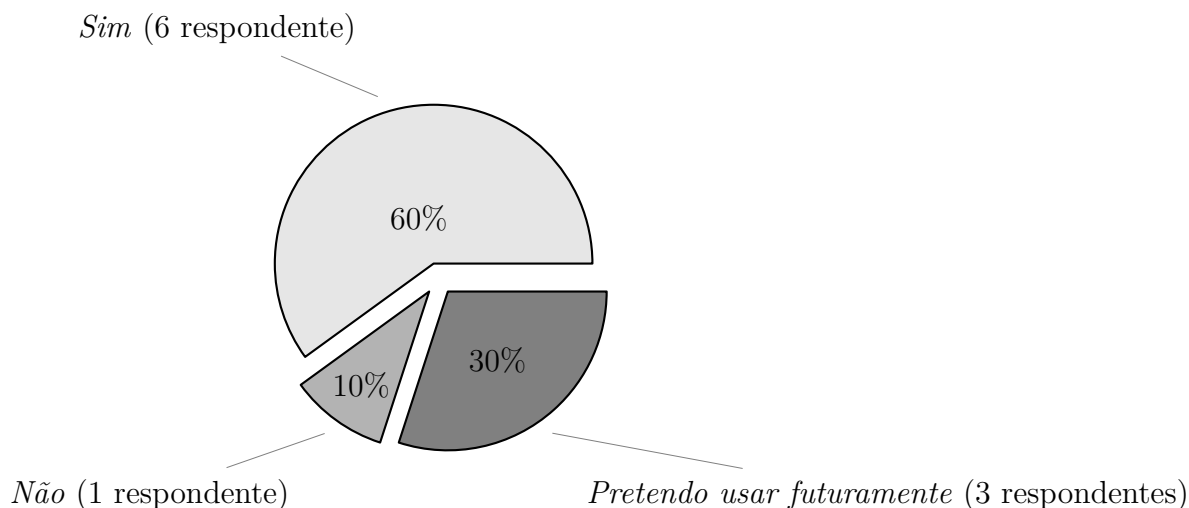


Figura 66 – Questão - Já utilizou algum jogo em sala de aula ?

Fonte: Autor

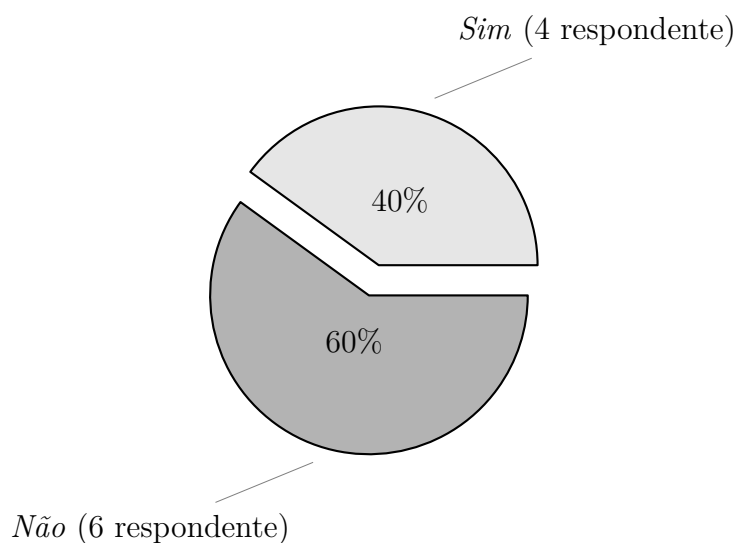


Figura 67 – Questão - Já realizou algum curso ou treinamento para desenvolver atividades lúdicas em sala de aula ?

Fonte: Autor

Nessa tentativa de entender melhor o professor respondente da nossa pesquisa, procuramos também saber o quão disposto a jogar por semana ele está, ou seja, a quantidade de tempo que esse professor pesquisado tem por costume despender semanalmente para se dedicar aos jogos digitais, sejam eles educativos ou de puro entretenimento. De acordo o gráfico da Figura 68, a maioria dos professores (50%) jogam até duas horas por semana. Outros (30%) chegam a jogar até 20 horas nesse mesmo período.

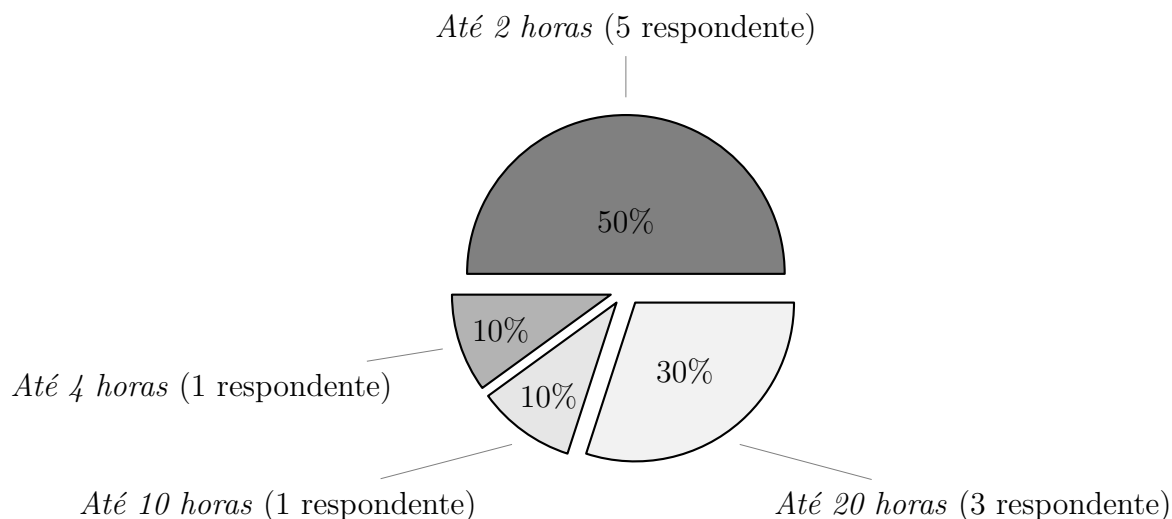


Figura 68 – Questão - Com que frequência costuma jogar por semana ?

Fonte: Autor

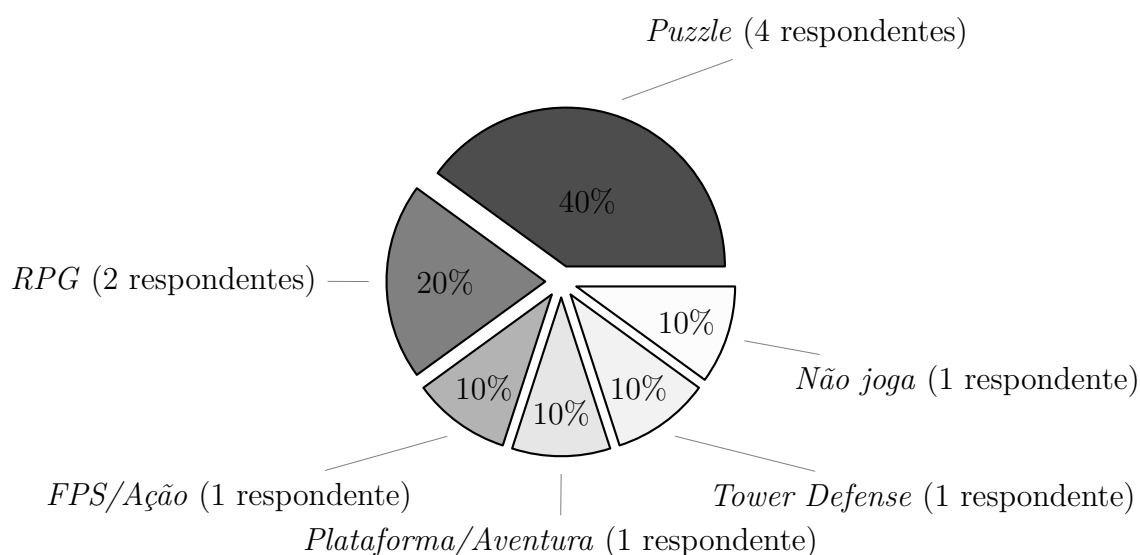


Figura 69 – Gêneros dos jogos mais utilizados pelos professores pesquisados.

Fonte: Autor

Também constatamos que a maioria dos professores (40%) apreciam mais os quebra-cabeças<sup>2</sup>, que são uma categoria de jogos que, segundo Novak (2010), possuem por objetivo a resolução de problemas lógicos. Os outros gêneros de jogos mais apreciados pelos professores foram o *RPG*, o *FPS* de Ação, e o estilo *Tower Defense*<sup>3</sup>. Um respondente afirmou não ter o hábito de jogar.

<sup>2</sup> *Puzzles* ou jogos de lógica.

<sup>3</sup> De acordo com a classificação de Novak (2010), esse estilo de jogo se insere na categoria de jogos de estratégia baseada em turnos.



As frequências das respostas dos questionamentos do (Anexo A.4), que se referem ao estudo dos elementos didático-pedagógicos analisados nesta pesquisa, estão sendo representadas no gráfico da Figura 70.

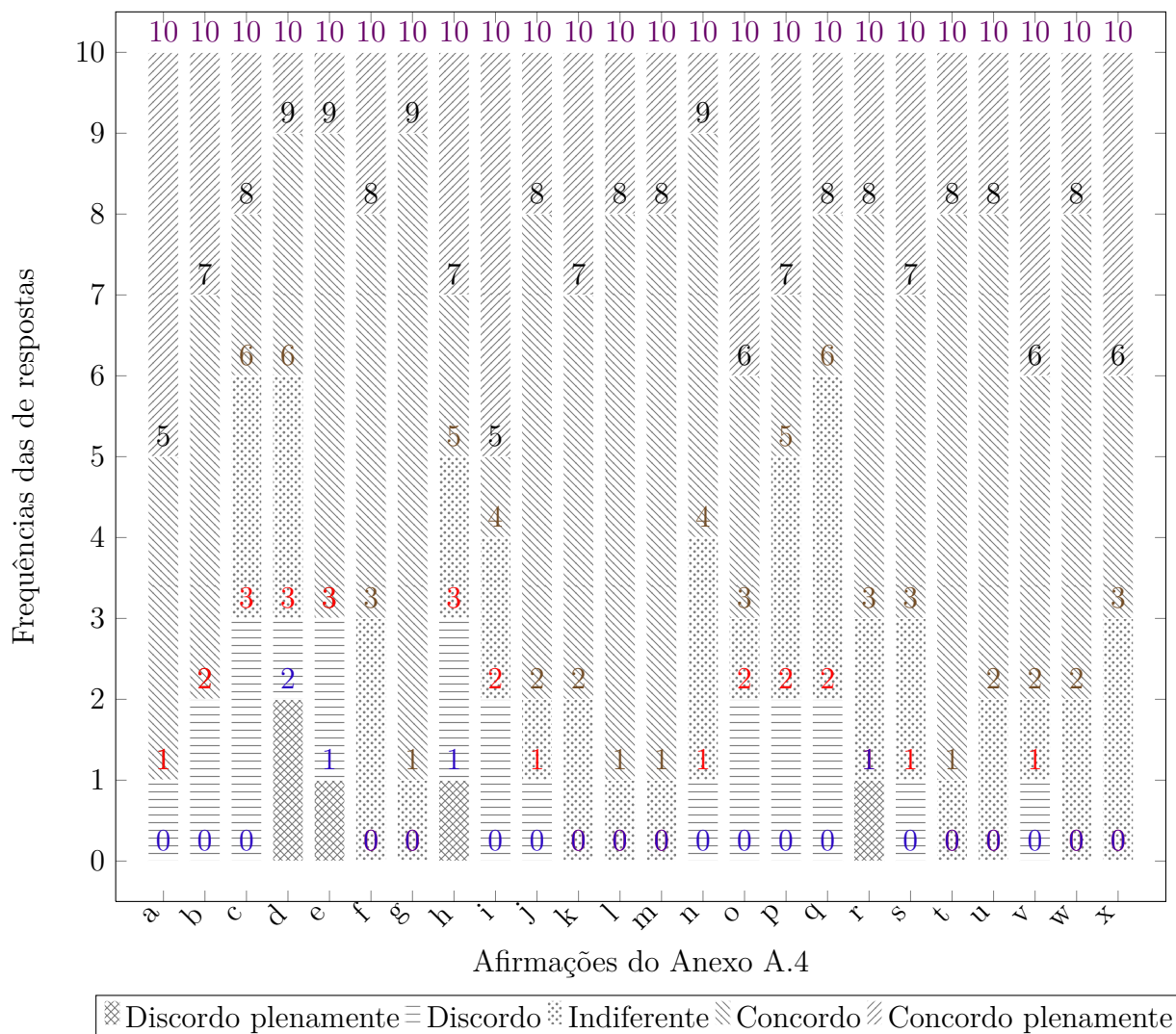


Figura 70 – Gráfico de frequência de respostas às afirmações do Anexo A.4

Fonte: Autor

Os dados qualitativos (dissertados pelos pesquisados desta categoria<sup>4</sup>) estão presentes no Anexo E (na íntegra), no final deste trabalho. Entretanto, resumimos, para o efeito da simples visualização, as principais contribuições dos professores em relação à análise do jogo Mr. Ratômico na Figura 71. As principais ideias são expostas, de acordo com a categoria de análise criada para o estudo dos elementos didático-pedagógicos, cogitados nesta pesquisa.

<sup>4</sup> Na íntegra, todas as contribuições dadas pelos membros dessa população analisada.

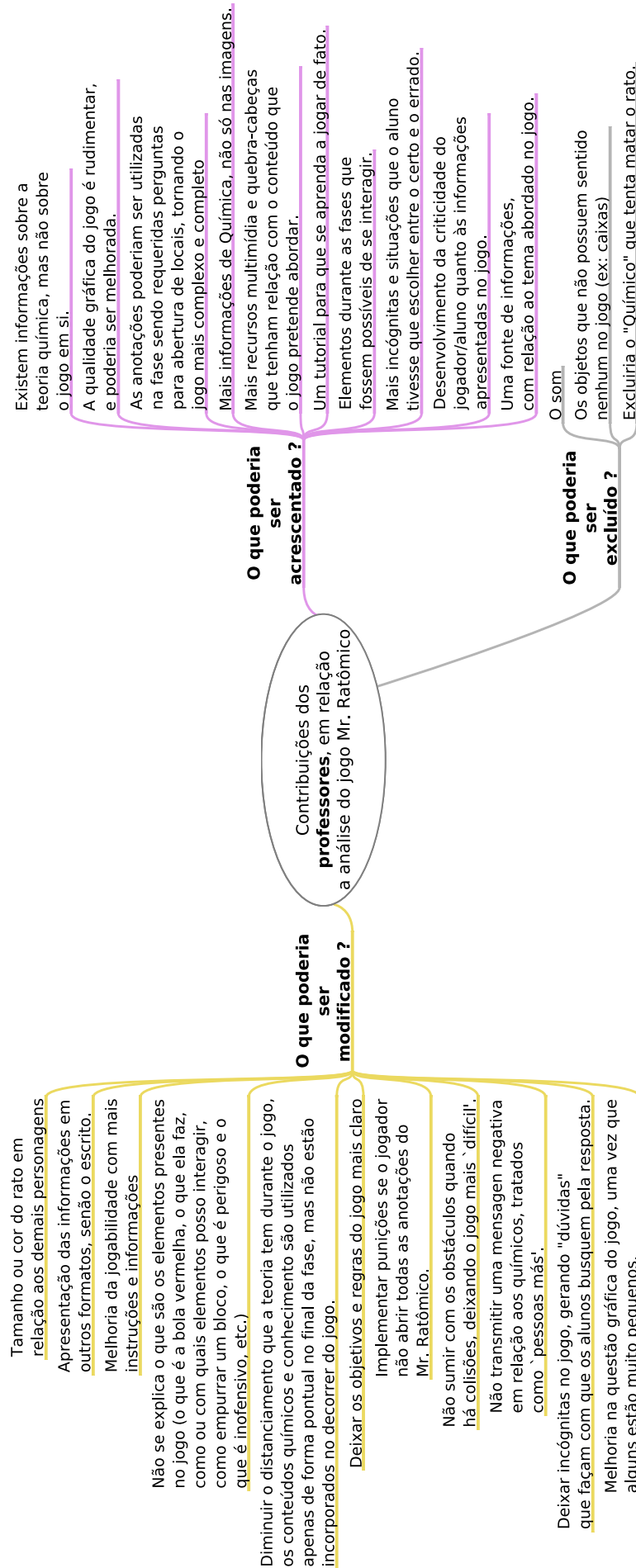


Figura 71 – Contribuições dos professores em relação a análise do jogo digital educativo Mr. Ratômico.

Fonte: Autor

### 3.3 Comunicação dos resultados em revistas e encontros de educação

Durante o período da pesquisa realizamos um levantamento teórico e, também, demos os primeiros passos para a produção do nosso objeto de estudo. Esse período permitiu que pudéssemos contribuir com os nossos resultados, comunicando-os sob a forma de trabalhos acadêmicos.

Como resultado, fora publicado três trabalhos em eventos da área do ensino de Química.

O primeiro, intitulado de ‘Mr. Ratômico - Uma proposta de jogo digital utilizado no ensino de conceitos químicos’, foi apresentado no eixo temático “Tecnologias de informação e comunicação em educação” no VIII Encontro Ibero-americano de Educação (8º EIDE), realizado na Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

Apresentamos também o trabalho intitulado de ‘O processo de criação de jogos digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências: O que devemos considerar?’, na forma de pôster, durante o XII Evento de Educação em Química, no Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara.

Por fim, submetemos o trabalho ‘Game design na produção de jogos digitais para o ensino de Química’ e este foi aceito para Seção Dirigida no IV Simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa e apresentado no final de novembro de 2014.

Um quarto trabalho, intitulado ‘As dimensões envolvidas na criação do jogo digital de Química Mr. Ratômico: Considerações lúdicas e educativas.’, submetido ao ‘SBGAMES 2014 - Simpósio brasileiro sobre o desenvolvimento de jogos e entretenimento digital.’, realizado na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, fora recusado por infringir uma das regras da submissão - *blind review*. Entretanto, os pareceristas o elogiaram e, mesmo sem a necessidade de prosseguir com a verificação do texto, emitiram os pareceres indicando possíveis correções para a melhoria do mesmo. Desta forma, este trabalho será reformulado para que seja apresentado na forma de artigo em um periódico brasileiro, especializado no ensino mediado pelos jogos digitais ou em outra revista do gênero.

## 4 Discussões

### 4.1 Em relação ao Teste Piloto do jogo Mr. Ratômico

#### 4.1.1 Jogadores

Participaram do teste piloto desta pesquisa cerca de 49 estudantes que aceitaram o pedido, a partir do convite via e-mail enviado para contatos de escolas de Araraquara e Região. Entretanto, constatamos que a mensagem foi repassada para outros estudantes, inclusive fora do município citado. Tivemos a participação de respondentes das cidades de Bauru, São Paulo e Joinville, como percebemos na Tabela 17. Por ser anônima a pesquisa, não conseguimos identificar os participantes, o que nos resta acreditar na idoneidade dos respondentes, ou seja, que os mesmos, se encaixam no nosso perfil desejado ‘*jogadores*’, requerido para responder ao questionário<sup>1</sup> nesta pesquisa.

Os dados<sup>2</sup>, analisados a partir da estatística descritiva, foram resumidos na Tabela 25. Apresentamos nessa tabela as variáveis de tendência central, como a média, a mediana e moda. Também falamos sobre os valores máximos e mínimos, o primeiro e terceiro quartil, assim como a tendência das respostas (polaridade). Esses dados são demonstrados também no gráfico<sup>3</sup> da Figura 72, do Anexo D.1.

Quase todas as afirmações tiveram respostas que tendiam a concordar com as afirmações presentes no questionário. A média das respostas ficou entre 3.275 (valor mínimo) e 4.353 (valor máximo), ou seja, as respostas estavam variando entre ‘Indiferente’ e ‘Concordo’, de acordo com nossa escala *Likert* (variando de 1 a 5).

Usando como base os valores da mediana, temos apenas um valor menor do que 4, que de acordo com nossa escala significa ‘Concordo’ com a afirmação. O valor 3 foi o resultado da mediana dos valores obtidos da seguinte afirmação:

- *‘h) Em alguns momentos achei que alguma informação presente no jogo poderia ser abordadas de outra forma ou com outros recursos.’*

Isso demonstra que os jogadores pesquisados tiveram dificuldades em estabelecer um ponto de vista sobre essa questão da maneira como a informação é apresentada no jogo. A questão da forma como a informação é apresentada nele também aparece nas

<sup>1</sup> Anexo A.1

<sup>2</sup> Em relação aos dados das respostas dos jogadores ao questionário do Anexo A.1.

<sup>3</sup> *Boxplot*, padrão gráfico que representa os valores máximos, mínimos, a mediana, o primeiro e o terceiro quartil em uma distribuição de dados.

Afirmações Anexo A.1	min	max	Média $\bar{x}$	Q <sub>1</sub>	Mediana $\mu_{\frac{1}{2}}$	Q <sub>3</sub>	Moda Mo	Polaridade <sup>1</sup>
a	1	5	3.725	3	4	5	5	+
b	1	5	4.216	4	5	5	5	+
c	1	5	4.255	4	5	5	5	+
d	1	5	4.059	4	4	5	5	+
e	1	5	3.49	2	4	5	5	+
f	1	5	4.196	4	5	5	5	+
g	1	5	3.98	3	4	5	5	+
h	1	5	3.275	2	3	4.5	5	0
i	1	5	4.353	4	5	5	5	+
j	1	5	3.784	3	4	5	5	+
k	1	5	3.843	3	4	5	5	+
l	1	5	3.667	3	4	5	5	+
m	1	5	4.118	3	4	5	5	+

<sup>1</sup> Polaridade (+) tendendo a concordar com a afirmação, Polaridade (-) tendendo a discordar com a afirmação.

Tabela 25 – Questionário ‘Jogadores’ Anexo A.1 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central)

Fonte: Autor

sugestões dadas pelos respondentes quando fora solicitado que os mesmos propusessem soluções para os principais problemas encontrados no momento da análise do jogo.

Quando questionados a responderem sobre os prováveis *erros* encontrados no jogo, 24 participantes colaboraram nessa questão. A maioria não percebeu erros na jogabilidade mas, no entanto, um dos pesquisados questionou o modo como os objetivos fora apresentado dentro do jogo. De acordo com ele, seria mais coerente escrever ‘não seja pego pelos vilões’ do que da forma como esta escrito ‘ser visto pelos vilões’, afirma o respondente desta questão. Outro pesquisado atentou para um erro de grafia, localizado em uma das pistas da primeira fase do jogo.

O controle do som (ativar e pausar música) e o erro de grafia de uma das pistas na primeira fase foram corrigidos. O texto explicando o objetivo do jogo esta sofrendo alterações para que fique mais claro a sua proposição. Afinal, o objetivo é um dos elementos essenciais à constituição dos jogos, como vimos anteriormente na literatura e também na nossa definição de jogo. A pista repetida foi excluída e em seu lugar outra diferente das anteriores foi adicionada (conforme um dos pesquisados atentou).

De um modo geral, os pesquisados perceberam poucos erros<sup>4</sup>, que na maioria eram textuais. É provável que, quando analisado pelos *game designers*, esses apareçam em maior número, uma vez que nosso objeto de estudo será analisado por profissionais que possuem experiência na detecção de erros que na maioria das vezes passam despercebidos pelos olhos dos jogadores (ao menos em um primeiro contato).

<sup>4</sup> Seja ele no *design* do jogo, programação ou de informação.

Em relação às possíveis *modificações* para o jogo, obtivemos 25 respondentes para esse item. Dentre elas, destacamos uma maior interação com as anotações dos laboratórios (as pistas) e outros objetos (caixas, grades, personagens, etc...), adição de gratificações; no intuito de estimular a leitura das mesmas, e, também, uma maior contextualização do ambiente do jogo com os assuntos correlatos à fase. Outro ponto salientado por um dos pesquisados refere-se a mecânica. Uma maior interação com os obstáculos, o que reflete também nos níveis de dificuldade do jogo, fora relatado.

Creemos aqui que a palavra ‘interação’, presente em muitas das falas dos pesquisados, tem o sentido de ‘responsividade’. Interagir requer uma ação responsiva entre objeto do jogo/jogador que, neste caso, limita-se à ações de movimentação, colisão e execução. Podemos movimentar as caixas pelos laboratórios, colidir com as paredes e objetos estáticos e, também, visualizar os resultados e conteúdos presentes nas pistas (anotações e *smartphones*), uma vez que interagimos com esses objetos. Desta forma, quando observamos os relatos dos pesquisados se referindo à interação, procuramos entendê-los nesse contexto.

Os enunciados dos pesquisados nos mostrou que o jogo ainda carece de melhorias na mecânica e nos conteúdos (no que diz respeito ao modo que foram apresentadas). Todavia, essas sugestões não foram implementadas (devido à dificuldades técnicas) para a coleta das informações junto aos especialistas em jogos (*game designers*), que analisarão também o nosso objeto de estudo.

Quando solicitamos propostas de *implementações* para o jogo, 29 respondentes colaboraram. Mais uma vez percebemos que os pesquisados deram uma grande atenção aos elementos da mecânica do jogo. Maior interatividade com os objetos do cenário (movimentar as caixas, abrir as portas das celas onde se encontram presos os ratinhos cobaias, etc.), contextualização e falta de informações perfizeram a maioria das propostas. Outro ponto levantando foi o da descrição dos personagens. Isso tem muito a ver com a história, que aparentemente não ficou clara da forma com que foi contada no jogo (apenas no menu inicial, no formato de uma figura com os escritos no fundo).

Quando questionados a responderem o que *eliminariam* no jogo, os pesquisados pouco disseram. O que mais se sobressaiu foi a questão das informações longas na tela (grande quantidade de textos para serem lidos), perfazendo um total de 19 respostas para esse item.

Na íntegra, todos os dados obtidos sobre esses questionamentos estão presentes nas Tabelas 19, 20, 21 e 22.

### 4.1.2 Professores

Participaram do teste piloto<sup>5</sup> desta pesquisa cerca de 6 professores de Química e/ou Ciências que aceitaram o pedido, a partir de convite via e-mail enviado para contatos de professores e ex-alunos do Instituto de Química da UNESP de Araraquara e, também, professores do EM das escolas deste mesmo município. Por ser anônima a pesquisa, não conseguimos identificar os participantes, o que nos resta acreditar na idoneidade dos respondentes, ou seja, que os mesmos, se encaixam no nosso perfil desejado ‘*professores de Química e/ou Ciências*’, requerido para responder ao questionário direcionado à professores nesta pesquisa.

Os dados<sup>6</sup>, analisados a partir da estatística descritiva, foram resumidos na Tabela 26. Apresentamos nessa tabela as variáveis de tendência central, como a média, a mediana e moda. Também falamos sobre os valores máximos e mínimos, o primeiro e terceiro quartil, assim como a tendência das respostas (polaridade). Esses dados são demonstrados também no gráfico<sup>7</sup> da Figura 73, do Anexo D.2.

Todas as afirmações tiveram respostas que tendiam a concordar com as afirmações presentes no questionário. A média das respostas ficou entre 3.667 (valor mínimo) e 4.833 (valor máximo), ou seja, as respostas estavam variando entre ‘Indiferente’ e ‘Concordo plenamente’, de acordo com nossa escala *Likert* (variando de 1 a 5).

Usando como base os valores da mediana, temos que a maioria das respostas tiveram valor igual ou superior a 4, que de acordo com nossa escala significa ‘Concordo’ e ‘Concordo plenamente’ com a afirmação (polaridade positiva).

Do total de pesquisados na categoria de professores de Química e/ou Ciências, (33%) alegaram ter encontrado algum tipo de *erro* de revisão. Posteriormente constatamos que algumas figuras estavam com a grafia errada e/ou informações conflitantes. As alterações foram realizadas para que, no momento da coleta oficial dos dados (junto aos especialistas), estes erros não prejudiquem os resultados.

Os professores pesquisados no teste piloto do jogo sugeriram a adição de informações mais curtas; por exemplo nas pistas, uma maior quantidade de fases e integração entre os objetivos do jogo e a teoria (o que também foi levantado por um dos pesquisados na categoria dos jogadores). Ouve também uma sugestão que se refere diretamente à exploração do espaço do jogo. Neste caso, o pesquisado atentou para o fato de que o personagem principal não era, inicialmente, percebido por ele. O seu contraste era pequeno em relação aos outros elementos presentes ali (na fase do jogo). Sugestões a respeito do ensino de Química, ou até mesmo relacionado ao ensino dos ‘modelos atômicos’, não apareceram

<sup>5</sup> No período de 26 de Agosto a 23 de Outubro 2014

<sup>6</sup> Em relação aos dados das respostas dos professores ao questionário do Anexo A.2.

<sup>7</sup> *Boxplot*, padrão gráfico que representa os valores máximos, mínimos, a mediana, o primeiro e o terceiro quartil em uma distribuição de dados.

Afirmações Anexo A.2	min	max	Média $\bar{x}$	Q <sub>1</sub>	Mediana $\mu_{\frac{1}{2}}$	Q <sub>3</sub>	Moda Mo	Polaridade <sup>1</sup>
a	4	5	4.333	4	4	4.750	4	+
b	3	5	4.333	5	4.5	5	5	+
c	3	5	4.333	4	4.5	5	5	+
d	3	5	4.333	3.5	5	5	5	+
e	4	5	4.833	5	5	5	5	+
f	4	5	4.833	5	5	5	5	+
g	3	5	4.333	4	4.5	5	5	+
h	3	5	4.333	3.5	5	5	5	+
i	3	5	4.333	4	4.4	5	5	+
j	4	5	4.833	5	5	5	5	+
k	4	5	4.333	4	4	4.750	4	+
l	4	5	4.667	4.250	5	5	5	+
m	4	5	4.667	4.250	5	5	5	+
n	3	5	4	4	4	4	4	+
o	2	5	4	4	4	4.75	4	+
p	2	5	3.667	3.250	4	4	4	+
q	2	5	3.833	3.250	4	4.750	4 e 5	+
r	4	5	4.667	4.250	5	5	5	+
s	4	5	4.833	5	5	5	5	+
t	4	5	4.667	4.250	5	5	5	+
u	3	5	4.50	4.25	5	5	5	+
v	4	5	4.667	4.250	5	5	5	+
w	4	5	4.833	5	5	5	5	+
x	4	5	4.5	4	4.5	5	4 e 5	+

<sup>1</sup> Polaridade (+) tendendo a concordar com a afirmação, Polaridade (-) tendendo a discordar com a afirmação.

Tabela 26 – Questionário ‘Professores’ Anexo A.2 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central)

Fonte: Autor

nesse espaço. Isso sugere a dificuldade de se construir situações de ensino de Química dentro dos jogos digitais por parte dos pesquisados ou a quantidade de respostas fora insuficiente para que obtivéssemos outros relatos pertinentes a esses itens (Anexo A.2).

Notamos uma baixa participação dos professores, tanto em números (apenas 6), quanto em contribuições dissertativas, apesar da grande quantidade de convites enviados solicitando a participação dos membros dessa população, tão importante para nosso estudo.



## 4.2 Em relação a avaliação do jogo Mr. Ratômico pelos especialistas

### 4.2.1 Game Designers

Participaram desta pesquisa<sup>8</sup> cerca de 25 *game designers* que aceitaram o pedido, a partir do convite via e-mail enviado para os contatos do ‘I Censo Brasileiro da Indústria dos Jogos Digitais’<sup>9</sup>. Também enviamos o convite para empresas especializadas em jogos da região de Bauru/SP e São Carlos/SP. Por ser anônima a pesquisa, não conseguimos identificar os participantes, o que nos resta acreditar na idoneidade dos respondentes, ou seja, que os mesmos, se encaixam no nosso perfil desejado ‘*game designers*’, requerido para responder ao questionário<sup>10</sup> nesta pesquisa.

Os dados<sup>11</sup>, analisados a partir da estatística descritiva, foram resumidos na Tabela 27. Apresentamos nessa tabela as variáveis de tendência central, como a média, a mediana e moda. Também falamos sobre os valores máximos e mínimos, o primeiro e terceiro quartil, assim como a tendência das respostas (polaridade). Esses dados são demonstrados também no gráfico<sup>12</sup> da Figura 74, do Anexo D.3.

<b>Afirmações Anexo A.3</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>Média</b> $\bar{x}$	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Mediana</b> $\mu_{\frac{1}{2}}$	<b>Q<sub>3</sub></b>	<b>Moda</b> Mo	<b>Polaridade<sup>1</sup></b>
a	1.00	4.00	1.96	1.00	2.00	2.00	1	-
b	1	5	3	2	3	4	4	0
c	1.00	5.00	2.52	2.00	2.00	3.00	2	-
d	1.00	4.00	2.32	2.00	2.00	3.00	3	-
e	1.00	4.00	2.72	2.00	3.00	4.00	4	0
f	1.00	5.00	3.92	3.00	5.00	5.00	5	+
g	1.00	5.00	2.92	2.00	3.00	4.00	3	0
h	1.0	5.0	4.4	4.0	5.0	5.0	5	+
i	3.0	5.0	4.8	5.0	5.0	5.0	5	+
j	1.00	5.00	2.08	1.00	1.00	3.00	1	-
k	1.0	5.0	2.8	2.0	3.0	4.0	3	0
l	1.0	5.0	2.2	1.0	2.0	3.0	1	-
m	1.00	5.00	2.72	2.00	3.00	3.00	2	0

<sup>1</sup> Polaridade (+) tendendo a concordar com a afirmação, Polaridade (-) tendendo a discordar com a afirmação.

Tabela 27 – Questionário ‘Game Designers’ Anexo A.3 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central)

Fonte: Autor

<sup>8</sup> No período de 06 Janeiro a 14 Janeiro de 2015

<sup>9</sup> Disponível em: <http://goo.gl/ACuhDY>

<sup>10</sup> Anexo A.3

<sup>11</sup> Em relação aos dados das respostas dos *game designers* ao questionário do Anexo A.3.

<sup>12</sup> *Boxplot*, padrão gráfico que representa os valores máximos, mínimos, a mediana, o primeiro e o terceiro quartil em uma distribuição de dados.

A média das respostas ficou entre 1.96 (valor mínimo) e 4.8 (valor máximo), ou seja, as respostas estavam variando entre ‘Discordo’ e ‘Concordo plenamente’, de acordo com nossa escala *Likert* (variando de 1 a 5).

Usando como base os valores da mediana, temos que cerca de mais de (38%) desses valores estão variando entre ‘Discordo’ e ‘Discordo plenamente’, ou seja, valores entre 2 e 1. Essa porcentagem de respondentes discordou das seguintes afirmações:

- ‘a) *Eu jogaria voluntariamente o game Mr. Ratômico, mesmo que ele não fosse indicado na escola ou em alguma atividade vinculada ao ensino;*’
- ‘c) *Os objetivos do jogo estão claro;*’
- ‘d) *Eu me diverti jogando o game Mr. Ratômico;*’
- ‘j) *Os elementos estéticos do jogo fazem com que ele fique mais divertido;*’
- ‘l) *Os elementos narrativos da história do jogo fariam falta na jogabilidade do game Mr. Ratômico.*’

Ainda, utilizando o valor da mediana para prever a tendência das respostas, em igual porcentagem (38%) de respostas às afirmações possuem o valor 3, ou seja, de acordo com nossa escala, são ‘Indiferentes’ às afirmações presente no questionário, dispostas a seguir:

- ‘b) *As regras do jogo estão claras;*’
- ‘e) *Houve momentos conflitantes e tensos no jogo;*’
- ‘g) *Achei o jogo interativo;*’
- ‘k) *Eu li e entendi a história do game Mr. Ratômico;*’
- ‘m) *Os elementos multimídias (áudio, vídeo, imagens e figuras) foram suficientes para a apresentação do jogo.*’

As outras respostas, que tendiam a ‘Concordar’ ou ‘Concordar plenamente’ com as afirmações, perfizeram um total de menos do que (24%), levando-se também em consideração os valores da mediana, calculados para esses dados. As afirmações que os *game designers* mais concordaram foram:

- ‘f) *Percebi que há uma condição de vitória no jogo, ou seja, que é possível chegar até o final e ganhar;*’

- ‘h) Em alguns momentos achei que alguma informação presente no jogo poderia ser abordadas de outra forma ou com outros recursos;’
- ‘i) O jogo é facilmente acessado via rede ou pela Internet.’

Quando questionados a relatar os principais **erros** encontrados no jogo analisado, 13 *game designers* colaboraram com esse tipo de informação. Os maiores problemas apareceram sob a categoria da interatividade (problemas na física do jogo), da manipulação da informação (quebra da dinâmica do jogo com excesso de leitura) e também no que se refere a estética (gráficos confusos e erros no *design* da interface do jogador). Os principais problemas encontrados pelos pesquisados estão resumidos na Figura 61.

Em relação às possíveis **modificações** para o jogo, obtivemos 21 respondentes para esse item. Dentre elas, destacamos modificações no que se refere a narração e história do jogo (integração da história do jogo com a jogabilidade), na interatividade (modificações dos controles do jogador - mouse e setas), manipulação da informação (menos informações escritas), estética (mudanças na identidade visual do jogo e no contraste do personagem com o ambiente), tecnologias multimídia (o áudio prejudicando a jogabilidade) e na definição dos objetivos do jogo (deixar mais clara as intenções dele). As principais ideias estão resumidas na Figura 62.

Quando solicitamos propostas de **implementações** para o jogo, obtivemos 13 respondentes. Destacamos nesse item alguns comentários dos pesquisados, que se concentraram nas áreas da interatividade (integrando a mecânica com os conhecimentos, melhorando o *gameplay* e a integração da história com os conhecimentos abordados no jogo), a manipulação da informação (mais uma vez a questão da quantidade excessiva de textos no jogo), estética (melhoria do visual do jogo), tecnologias multimídia (acabamentos artísticos com maior qualidade), conflitos e tensão (fases com obstáculos e *puzzles* no intuito de gerar mais situações desafiadoras e conflitantes) e objetivos (maior clareza dos objetivos do jogo). As principais ideias sobre os prováveis acréscimos ao jogo estão resumidas na Figura 63.

Quando questionados a responderem o que **eliminariam** no jogo, tivemos a colaboração de 17 pesquisados. Podemos destacar algumas ideias dos respondentes no que se refere a interatividade (áreas do jogo sem utilidade e documentos extensos para serem lidos), manipulação da informação (textos longos seriam removidos e substituídos por outras formas de comunicar uma ideia), estética (poluição visual e gráficos com baixa definição ou pouco acabamento), tecnologia multimídia (a trilha sonora e o áudio, que não estão profissionais) e, por fim, a tensão (não excluir os obstáculos que o jogador não consegue inicialmente passar, com a finalidade de não gerar um sentimento de baixo desafio). As principais ideias sobre esse item estão resumidas na Figura 64.

Na íntegra, todos os dados<sup>13</sup> obtidos sobre esses questionamentos estão presentes no Anexo E.1, no final deste trabalho.

#### 4.2.2 Professores

Participaram desta etapa da pesquisa<sup>14</sup> 10 professores de Química e/ou Ciências que aceitaram o pedido, a partir de convite via e-mail enviado para contatos de professores e ex-alunos do Instituto de Química da UNESP de Araraquara (que hoje lecionam Química no EM), para professores do EM de escolas do município de Bauru/SP e também para o grupo de professores do PIBID/Unifram de Franca/SP. Por ser anônima a pesquisa, não conseguimos identificar os participantes, o que nos resta acreditar na idoneidade dos respondentes, ou seja, que os mesmos, se encaixam no nosso perfil desejado ‘*Professores de Química e/ou Ciências*’, requerido para responder ao questionário direcionado à professores nesta pesquisa.

Os dados<sup>15</sup>, analisados a partir da estatística descritiva, foram resumidos na Tabela 28. Apresentamos nessa tabela as variáveis de tendência central, como a média, a mediana e moda. Também falamos sobre os valores máximos e mínimos, o primeiro e terceiro quartil, assim como a tendência das respostas (polaridade). Esses dados são demonstrados também no gráfico<sup>16</sup> da Figura 75, do Anexo D.4.

Usando como base os valores da mediana, temos que a maioria das respostas tiveram valor igual ou superior a 4, que de acordo com nossa escala significa ‘Concordo’ e ‘Concordo plenamente’ com a afirmação. A maioria das respostas ao questionário tendiam a concordar com as afirmações presentes (cerca de 79% delas). Um pouco menos que (21%) tendiam a ser ‘Indiferente’ às afirmações. A média das respostas ficou entre 3 (valor mínimo) e 4.3 (valor máximo), ou seja, as respostas estavam variando entre ‘Indiferente’ e ‘Concordo’, de acordo com nossa escala *Likert* (variando de 1 a 5).

As afirmações que obtiveram o valor da mediana 3, ou seja, ‘Indiferente’, estão apresentadas logo abaixo:

- ‘c) *As ilustrações científicas são apresentadas de modo que mantenham as proporções entre os objetos;*’
- ‘d) *O jogo está isento de erros de revisão;*’
- ‘h) *O jogo estimula o diálogo entre outros conhecimentos;*’

<sup>13</sup> Dados dissertados pelos participantes da pesquisa

<sup>14</sup> No período de 06 Janeiro a 14 Janeiro de 2015

<sup>15</sup> Em relação aos dados das respostas dos professores ao questionário do Anexo A.4.

<sup>16</sup> *Boxplot*, padrão gráfico que representa os valores máximos, mínimos, a mediana, o primeiro e o terceiro quartil em uma distribuição de dados.

- ‘p) O jogo apresenta a Química como uma disciplina preocupada com a dimensão ambiental e social;’
- ‘q) O jogo evita o discurso maniqueísta da Química.’

Afirmações Anexo A.4	min	max	Média $\bar{x}$	Q <sub>1</sub>	Mediana $\mu_{\frac{1}{2}}$	Q <sub>3</sub>	Moda Mo	Polaridade <sup>1</sup>
a	2	5	4.3	4.0	4.5	5.0	5	+
b	2	5	3.90	4.00	4.00	4.75	4	+
c	2	5	3.30	2.25	3.00	4.00	3	0
d	1	5	3.00	2.25	3.00	4.00	4	0
e	1	5	3.4	2.5	4.0	4.0	4	+
f	3	5	3.90	3.25	4.00	4.00	4	+
g	3	5	4	4	4	4	4	+
h	1	5	3.40	2.25	3.50	4.75	5	0
i	2	5	3.9	3.0	4.5	5.0	5	+
j	2	5	3.9	4.0	4.0	4.0	4	+
k	3	5	4.10	4.00	4.00	4.75	4	+
l	3	5	4.1	4.0	4.0	4.0	4	+
m	3	5	4.1	4.0	4.0	4.0	4	+
n	2	5	3.6	3.0	4.0	4.0	4	+
o	2	5	3.90	3.25	4.00	5.00	5	+
p	2	5	3.60	3.00	3.50	4.75	5	0
q	2	5	3.4	3.0	3.0	4.0	3	0
r	1	5	3.70	3.25	4.00	4.00	4	+
s	2	5	3.90	3.25	4.00	4.75	4	+
t	3	5	4.1	4.0	4.0	4.0	4	+
u	3	5	4	4	4	4	4	+
v	2	5	4.1	4.0	4.0	5.0	5	+
w	3	5	4	4	4	4	4	+
x	3	5	4.10	3.25	4.00	5.0	5	+

<sup>1</sup> Polaridade (+) tendendo a concordar com a afirmação, Polaridade (-) tendendo a discordar com a afirmação.

Tabela 28 – Questionário ‘Professores’ Anexo A.4 - Estatística Descritiva (Medidas de tendência central)

Fonte: Autor

Quando questionados a proporem *modificações* no jogo, obtivemos 8 respondentes. As contribuições vieram desde mudanças na história do jogo (para não passar uma ‘mensagem negativa dos químicos’), nas apresentações das informações (em outros formatos, senão os escritos), melhoria na jogabilidade (mais instruções de como jogar), apresentação clara dos elementos do jogo (personagens, objetos, o que eles fazem, o que não podem fazer, etc.), reduzir o distanciamento da teoria com o jogo (no *gameplay* aparentemente os conteúdos de química só são apresentados pontualmente e só na forma de pistas), objetivos e regras claras (tanto do modo como operar o jogo quanto as pretensões

didático-pedagógicas do mesmo), a inserção de desafios (deixando incógnitas para o aluno pesquisar e também não reduzir o nível de dificuldade do jogo, excluindo os objetos que causam danos), e, por fim, melhorias na questão gráfica (aparentemente rudimentar).

Quando solicitamos propostas de *implementações* para o jogo, obtivemos 6 respondentes. O que eles mais destacaram foram informações de jogabilidade do jogo ('há apenas informações dos conteúdos de Química mas, no entanto, não é explicado como se jogar o jogo'), adição de gráficos mais realistas ou com qualidade mais elevada (eles são simplistas), melhoria na forma de como adquirir e processar as informações (entre cada fase haver questões do conteúdo químico abordado no jogo e também que essas informações possam estar em outros formatos, não só figuras), adição de *puzzles* (que tenham relação com o conteúdo), tutorial (ensinando ao jogador a jogar), interação com os objetos do jogo (dando sentido a eles), mais desafios (incógnitas de Química) e uma maior criticidade da informação (permitir que o aluno/jogador reflita sobre o que está lendo).

Quando questionados a responderem o que *eliminariam* no jogo, tivemos a colaboração de 3 pesquisados que indicaram problemas no som (o que poderia atrapalhar o jogador), objetos sem sentido (as caixas, por exemplo) e o Químico (para não deixar a ideia de que ele é mau e pretende prejudicar o personagem da história).

As principais ideias dos professores pesquisados estão resumidas na Figura 71. Na íntegra, todos os dados obtidos sobre esses questionamentos estão presentes no Anexo E.2, no final deste trabalho.

### 4.3 *Game design* para os jogos digitais educativos de Química

#### Uma análise pelo estudo da produção do jogo Mr. Ratômico

Construir jogos digitais educativos para o ensino de conceitos químicos pareceu-nos uma tarefa simples em um primeiro momento mas, no entanto, não foi o que posteriormente a nossa pesquisa revelou.

Essa talvez seja a ideia por trás de todos que almejam construir jogos e, em um primeiro momento, optam pela construção dos jogos educativos, uma vez que os objetivos didáticos do jogo aparentemente servem como guia para o *design* do mesmo. O problema é que as vezes nem os conteúdos escolares e nem o *game design* são dominados pelos aspirantes, e essa conexão não se dá pela simples soma dos elementos dessas duas dimensões isoladas. Há sim, pelo que percebemos até agora na pesquisa, uma interconexão, uma simbiose necessária entre o lúdico e o educativo, em que não sabemos ao certo onde começa uma e termina a outra.

Diante dos nossos resultados (tanto quantitativos quanto qualitativos), obtidos a partir dos questionários analisados pelas duas populações estudadas (consequentemente as

duas dimensões: lúdica e educativa), percebemos o quão distante do ideal estávamos. Por ‘ideal<sup>17</sup>’, na frase anterior, nos referimos às expectativas pessoais do pesquisador frente à análise feita pelos especialistas consultados neste trabalho. Pensando apenas na análise desses respondentes, sem o estudo aprofundado de outras áreas (por exemplo a das artes, da narratologia ou da ludologia), conseguimos depreender alguns resultados pontuais do *game design* para jogos educativos, ainda que nem todas as especificidades dos jogos digitais e nem dos aspectos didático-pedagógicos estarem esgotadas nesta pesquisa.

A ideia era de se criar um ‘bom jogo’, presumindo que os elementos pesquisados de alguma forma estavam presentes nele, já que foram pensados no processo da criação (Figura 31 e 32). Sobre os ‘bons jogos’ Gee (2005) disserta também sobre os ‘bons princípios de aprendizagem’ associados a eles e, segundo o autor, esses sempre apresentam alguns componentes que os fazem ‘bons’. Mas ter presente uma característica ou outra não é garantia de sucesso para um jogo. Entendemos a subjetividade desse paralelo traçado por Gee, uma vez que não é completamente definido o significado de ‘bom jogo’ pelo autor. Na medida que entendemos o estado de *flow*, teoria de Csikszentmihalyi (1990), e mais especificamente *gameflow*, percebemos que esses argumentos tornam-se ainda mais fracos ao passo que esse ‘sentimento de profundo prazer e introspecção’ é interpretado por cada jogador de maneira única. O ‘fluxo’ pode estar bem próximo de uma atividade estressante para um e, ao mesmo tempo, esse limiar é inferior para outro, tornando esse jogo empolgante em um caso e frustrante em outro. Como exemplo, olhando para os dados provenientes da análise do nosso objeto de estudo, verificamos que alguns dos dezesseis princípios de aprendizagem, identificados por Gee, também estão presentes nele. Seja pelo que se refere a ‘interação’, ‘riscos’ e ‘problemas ordenados’, características mencionadas em seu trabalho, em uma análise geral percebemos que o jogo não atingiu todas as expectativas almejadas (balanceamento entre o lúdico e o educativo). Esses princípios podem até ser assumidos como uma forma de ‘*check up*’ no processo de criação do jogo mas não é garantia de que este tornar-se-á ‘um bom jogo’, citando Gee novamente.

Quase todos os elementos dos jogos, considerados neste trabalho, pareceu-nos suficientes para discutir a análise feita pelos *game designers*<sup>18</sup> respondentes. Algumas ressalvas vão para o *gameplay*, a mecânica, a física (por exemplo, as colisões entre objetos, cenário, etc.), o delineamento dos personagens (e também do personagem principal do jogo), os elementos *puzzles* e a questão do tutorial para os jogadores. Esses aspectos não foram pensados ou fazem parte de um conjunto maior (exemplo a questão da física, encarada como um elemento importante para a interatividade do personagem com o ambiente nesse jogo).

<sup>17</sup> O desejável seria que o jogo conseguisse alinhar, de forma equilibrada, os aspectos lúdicos e educativos, obtendo, dessa forma, valores mais positivos em relação à análise dos dois questionários destinados aos professores e *game designers*.

<sup>18</sup> Que em sua maioria já desenvolveu jogos digitais educativos e trabalham a mais de um ano nesse mercado.

O mesmo ocorreu com os resultados obtidos a partir dos professores<sup>19</sup>, que analisaram os elementos didático-pedagógicos no jogo. Entretanto, os pesquisados nessa categoria pouco contribuíram com as questões que se referiam à alterações, inclusões e exclusões de recursos do nosso objeto de estudo. A maioria das contribuições vieram da área do *game design* puro, já analisadas anteriormente pelos profissionais designados para esse fim. Como exemplo temos a discussão feita pelos professores em relação às tecnologias multimídias, o *game play*, ou até mesmo sobre a história e a narração do jogo.

Em relação a história do jogo, apesar dos esforços para a criação de uma narrativa imersiva, percebemos que muitos questionamentos vieram desse item, partindo dos pesquisados de ambas as categorias analisadas nesta pesquisa. Percebemos que não é apenas a construção do roteiro ou a criação dos personagens que garantirão uma boa história. Investir na narração chegou a ser uma das ‘implementações’ sugeridas por um dos *game designers* pesquisados. Segundo esse respondente, ‘*A narrativa está muito boa, acho que investir numa narração além da de balões seria interessante, por exemplo no canto inferior ...*’. A forma como a história foi transmitida não contribuiu muito com o entendimento da mesma. Esse dado foi confirmado também pela análise da afirmação ‘*l) Os elementos narrativos da história do jogo fariam falta na jogabilidade do game Mr. Ratômico.*’, que na média recebeu uma pontuação variando entre 2 e 1, de acordo com a escala de autorrelato (do tipo *Likert*, variando de 1 a 5), utilizada no questionário. Esse valor alude a discordância dos pesquisados por essa afirmação, um dos elementos da nossa categoria de análise.

Resumindo, a história parece não ter tido importância dentro do jogo ou a sua contextualização não ocorreu, o que também foi percebido por alguns pesquisados. Segundo um dos respondentes, ‘*Os elementos de conteúdo em um game educativo devem ser inseridos de uma forma bastante contextualizada ...*’ e outro afirmou que ‘*A jogabilidade não tem relação com o resultado que se pretende, criando uma disparidade entre o assunto abordado e o jogo em si.*’. No primeiro caso, o respondente salienta a importância da contextualização (jogo/conteúdo), mas, no entanto, pouco sabemos como isso ocorre. Uma tentativa, neste trabalho, foi feita com a inserção de certos conteúdos em um mesmo momento do jogo, que trata um assunto correlato. Dessa forma, quando trabalhamos as primeiras ideias do átomo, essas informações estão sempre presentes na mesma fase. No segundo caso, em função da história não estar tão bem contextualizada, a relação (jogabilidade/jogo/conteúdo) também nos pareceu insípida. Melhores investimentos na narração e história do jogo talvez tivesse ajudado na contextualização/conteúdo do jogo.

Outro problema, bastante recorrente no jogo, se refere a questão da informação. Os respondentes de ambas as categorias reclamaram do excesso de textos dentro dele. Al-

<sup>19</sup> Que em sua maioria trabalham a menos de cinco anos na área da educação, já utilizaram jogos digitais em sala de aula, jogam pelo menos duas horas por semana e preferem jogos do gênero quebra-cabeça (*puzzles*).



gumas falas descrevem esse problema como ‘*O jogo poderia ser um pouco mais dinâmico (menos textos, mais interação) ...*’, ‘*Algumas fases apresentam várias pistas, a química pode ser um pouco abstrata para algumas pessoas e ao apresentar vários documentos com informações na mesma fase, você pode estar apagando da cabeça da pessoa algo que ela leu em outra dica a 10 segundos atrás.*’. Uma possível solução também ocorreu a partir da análise dos pesquisados. Na maior parte das contribuições, a ideia central está sintetizada em uma fala - ‘*Minha sugestão seria criar uma mecânica de jogo que os conceitos de química fossem aos poucos transmitidos e fossem parte essencial para a resolução das fases.*’. Essa integração entre *gameplay*/mecânica/conteúdos é recorrente na maioria dos relatos, sugerindo uma mudança na maneira como a informação é transmitida pelo jogo, deixando um pouco de lado os textos escritos e investindo em outras formas de comunicação.

Constatamos uma grande quantidade de critérios usados para avaliar os jogos digitais, mas quando a terminologia ‘educativo’ é inserida junto a esse nome, pouco se sabe no ‘como’ se guiar para o desenvolvimento de uma material com qualidade para o ensino. Uma espécie de *check list*, usada pelo educador, ou pelo *game designer*, no momento da criação de materiais com esse tipo de finalidade parece ser bem útil quando estamos desenvolvendo jogos educativos. Essa espécie de documento fora adaptada para esse jogo a partir do PNL D de Química e do PCN. Obviamente que a natureza dos dois objetos analisados em questão é bem diferente. O livro em papel possui limitações de ordem tecnológica, e suas informações são apresentadas na forma de textos, figuras e gráficos. Já os jogos digitais, apesar de também limitados pela tecnologia de seu tempo, possuem mais formas de se comunicar que vão além dos mencionados para os livros. A questão multimídia (sons, vídeos, imagens digitais), a possibilidade da comunicação via rede (interligando pessoas), são alguns exemplos usados para distinguir esses dois meios. A questão da atividade/passividade do leitor/jogador também é relevante nesse tipo de mídia. De acordo com McGonigal (2011), os jogadores não são apenas consumidores de informações. Eles também as criam dentro desse ambiente. Desse modo, em se tratando de jogos digitais educativos, e da qualidade da informação presente neles, vemos a importância do PNL D e do PCN nesse processo, atentando para as modificações que se adequem melhor a mídia dos meios digitais.

Mencionando novamente a pesquisadora Jane McGonigal, não podemos nos esquecer que seu trabalho revela (ou desvela), o perfil dos jogadores pelo mundo, assim como a ascensão deles a cada dia mais nesse mundo digital. Percebemos, a partir dos nossos dados obtidos pelo pré-teste do jogo, que há na população dos ‘jogadores’ jovens os que jogam mais do que 20 horas semanais. Esse número é relativamente significativo dentro do contexto e da população analisada. Uma grande maioria desses pesquisados também jogam pelo menos 10 horas nesse mesmo período analisado. Obviamente não podemos comparar o perfil dos jogadores norte americanos com os nossos pesquisados aqui do Brasil. Mas entendemos que esse aumento de horas/jogo, constatada por McGonigal, também

faz parte de uma tendência mundial, conforme ela mesma identifica no estudo de outras populações senão a dos jogadores de seu país.

Aproveitando esse ‘boom’ da ascensão do número de jogadores pelo mundo, e identificando que a população jovem, na grande maioria, faz parte dele, a aprendizagem baseada em jogos parece ser um meio promissor no intuito de atingir esses estudantes, que na maioria das vezes estão desinteressados pelos meios clássicos usados no ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares ao passo que estão acostumados com a ‘linguagem’ dos jogos digitais. A aprendizagem baseada em jogos digitais, uma subcategoria dessa metodologia de ensino, apregoa que é possível ensinar os conteúdos programáticos das escolas por meio dos jogos em computadores e/ou dispositivos digitais. Prensky (2001) defende essa ideia, e também acredita que o uso dessas tecnologias farão, a cada dia mais, parte do ensino escolar, seja ele no EM, nas universidades ou apenas se tratando de treinamentos em geral. Percebemos um grande surgimento de jogos digitais, utilizados para o ensino escolar. Entretanto, não percebemos uma grande quantidade de jogos, também com essa finalidade, para o ensino de conteúdos escolares da disciplina de Química. Em sua maioria são *softwares*, objetos de aprendizagem ou recursos multimídia e, uma grande porcentagem deles sequer estão na língua portuguesa. É interessante para o aluno ter o contato com outras línguas, principalmente a que é mais circulada nos meios acadêmicos e de divulgação de notícias, mas a aprendizagem pode ser prejudicada, principalmente nos anos iniciais do EM escolar, se os conteúdos não estão na língua materna do aluno. O jogo criado para essa pesquisa pensou nisso<sup>20</sup>, e todas informações presentes (na forma de pistas, menus, etc.) estão em língua portuguesa.

A utilização do jogos digitais no ensino parece creditar alguns benefícios para a aprendizagem dos conteúdos escolares.

Um desses benefícios é em relação a atenuação dos erros cometidos pelos estudantes (visto como algo positivo, e, de acordo com Davis, como ‘[...] resultado de uma postura de experimentação, na qual a criança levanta hipótese, planeja uma estratégia de ação e a põe à prova.’ (DAVIS; ESPÓSITO, 1990, p. 75)). A maioria dos jogos digitais<sup>21</sup> tentam também atenuar os erros dos jogadores, sem prejudicar a jogabilidade e o desafio. No jogo criado para esse trabalho, também tentamos atenuar os erros cometidos pelos jogadores, como por exemplo, não punindo-o com a volta para o início do jogo uma vez que ele colida com os personagens que querem capturá-lo. Outra atenuação de erro consistiu em eliminar alguns objetos que decrementavam o contador de vidas do jogador. Entretanto, esse recurso parece ter tido efeito contrário, e muitos dos pesquisados comentaram a respeito dessa

<sup>20</sup> Apesar do conceito de ‘localização’ ser viável na construção desse jogo e, no entanto, não implementado por conta de algumas dificuldades técnicas encontradas na programação via *framework Stencyl*, utilizado nesse projeto de jogo digital.

<sup>21</sup> Apesar de haver jogos que exploram exatamente o erro e a frustração do jogador, como o *Flappy Bird*, *Cat Mario* e o *Bit.Runner*, criando uma ambiente altamente estressante e desafiante, deixando certos jogadores no estado de ‘fluxo’, como dissemos anteriormente.

função, até mesmo identificando isso como um ‘erro’ no jogo. Muitos reclamaram que o jogo ficou sem o ‘desafio’, a partir do momento que ele não podia mais vencê-lo, já que a lógica do jogo eliminava o ‘problema’ para ele. Um respondente escreveu o que sintetiza o que dissemos: *‘Não sei se é necessário sumir com o obstaculo quando o jogador perde uma vida... entendo que é pra não "travar" o jogador, mas acho que assim o game perde também em desafio. Talvez isso pudesse ser opcional, ou acontecer na 3 ou 5 vez depois de um erro.’*

Outra importante contribuição dos jogos digitais é sobre sua influência na área da motivação dos estudantes. De acordo com Pozo (2002), a motivação é um elemento importante no ambiente escolar e, segundo ele, não é que os alunos estejam desmotivados mas, sim, que o foco e as atenções destes estão voltadas para outras direções. Para Gee (2005), esse é o principal problema que as escolas enfrentam, ou seja, ele se fez a pergunta ‘Como fazer alguém aprender algo difícil, longo e complexo, e ainda assim se divertir em um ambiente motivador?’. A utilização de uma metodologia de ensino, que faz uso dos jogos, já é um avanço nesse sentido. Para a teoria de Maslow (1943), a motivação mais importante é a intrínseca, que tem origem em fatores internos ao indivíduo, ligada aos seus interesses pessoais. Willingham (2011), sob o ponto das ciências cognitivas, defende uma organização e configuração mais apropriada para as informações vinculadas no meio escolar para que o cérebro (dos alunos) as aproveite melhor e com maior efetividade. McGonigal (2011) afirmou em seu trabalho; que possui uma visão positiva e não alienadora dos jogos, que estes estão ‘suprindo as reais necessidades dos indivíduos’. Visto o crescimento do número de jogadores ao redor do mundo, apontado por ela, percebemos o quão motivador é jogar os jogos digitais e o quão intrínseca é essa motivação gerada por eles. Aproveitar os jogos, mesmo que com o objetivo secundário de ensinar conteúdos escolares, é uma oportunidade para os educadores de nosso tempo, que possuem em suas salas de aula alunos de uma geração fluente em jogos digitais. Com o uso do nosso jogo, percebemos o quão difícil é motivar os jogadores. Pela análise dos nossos dados constatamos que o item ‘voluntariedade’, pesquisado na dimensão lúdica a partir da questão *‘(a) Eu jogaria voluntariamente o game Mr. Ratômico, mesmo que ele não fosse indicado na escola ou em alguma atividade vinculada ao ensino.’*, recebeu em média uma pontuação baixa (2.72). Esse resultado, de acordo com nossa escala *Likert*, esta entre as opções ‘Discordo (2)’ e ‘Indiferente (3)’. A ‘voluntariedade’ pode servir aqui como um indicador para a ‘motivação’ e, como percebemos, o jogo ainda necessita de ajustes para melhorar esse quesito.

Criar motivação e ainda assim transmitir conhecimento é desejável em aulas das mais diversas disciplinas, não só as de Ciências. A transposição didática, teoria de Chevallard (1991), difunde a ideia de que um saber oriundo das esferas acadêmica pode ser transformado em uma outra linguagem (ou formato) antes de ser vinculado ao ensino escolar. Não que o conhecimento seja outro, mas sim que este passou por uma ‘reinter-

pretação’, própria para o nível cognitivo dos estudantes (exemplo os do EM). Falar de um tema abstrato como o átomo desperta no professor a vontade de usar ‘analogias’, ‘comparações’ e ‘extrapolações’, no intuito de tornar esse conhecimento abstrato mais palpável para os alunos. Jogos digitais possuem meios para tornar essas transformações possíveis, ao menos recursos tecnológicos para isso. No jogo, analisado neste trabalho, não fora necessário grandes investimentos tecnológicos para construí-lo, uma vez que animações, *cut scenes* e *engines* complexas foram propositalmente suplantadas, já que esses conhecimentos são específicos e vão além das capacidades programação do pesquisador. A utilização de um *framework* de desenvolvimento de jogos colaborou com isso, mesmo que a sua utilização em alguns momentos fora limitada.

Diante de tudo que foi exposto até agora nessa discussão, podemos inferir que *design* de jogos digitais educativos para o ensino de Química e/ou Ciências não é uma tarefa tão trivial quanto parecia. Jogos de puro entretenimento já desafiam suficientemente os *game designers* e, conciliar as duas coisas (a dimensão lúdica e o didático-pedagógica) em um único objeto parece-nos uma atividade que requer cautela e paciência. Cautela para que a balança não penda para apenas um dos lados, suplantando o objetivo principal desse tipo de jogo. Paciência, no que se refere ao processo de construção, ou seja, todo o acabamento e o polimento do jogo, que deve ser percebido como uma unidade pelo jogador e um construto de duas partes (ou até mais) pelos *game designers*. Nem professores e nem *game designers* possuem uma fórmula para a criação dos jogos digitais educativos. Se isso fosse verdade, veríamos no mercado jogos educativos de sucesso competindo com jogos de puro entretenimento. Essa ainda não é a realidade que encaramos. Apesar de não possuírem a ‘fórmula’, um trabalho em equipe, em tese, resultaria em bons frutos. Obtivemos muitas contribuições na análise do jogo, em sua maioria vinda dos *game designers*, que indicaram caminhos, apontaram problemas, reconheceram pontos fortes e fracos. Parece ser esse mesmo o caminho para o desenvolvimento de jogos digitais educativos, ou seja, o trabalho em equipe.

## 5 Considerações Finais

### 5.1 Conclusão

Dentro do contexto desta pesquisa, ou seja, da análise do processo de criação de um jogo digital educativo de Química (nosso objeto de estudo) e, conseqüentemente, pela avaliação dos elementos considerados e analisados pelos especialistas, conseguimos depreender alguns resultados.

O *game design* para jogos educativos de Química e/ou Ciências exige um desafio extra para o profissional que almeja integrar essas duas áreas. A integração não se faz pela simples associação das partes, sem a consideração do contexto do jogo, da história, da mecânica, da física, dos elementos visuais e multimídia, dos aspectos pedagógicos, das informações (e a forma como elas são apresentadas) e da progressão do conhecimento, por exemplo. Sob a ótica dos pesquisados conseguimos confirmar/refutar algumas de nossas hipóteses desta pesquisa.

Nossa primeira hipótese, ‘*Os elementos do Game Design, elencados e utilizados no jogo Mr. Ratômico, serão identificados pelos participantes da pesquisa;*’, nos permitiu discutir dois pontos distintos:

Os professores pouco dissertaram em relação aos elementos jogo, principalmente no que se refere a dimensão analisada por eles (didático-pedagógica). Suas contribuições transitavam mais para a área do *game design* (sugestões para a jogabilidade, recursos multimídia, etc.) do que para a educativa. Basicamente, em relação a dimensão analisada pelos respondentes, foram apontados problemas com a manipulação da informação apresentada no jogo (quantidade, de que forma ela é apresentada para o jogador, etc.).

A população dos *Game Designers* conseguiu identificar boa parte dos elementos elencados, uma vez que várias discussões foram feitas em torno deles. Mas também houve uma grande quantidade de contribuições no que se referia a pretensa área analisada pelos professores. Contribuições no que se referem a manipulação da informação (também apontada pelos professores), contextualização do ambiente do jogo com o conteúdo de Química discutido, aumento gradual do nível de informações, mais questões de Química desafiadoras e a verificação final se o aluno adquiriu os conhecimentos do jogo (‘... um desafio final.’).

Isso mostrou que quando estamos desenvolvendo jogos dessa natureza a integração das duas áreas flui de maneira simbiótica (apesar de os profissionais encararem suas áreas em particular com maior profundidade). Não sabemos ao certo onde começa e onde termina a área de cada profissional. O resultado esperado é uma relação transparente

entre essas duas partes, confluindo no que chamamos de ‘jogo digital educativo’, que no caso discute um conteúdo de Química.

A segunda hipótese, ‘*As variáveis, presentes em nossas categorias de análise, devem ser consideradas para a construção dos jogos digitais, com finalidades educativas;*’, nos fez também analisar o contexto da pesquisa.

Essas variáveis foram definidas a partir do embasamento teórico e, como tal, não esgota todo o conhecimento que temos sobre todos os assuntos que estudamos. Mas os elementos que elencamos parecem ter uma certa importância no projeto de um jogo digital educativo, principalmente no que se refere ao ensino de Química. Sistematizar esse processo poderá, em tese, ajudar professores de Química e/ou Ciências no momento da construção dos jogos digitais e, também, *game designers* que se dedicam a construção desses *Serious Games*, que invocam a complexidade teórica das áreas dessa ciência. Dessa forma, esse processo de construção de um JD educativo pode servir como uma espécie de guia, ou um *check list*, para ambos profissionais. Os erros e/ou acertos cometidos na construção do jogo foram, sob a perspectiva desses profissionais, indicados na pesquisa e poderão nortear as ações dos futuros profissionais em um primeiro contato com a construção de jogos desse gênero.

A terceira hipótese, ‘*Outras considerações (do campo lúdico e do didático-pedagógico), que não foram elencadas nesta pesquisa, surgirão nas falas de ambas as populações estudadas, a partir dos dados das entrevistas.*’, também necessita discussão.

Uma vez que não estamos estudando a perspectiva de profissionais de todas as áreas que usa como objeto de estudo os jogos, principalmente os digitais, e que nem todos os aspectos foram colocados a prova (de acordo com as áreas que analisamos), a existência de outras especificidades é quase inevitável. Essa hipótese surgiu mais pelo efeito exploratório do que confirmatório, no intuito de mostrar as interferências de áreas diversas do conhecimento na construção de um jogo digital voltado para o fim educativo. Essa hipótese foi confirmada uma vez que observamos pelas falas dos profissionais analisados a existência de outras áreas, não discutidas com profundidade por eles. Exemplo disso são os aspectos de ordem tecnológica, como da área de engenharia de *software* (na construção dos recursos que viabilizam a interação jogo ↔ *interface* ↔ jogador), das artes visuais (quanto a identidade visual do jogo), da narratologia (o jogo pela perspectiva da história do mesmo) e da ludologia (seus elementos lúdicos). Isso mostra o quão interdisciplinar é a área de criação de jogos digitais, sejam eles educativos ou não.

Desta forma, nossa questão de pesquisa, ‘*Como se dá o processo do Game Design para a criação de jogos digitais utilizados no ensino de Química e Ciências ?*’ pode ser respondida dentro do nosso contexto de pesquisa. De acordo com a nossa análise, os elementos elencados se mostraram importantes dentro do processo de construção do jogo. Alguns elementos foram mais criticados pelos *game designers* e essa crítica deve-se princi-

palmente a voluntariedade, aos objetivos, a diversão, aos elementos estéticos e narrativos. Já os professores se mostraram mais indiferentes aos elementos que se referem as ilustrações presentes no jogo, a questão da revisão dos erros, o estímulo do diálogo entre outros conhecimentos, a dimensão ambiental e social do conteúdo presente no jogo e em relação ao discurso maniqueísta da Química.

Sob o nosso ponto de vista, a sistematização do processo de criação de jogos dessa natureza passa necessariamente pelas dimensões analisadas, mas não podemos inferir que somente as mesmas serão suficientes para o processo de construção dos JD educativos que abordam temas escolares de Química e/ou Ciências.

## 5.2 Possíveis contribuições desta pesquisa

Nesse trabalho sistematizamos o processo de criação de um JD educativo de Química, desde o momento da criação da história até sua programação e análise final por especialistas.

Um ponto relativamente interessante foi a escolha dos aspectos que analisamos. Da dimensão lúdica, cogitamos os elementos provenientes da teoria, seja ela referente aos jogos clássicos (encarados aqui como jogos que não fazem uso de dispositivos eletrônicos) ou digitais. Da educativa, cremos que um contribuição para trabalhos futuros se deu pela escolha e adaptação dos elementos considerados no PNLD de Química e do PCN. Uma espécie de *check list* fora criado para avaliar a qualidade dos conteúdos escolares de Química presentes no jogo.

Outra contribuição, de cunho mais prática, se refere ao processo de desenvolvimento do jogo. A escolha da ferramenta (*framework* de criação de jogos digitais), a preferências pelo uso de *softwares* livres para edição de imagens e áudio, a criação do roteiro e da história do jogo e também o *Level Design*, que tentou explicar o porque dos conteúdos em certas fases do jogo, contribuiu para esse processo de sistematização.

Os principais problemas apontados no *design* do JD criado neste trabalho também poderão servir como uma espécie de guia para quem está começando nessa área, com o intuito de desenvolver jogos digitais educativos que aborde conteúdos de Química e/ou Ciências.

Por fim, outra contribuição dessa pesquisa para a área do Ensino foi a produção de um jogo digital educativo de Química, que, apesar de seus problemas, conseguiu atingir alguns objetivos e, de acordo com a avaliação dos alunos (os jogadores escolhidos para o pré-teste do jogo), favoreceu a aprendizagem do conteúdo em determinadas situações. Uma metodologia de ensino que faça uso desse recurso, exemplo da ‘aprendizagem baseada em jogos digitais’, encontra nesse jogo mais uma oportunidade de ensino de um conteúdo

de Química, que apesar de apresentado nos anos iniciais do EM ainda causa dúvidas para os alunos, como verificamos no nosso levantamento bibliográfico.

### 5.3 Perspectivas para novos estudos

Este trabalho fez surgir outras questões, que vão além do escopo escolhido nesta pesquisa. Nos deparamos com dados que suscitaram possíveis linhas de pesquisa.

Algumas dessas possibilidades vão desde o estudo do jogo com outras populações (além das estudadas) e a possibilidade de integração com outras áreas senão a do *game design* e o ensino de Química e/ou Ciências (por exemplo a área das Artes, da Psicologia (IM, Motivação, etc.), Ludologia e Narratologia).

Algumas sugestões, no sentido de ampliar essa pesquisa, são apresentadas a seguir:

- a) Adequar o jogo com as sugestões levantadas pelos pesquisados e reavaliá-lo com as mesmas populações, verificando se as sugestões surtiram o efeito desejado. Esse passo é importante porque será possível rever os efeitos do *game design* depois das implementações no jogo, a partir das observações dessas populações;
- b) Aplicar o jogo com alunos (usando o modelo ARCS de Keller (1988) na avaliação do mesmo por essa população). Esse modelo já foi utilizado em alguns trabalhos na tentativa de se verificar a ‘experiência’ do jogador. Adaptá-lo na avaliação do jogo é mais um meio de se averiguar a receptividade do mesmo pelos estudantes;
- c) Incluir novos conteúdos (abordar novos conceitos químicos, ampliando o jogo). Para este trabalho escolhemos abordar apenas alguns tópicos sobre os modelos atômicos. Para o futuro, a ideia é que este contemple mais conteúdos sobre o tema (dentro do currículo da disciplina de Química para o EM), usando sempre como guia o PCN e o PNL D de Química.



## Referências

- ABT, C. C. *Serious games*. [S.l.]: University Press of America, 1987.
- AGUIAR, B.; CORREIA, W.; CAMPOS, F. Uso da Escala Likert na Análise de Jogos. *Anais do X Simpósio Brasileiro de Games*, p. 1–5, 2011.
- ALBORNOZ, S. G. Jogo e trabalho: Do homo ludens, de Johann Huizinga, ao ócio criativo, de Domenico De Masi. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, Universidade de São Paulo, v. 12, n. 1, p. 75–92, 2009.
- ALMEIDA, G. P. de. *Transposição didática: por onde começar?* [S.l.]: Cortez, 2007.
- ANTUNES, C. *Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências*. Petrópolis - RJ: Editora Vozes, 1998. 295 p.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna eo meio ambiente*. [S.l.]: Bookman, 2012.
- BELL, R. C. *Board and table games from many civilizations*. [S.l.]: Courier Dover Publications, 2012.
- BOTERMANS, J. *The book of games: strategy, tactics & history*. [S.l.]: Sterling Publishing Company, 2007.
- BOTERMANS, J. et al. *The world of games: Their origins and history, how to play them, and how to make them*. [S.l.]: Facts on File, 1989.
- BRASIL, L. N. ° 9.394 de 20 de dezembro de 1996. *Lei das Diretrizes e Bases da educação Nacional*. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF*, v. 23, 2004.
- BRASIL, P. C. N.; SEMTEC, P. C. N. Ensino médio. *Brasília: MEC/SEMTEC*, 1999.
- BROCHARD, V. *Do erro*. Fortaleza (CE): Ed. UECE, 2006.
- BUCHANAN, R. Wicked problems in design thinking. *Design issues*, JSTOR, v. 8, n. 2, p. 5–21, 1992.
- CAILLOIS, R. *Man, play, and games*. [S.l.]: University of Illinois Press, 1961.
- CAILLOIS, R. *Man and the Sacred*. [S.l.]: University of Illinois Press, 2001.
- CAMPBELL, J. A jornada do herói. *São Paulo: Agora*, 2003.
- CARDOSO, P. *Um modelo tipológico da acção nos videojogos*. 139 p. Tese (Dissertação) — Universidade do Porto, 2008.
- CARDOSO, R.; LESZCZYNSKI, S. Análise de Softwares Educativos-Professores como Co-Autores. *Anais do Workshop de . . .*, p. 475–486, 2003.
- CARSE, J. *Finite and infinite games*. a. New York: The Free Press, 1986. 152 p.

- CATALINA, R.; CAREGNATO, A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso. v. 15, n. 4, p. 679–684, 2006.
- CAWLEY, K. *Latin Dictionary and Grammar Aid*. [S.l.]: University of Notre Dame Archives, 1999.
- 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.
- CHANDLER, H. M. *Manual de produção de jogos digitais*. [S.l.]: Bookman, 2012.
- CHEE, Y. Learning as becoming through performance, play, and dialog: A model of game-based learning with the game legends of alkhimia. *Digital Culture and Education*, v. 3, n. 2, p. 98–122, 2011.
- CHEN, J. Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, v. 50, n. 4, p. 31–34, 2007.
- CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica*. [S.l.]: Aique, 1991.
- COMPARATO, D. *Da criação ao roteiro: Teoria e prática*. [S.l.]: Summus Editorial, 2009.
- CONTRERAS, R. S. et al. Aprendizagem baseada em Jogos Digitais - Entrevistas com professores que utilizam jogos digitais em suas práticas educativas. *XII SBGames*, 2013.
- COWLEY, B. et al. Toward an understanding of flow in video games. *Computers in Entertainment*, v. 6, n. 2, p. 1–27, 2008.
- CRANE, G. The perseus digital library. 2000.
- CRAWFORD, C. *The art of computer game design*. Osborne/McGraw-Hill Berkeley, CA, 1984.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: HarperCollins, 1990.
- DALL’ASTA, R. J. A transposição didática no software educacional. *Passo Fundo: UPF*, 2004.
- DAVID, P. *The Oxford History of Board Games*. [S.l.]: Oxford University Press Oxford UK, 1999.
- DAVIS, C.; ESPÓSITO, Y. L. Papel e função do erro na avaliação escolar. *Cadernos de pesquisa*, v. 74, p. 71–75, 1990.
- DONDLINGER, M. Educational video game design: A review of the literature. *Journal of Applied Educational Technology*, v. 4, n. 1, p. 21–31, 2007.
- EISNER, E. W. On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research. *Review of Research in Visual Arts Education*, JSTOR, p. 1–8, 1981.
- ELIAS, G. S.; GARFIELD, R.; GUTSCHERA, K. R. *Characteristics of games*. [S.l.]: MIT Press, 2012.

- ELMAN, J. L. *Incremental learning, or the importance of starting small*. [S.l.]: University of California, San Diego, 1991.
- FALKENER, E. *Games Ancient and Oriental: And how to Play Them; Being the Games of the Ancient Egyptians, the Heira Gramme of the Greeks, the Ludus Latruncolorum of the Romans, and the Oriental Games of Chess, Draughts, Backgammon, and Magic Squares*. [S.l.]: Dover Publications, 1961.
- FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. O uso de visualizações no ensino de química: A formação inicial do professor de química. *Revista Brasileira de ensino de Química*, v. 4, n. 2, p. 31–42, 2009.
- FERREIRA, P.; CARNEIRO, M. Jogos de computador violentos e seus efeitos na hostilidade, ansiedade e ativação fisiológica. *Revista Lusófona de Ciências da Mente e do Comportamento*, p. 195–209, 2009.
- FIELD, S. *The screenwriter's workbook*. [S.l.]: Dell, 1984.
- FIGUEIREDO, N. Método e metodologia na pesquisa científica. rev. *São Caetano do Sul (SP): Yendis Editora*, 2007.
- FOCETOLA, e. a. P. B. M. Os jogos educacionais de cartas como estratégia de ensino em química. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 248–255, 2012.
- FREITAS, M. T. d. A. Da tecnologia da escrita à tecnologia da internet. *Leitura e escrita de adolescentes na internet e na escola*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- GALLOWAY, A. R. *Gaming: Essays on algorithmic culture*. [S.l.]: U of Minnesota Press, 2006.
- GARDNER, H.; VERONESE, M. A. V. *Inteligências múltiplas: A teoria na prática*. [S.l.: s.n.], 1995.
- GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, Sage Publications, v. 33, n. 4, p. 441–467, 2002.
- 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.
- GEE, J. P. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. Second Edition: Revised and Updated Edition*. [S.l.]: Palgrave Macmillan, 2007. 256 p.
- GEERTZ, C. *O senso comum como um sistema cultural - O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa*. [S.l.]: Petrópolis: Vozes, 1997.
- GIRARD, C.; ECALLE, J.; MAGNAN, A. Serious games as new educational tools: How effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 29, n. 3, p. 207–219, jun. 2013.

- 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.
- HALTÉ, J. O espaço didático e a transposição. *Fórum Linguístico*, v. 5, n. 2, p. 117–139, 2008.
- HENRICKS, T. S. Caillois's man, play, and games. 2011.
- HESKETT, J.; GIORGETTA, A. *Industrial design*. [S.l.]: Thames and Hudson London, 1980.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens*. 6. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.
- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: A formal approach to game design and game research. In: *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 04–04.
- JESUS, E. de; RAABE, A. Avaliação Empírica da Utilização de um Jogo para Auxiliar a Aprendizagem de Programação. *Anais do Simpósio Brasileiro de ...*, 2010.
- JOHNSON, B.; CHRISTENSEN, L. *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. 2nd ed.. ed. [S.l.]: Pearson, 2004. 564 p.
- JUUL, J. *The art of failure: An essay on the pain of playing video games*. [S.l.]: Mit Press, 2013.
- KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012.
- KAVAK, N. Chemokey: A game to reinforce nomenclature. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 8, p. 1047–1049, 2012.
- KELINGER, F. N. Metodologia da pesquisa em ciências sociais. *São Paulo: EPU*, 1980.
- KELLER, J. M.; SUZUKI, K. Use of the arcs motivation model in courseware design. Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1988.
- KIILLI, K. Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, v. 8, n. 1, p. 13–24, jan. 2005.
- KISHIMOTO, T. M. Brinquedos e brincadeiras na educação infantil. *Anais do I seminário nacional : Currículo em movimento - Perspectivas atuais*, Belo Horizonte, 2010.
- KNUPPE, L. Motivação e desmotivação: Desafio para as professoras do Ensino Fundamental. *Educar*, Curitiba, n. 27, p. 277–290, 2006.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. [S.l.]: São Paulo. Perspectiva, 2011.
- LEAL, M. C. Como a química funciona? *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 8–12, 2001.
- LEE, J.; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, v. 15, p. 1–5, 2011.

- LIGIÉRO, Z. *Performance e antropologia de Richard Schechner*. [S.l.: s.n.], 2012.
- LIMA, E. et al. O uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de química. *Revista Eletrônica Educação em Foco*, 2011.
- LIMA, J. M. d.; LIMA, M. R. C. d. A importância do jogo na perspectiva das inteligências múltiplas. *Nuances: estudos sobre Educação*, v. 9, n. 9/10, 2011.
- LUZ, A. R. d. *Video Games : História, linguagem e expressão gráfica - Do nascimento á consolidação do videogame como linguagem*. [S.l.]: Editora Blucher, 2010.
- MAHAN, B.; MYERS, R. *Química–Um curso universitário*. 4nd ed.. ed. [S.l.]: Edgard Blücher, 1995.
- MARQUES, G. Ludus maximus: Aprendendo conteúdos históricos em ambientes informais na Educação de Infância–desafios e obstáculos. *academia.edu*, p. 255–263, 2012.
- MARTINS, J. B. *A história do átomo-: de Demócrito aos quarks*. [S.l.]: Editora Ciência Moderna, 2002.
- MASLOW, A. H. A theory of human motivation. *Psychological review*, American Psychological Association, v. 50, n. 4, p. 370, 1943.
- MAZIERO, H. Mestrado. *Jogos Digitais no Ensino de Matemática - Um instrumento de diagnóstico das concepções dos alunos sobre diferentes representações dos números racionais*. Bauru: [s.n.], 2014.
- MCGONIGAL, J. *Reality is broken : Why games make us better and how they can change the world*. New York: Penguin Press, 2011.
- MITCHELL, B. L. *Game design essentials*. [S.l.]: Wiley. com, 2012.
- MOITA, F. M. G. S. C. *Game On: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @*. São Paulo: Alinea, 2007. 260 p.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7–32, 1999.
- MOREIRA, M. A. Metodologias de pesquisa em ensino. *São Paulo. Editora Livraria da Física*, 2011.
- MORENO-GER, P. et al. Educational game design for online education. *Computers in Human Behavior*, v. 24, n. 6, p. 2530–2540, set. 2008.
- MOUAHEB, H. et al. The Serious Game: What Educational Benefits? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 46, n. 0, p. 5502–5508, 2012.
- MOURA, A. Jogos eletrônicos para aprendizagem curricular em língua materna e estrangeira Electronic games for curricular learning in mother and foreign languages. *Graphics, Interaction and Learning Technologies - GILT*, 2001.
- NAJDI, S.; SHEIKH, R. E. Educational games: Do they make a difference? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier B.V., v. 47, p. 48–51, jan. 2012.
- NOVAK, J. Desenvolvimento de games. *São Paulo: Cengage Learning*, p. 354–355, 2010.

- NOWOSIELSKI, D. A. Use of a concentration game for environmental chemistry class review. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 2, p. 239, 2007.
- OLIVEIRA, R.; VELOSO, A. Jogos eletrônicos – Distúrbios psicológicos no indivíduo. *ZON Digital Games*, p. 153–154, 2008.
- PELLEGRINI, D. Avaliar para ensinar melhor. *Revista Nova Escola*, n. 159, p. 26–33, 2003.
- PETARNELLA, L. Escola analógica, cabeças digitais. *Campinas: Alínea*, 2008.
- PICCIONE, P. In search of the meaning of Senet. v. 33, p. 55–58, 1980.
- PORTZ, L. G.; EICHLER, M. L. Uso de jogos digitais no ensino de Química: Um super trunfo sobre a tabela periódica. *Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, v. 1, n. 01, 2013.
- POZO, J. I. *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002. 296 p.
- PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants - Part I. *On the Horizon*, MCB UP Ltd, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001.
- PRENSKY, M. Não me atrapalhe, mãe - Eu estou aprendendo: Como os vídeos games estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI - E como você pode ajudar. *Tradução por Lúvia Bergo*. São Paulo: Phorte, 2010.
- PRENSKY, M. *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- RAISKY, C.; CAILLOT, M. *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*. [S.l.]: De Boeck Université, 1996.
- RASTEGARPOUR, H.; MARASHI, P. The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 31, p. 597–601, 2012.
- RITTERFELD, U.; CODY, M.; VORDERER, P. *Serious games: Mechanisms and effects*. [S.l.]: Routledge, 2009.
- ROGERS, S. *Level Up!: Um guia para o design de grandes jogos*. [S.l.]: Blucher, 2012.
- RUFINI, S.; BZUNECK, J.; OLIVIERA, K. A qualidade da motivação em estudantes do ensino fundamental. *Paidéia*, v. 22, n. 51, p. 53–62, 2012.
- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. *Rules of play: Game design fundamentals*. [S.l.]: MIT press, 2004.
- SANTANA, F. Os 100 melhores jogos. *São Paulo: Editora Europa*, 2008.
- SANTOS, A. Didática sob a ótica do pensamento complexo. *Porto Alegre: Sulina*, p. 91, 2003.
- SATURNINO, J. C. S.; LUDUVICO, I.; SANTOS, L. J. dos. Pôquer dos elementos dos blocos s e p. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 174–181, 2013.

- SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. V.; BORGATTO, A. F. A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. *2011 25th Brazilian Symposium on Software Engineering*, Ieee, p. 194–203, set. 2011.
- SAWYER, B.; SMITH, P. Serious games taxonomy. In: *Slides from the Serious Games Summit at the Game Developers Conference*. [S.l.: s.n.], 2008.
- 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.
- SCHUYTEMA, P. *Design de Games: Uma abordagem prática*. [S.l.]: Cengage Learning, 2008.
- SELBACH, S. Ciências e didáticas - Coleção: Como bem ensinar. *Editora Vozes*, 2010.
- SILVA, J. da; CAMPOS, A.; aO, V. C. Pressupostos teóricos no manual do professor e atividades de escrita em um livro didático de língua estrangeira: Uma reflexão sobre a transposição. *revistaglauks.ufv.br*, v. 1, p. 197–219, 2011.
- SIMON, H. A. *The sciences of the artificial*. [S.l.: s.n.], 1996.
- SMITH, J. K. Quantitative versus qualitative research: An attempt to clarify the issue. *Educational researcher*, JSTOR, p. 6–13, 1983.
- SMITH, P. Serious Games 101. *rta.nato.int*, p. 1–12, 2008.
- SOARES, M. O lúdico em Química: Jogos e atividades aplicados ao ensino de Química. *São Carlos (São Paulo)*, 2004.
- SOARES, M. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. *Encontro Nacional de Ensino de Química*, v. 14, 2008.
- SOUBEYRAND, C. *The royal game of Ur*. 1996.
- SUITS, B. What is a game? *Philosophy of Science*, JSTOR, p. 148–156, 1967.
- SWEETSER, P.; WYETH, P. GameFlow: A model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, v. 3, n. 3, p. 1–24, 2005.
- TAVARES, R. H. *Didática geral*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. 1–142 p.
- VIRVOU, M.; KATSIONIS, G.; MANOS, K. Combining software games with education: Evaluation of its educational effectiveness. *Journal of Educational*, v. 8, p. 54–65, 2005.
- WARTHA, E.; SANTOS, C. dos; SIL, R. da. The Concept of Electronegativity: Approximations and Separations in Chemistry Textbooks. *Education*, v. 3, n. 2, p. 113–117, 2013.
- WERBACH, K.; HUNTER, D. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. [S.l.]: Wharton Digital Press, 2012. 148 p.
- WILLINGHAM, D. T. *Por que os alunos não gostam da escola?* [S.l.]: Editora Artmed, 2011.

---

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.



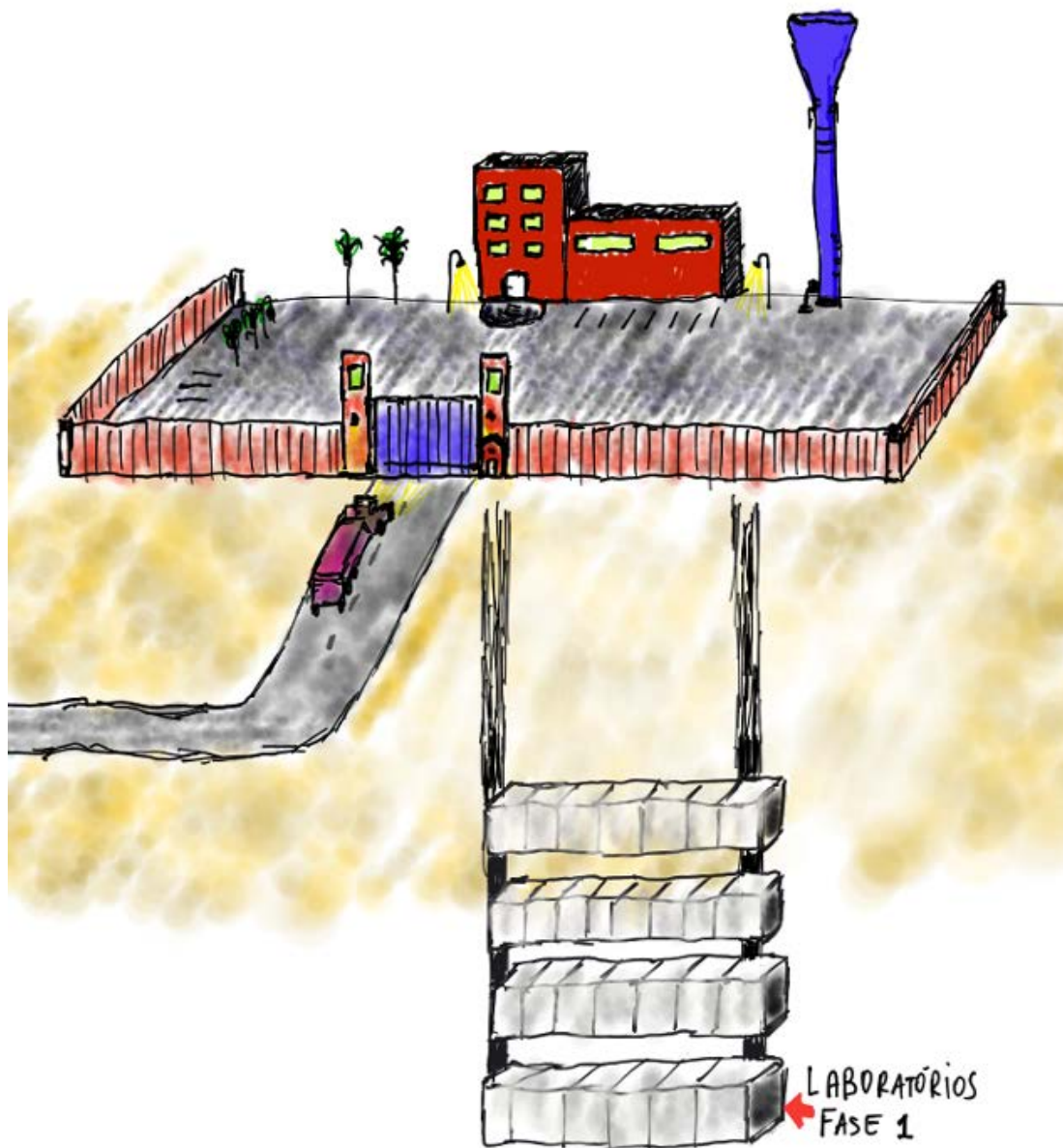
# Apêndices

## APÊNDICE A – *Concept Art*

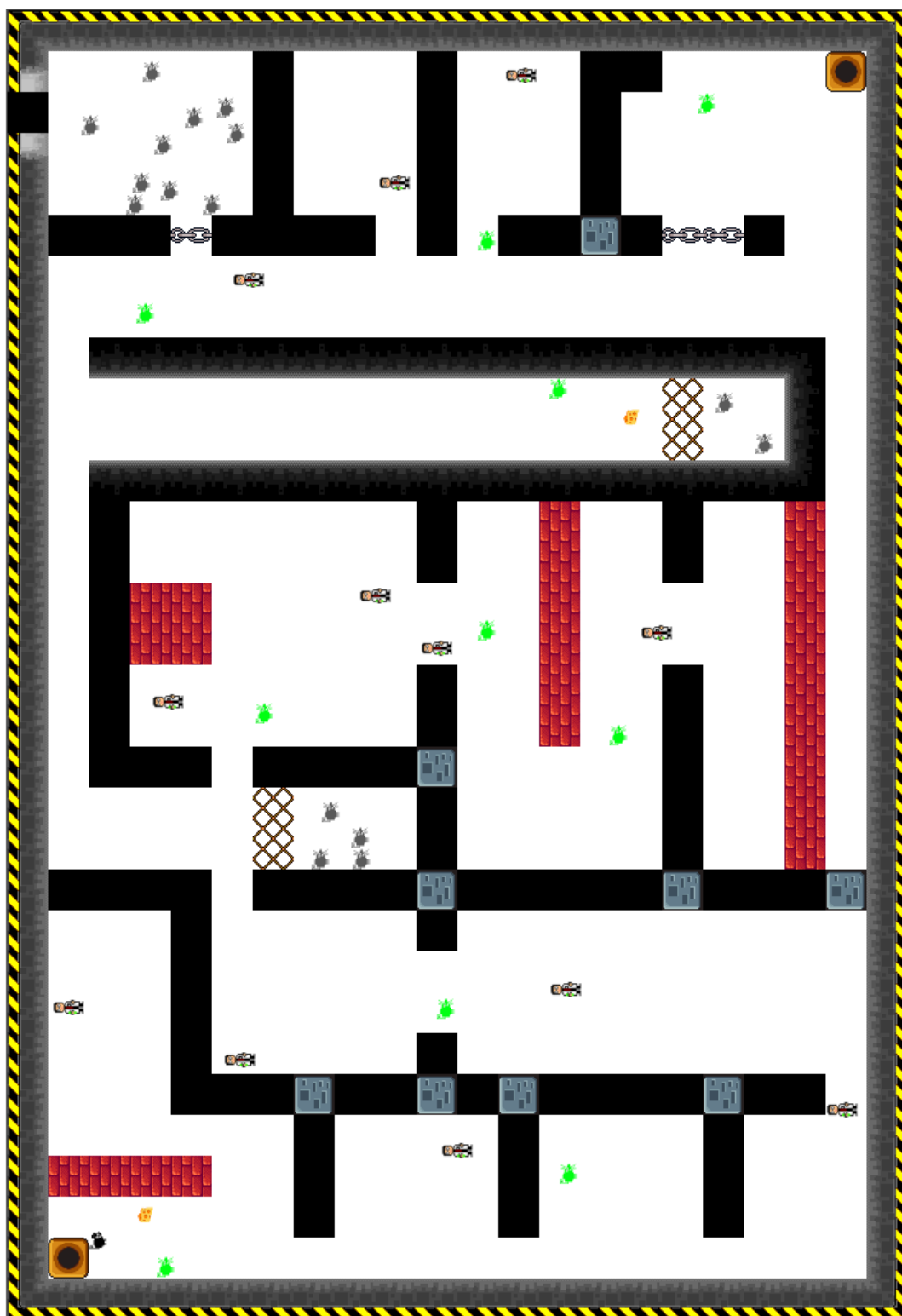
Conceitos artísticos presentes no jogo Mr. Ratômico.

- a) Complexo de laboratórios;
- b) Conceitos de fase - Visão *topdown*;
- c) Conceitos de personagens;
- d) Conceitos de itens e objetos;
- e) Porta para passar de nível;
- f) Conceito de uma charada química requerida pela porta;
- g) Exemplos de dicas usadas no jogo.

a) Complexo de laboratórios



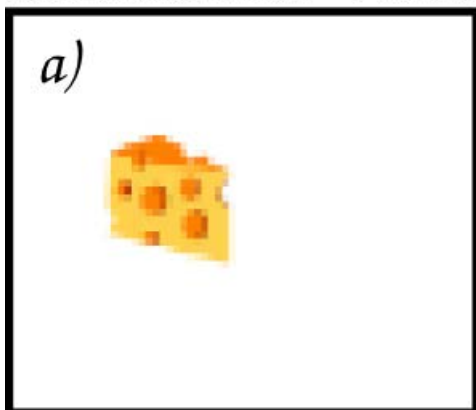
- a) Conceitos de fase - Visão *topdown* (Vista aérea do ambiente do jogo, comum em jogos como *PacMan* e *GTA I*).



b) Conceitos de itens e objetos

## OBJETOS

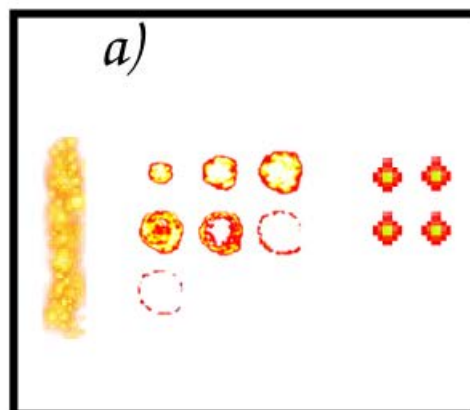
### RESTAURAM VIDA



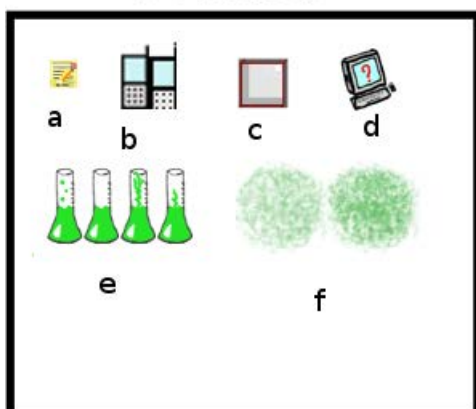
a) Queijo - Acrescenta uma vida ao jogador

a) Fogo - decrementa uma vida a cada toque do jogador.

### SUBTRAEM VIDA



### OUTROS

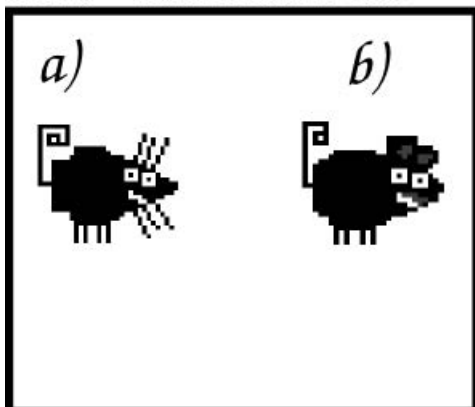


a) Pistas do jogo  
 b) Celulares com figuras - (Pistas)  
 c) Bloco que se move livremente  
 d) Terminal de informações  
 e) Reação Química  
 f) Gás tóxico

c) Conceitos de personagens do jogo

## PERSONAGENS

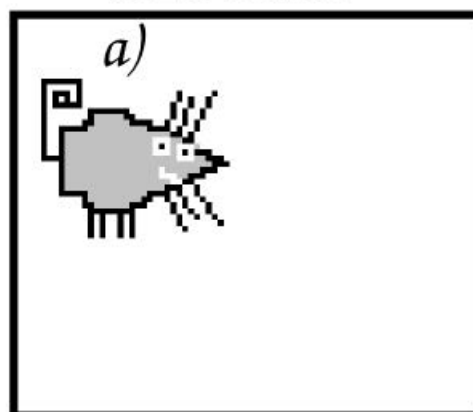
### MR. RATÔMICO



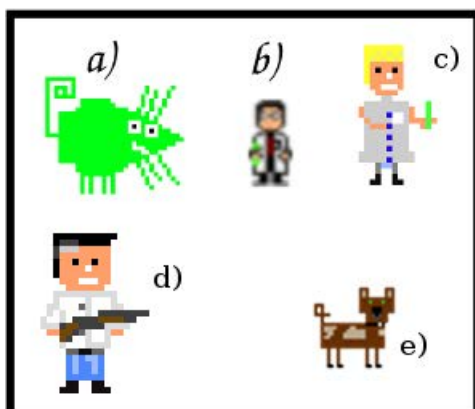
- a) Primeira versão do personagem sem cantos arredondados.
- b) Segunda versão, mantendo o conceito.

a) Personagens sem ações no jogo.

### NEUTROS

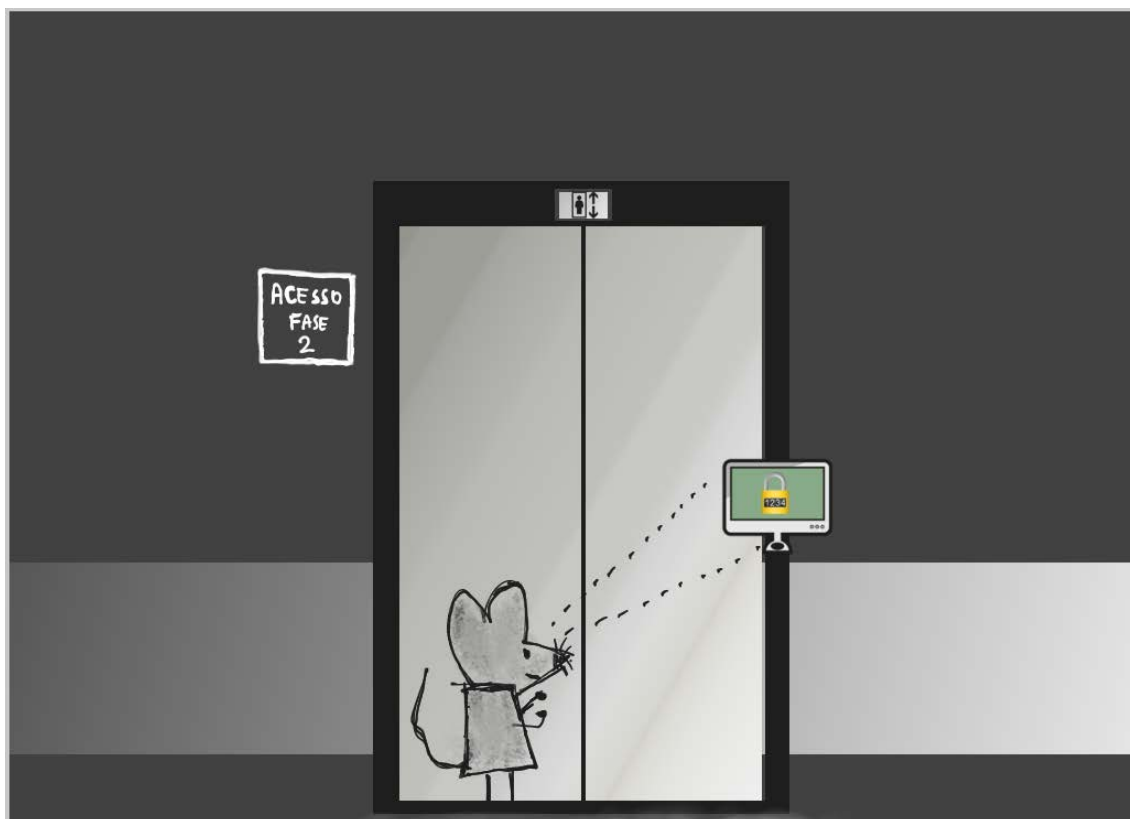


### VILÕES

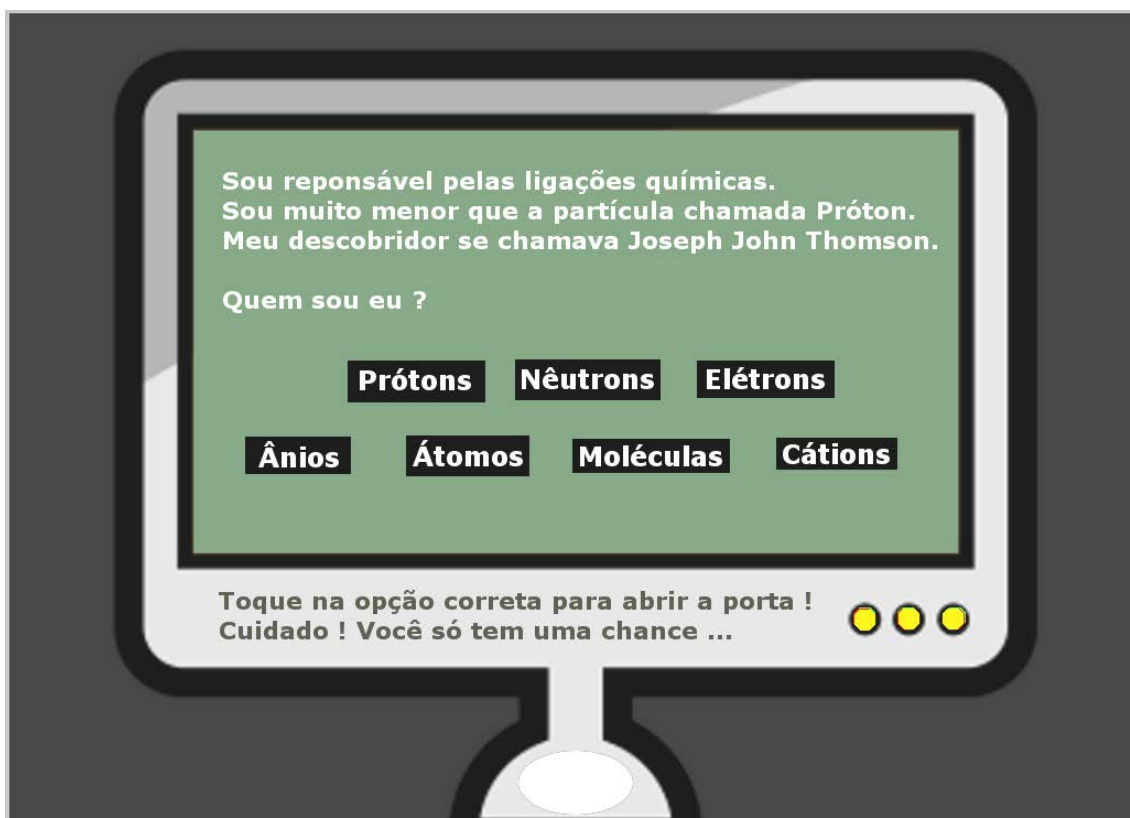


- a) Ratinho radioativo - causa danos ao personagem principal do jogo.
- b) Cientista do laboratório de teste - também causa danos ao personagem principal do jogo.
- c) Cientista do laboratório de testes
- d) Guarda que protege as portas dos elevadores de acesso aos níveis superiores
- e) Cão de guarda

d) Porta do elevador usada para passar de nível.



e) Conceito de uma charada química requerida pela porta do elevador.



f) Exemplos de pistas (dicas) presentes no jogo

### Pista 1 - Anotações

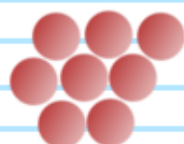
7 / 4 / 2012

## Anotações do laboratório

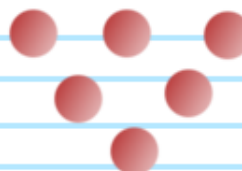
Para explicar a diferença entre um material duro ou mole os gregos imaginaram que a matéria deveria estar agregada de diferentes formas.

Para os materiais duros, os átomos estariam arranjados de forma mais próxima uns dos outros. Para os materiais moles, estes estariam arranjados de forma mais livre e espaçada.

Duro

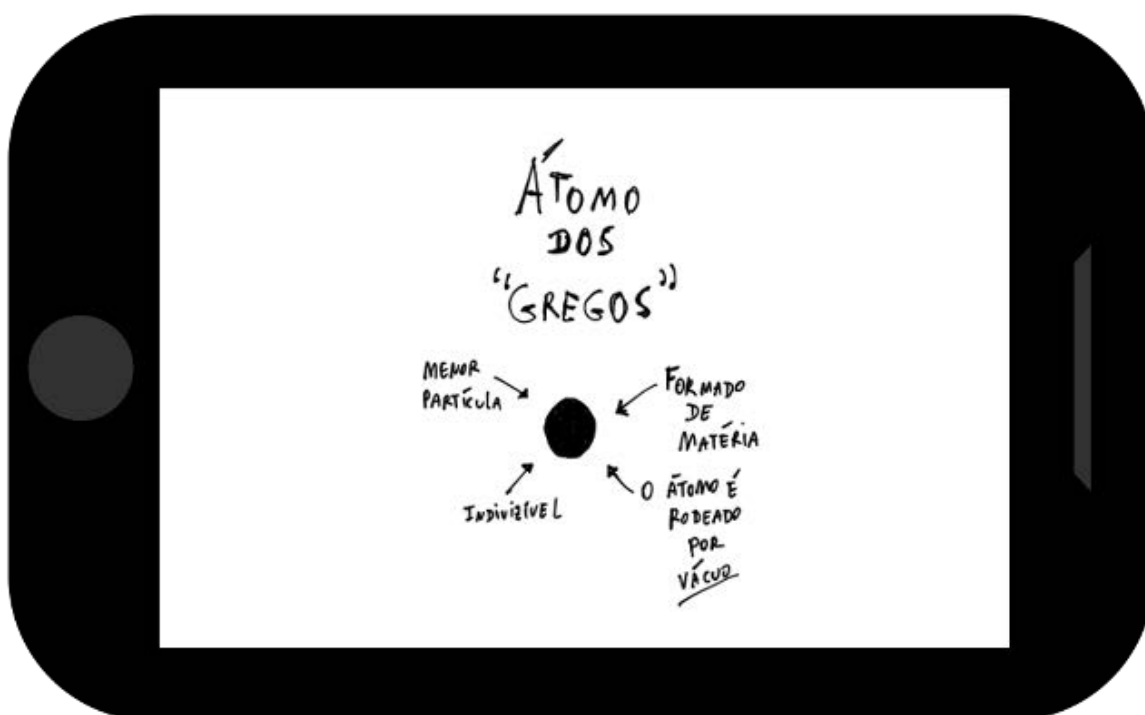


Mole



Ass: Dr. X

### Pista 2 - Mensagem de celular





## APÊNDICE B – Roteiro do JD educativo - Mr. Ratômico

Este roteiro contém a história inicial do jogo, o *script*, a descrição dos personagens e as notas da construção. Ele fora adaptado do conceito de roteiro, descrito por Comparato (2009), para projetos audiovisuais. Algumas adaptações foram realizadas no sentido de tentar integrar o processo de construção do jogo com a história (narrativa) criada para ele.

## Mr. Ratômico

*Um jogo digital educativo de  
Química*

Manoel Augusto da Silva Guerreiro

**Revisado por** *Manoel Guerreiro*

**Fase 01** do jogo

**Assunto:** Modelos Atômicos

**2014**

---

# PERSONAGENS

---

## PERSONAGENS PRINCIPAIS

**Mr. Ratômico**, é um ratinho muito inteligente. É o personagem principal da história.

**Dr. X**, O vilão principal da história. Coordena todos os laboratórios de testes.

## PERSONAGENS SECUNDÁRIOS

**Funcionário chefe dos transportes**, Vilão

**Funcionário 564**, Vilão

**Motorista do caminhão de transportes**, Vilão

**Ajudante do motorista do caminhão de transportes**, Vilão

**Cientista 1**

**Cientista 2**

**Cobaia N812**, Prisioneiro

**Cobaia N377**, Prisioneiro

**Cobaia N490**, Prisioneiro

---

## HISTÓRIA E NOTAS DO JOGO

---

**História :** Em uma instalação secreta de testes químicos, muitas cobaias animais são utilizadas para se testar os efeitos de um misterioso gás, de composição desconhecida e efeitos devastadores em todos os seres vivos. Dos animais até agora testados, apenas um conseguiu sobreviver. O nome dele é Mr. Ratômico, uma das cobaias desses laboratórios, dotado de inteligência e aparentemente invulnerável aos testes químicos. Ele programa uma fuga, onde levará consigo seus amigos aprisionados nesse local terrível. Para fugir, ele terá que passar por portas que requerem códigos secretos (senhas) para a abertura. Por se tratar de laboratórios de Química, as senhas são geradas de acordo com as especialidades de cada laboratório, mas sempre se referindo à Química. O personagem principal dessa história terá que coletar o maior número possível de informações dos laboratórios para que possa formular as suas respostas. Desta forma, 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.

### NOTAS

**Cenas :** Referente ao início do jogo (Act 1) e também da Fase 1 (Act 2), que aborda as noções dos modelos atômicos.

**Tempo de ação :** Cerca de dois dias (Act 1 e 2)

## ACT 1

### O início de tudo

### SCENE 1

**Ambiente** Já está anoitecendo. Em uma local distante da cidade, em meio a uma paisagem quase desértica, há uma edificação grande e estranha. Naquele local distante, a paisagem contrasta com esse lugar. Um prédio grande e antigo, aparentando ser uma antiga fábrica abandonada. Para esse local remoto acessado apenas por uma única estrada de terra, está indo um caminhão que aparentemente leva consigo uma carga misteriosa.

**Som** Barulho do caminhão, voz do motorista e do ajudante.

**Ação** Nenhuma ação por parte do usuário.

*Conversa dentro do caminhão de carga.*

**AJUDANTE** O que será que levamos sempre para este local isolado, parecido com uma fábrica abandonada ?

**MOTORISTA** Nunca teremos essa informação. Só sabemos que levamos algo e trazemos algo, sempre ! O conteúdo é sigiloso e bem protegido. Vários motoristas e ajudantes foram demitidos por perguntarem aos nossos superiores o que transportamos. Sugiro que fiquemos calados. Menos perguntas ! É melhor assim.

**AJUDANTE** Eu sei ... Eu sei ... Só fico curioso pra saber o que transportamos. Você não fica ? Descobrir o que são essas cargas misteriosas que tanto transportamos toda semana. Pode ser cimento, comida, água, uma bomba ?

**MOTORISTA** (*Áspero*) Bomba ! Você está louco ?

**AJUDANTE** (*Indiferente*) Só estou dizendo .... esquece.

### SCENE 2

**Ambiente** O caminhão para em frente a um portão gigantesco do prédio misterioso. Da guarita o guarda avisa para se aproximar. O guarda analisa os papéis e manda o caminhão entrar para dentro da instalação. Ao seu redor há outras pequenas edificações que

parecem ter sido corroídas pelo tempo e não são visíveis do exterior dessa instalação. Tudo tem o ar de gasto e velho. O caminhão da ré em direção a uma porta que possui tamanho apenas para que o seu baú entre por uma das extremidades do prédio. Feito isso, o caminhão é descarregado e carregado rapidamente. O motorista é avisado que já pode ir e a porta que dá acesso à edificação é violentamente fechada. No interior da edificação, alguns funcionários discutem sobre a carga descarregada.

**Som** Som ambiente do caminhão partindo do local misterioso

**Ação** Nenhuma ação por parte do usuário.

*Na entrada do prédio misterioso*

**FUNCIONÁRIO CHEFE DOS TRANSPORTES** Levem essas caixas para o elevador subterrâneo 109 e estas outras para o elevador 307. Cuidado com as caixas que vão para o 307, é carga viva !

**FUNCIONÁRIO 564** Sim chefe, levaremos ! Carga viva ? O que há dentro das caixas senhor ?

**FUNCIONÁRIO CHEFE DOS TRANSPORTES** (*Áspero*) Qual é o número do seu nível de segurança, funcionário 564 ? Você não possui permissão para ter essa informação, correto ? Faça o seu trabalho sem perguntas ! Entendido ?

**FUNCIONÁRIO 564** (*Envergonhado*) Desculpe ! Vou sim, já estou indo. Tolice minha perguntar sobre a carga ! Claro que nunca saberemos o que é ! Perdoe minha intromissão.

### SCENE 3

**Ambiente** Neste momento, dentro do elevador, os funcionários apertam o botão do andar 307. Em suas mãos, um livro com todas as senhas para acesso aos níveis permitidos. São respostas a charadas químicas, inseridas nos computadores dos elevadores, usadas para abrir as portas. Cada funcionário possui um destes livros com suas senhas, conforme o nível de segurança permitido. O computador faz a pergunta e o operador responde. Se errar, a porta não abre e a equipe de segurança é imediatamente avisada. Se acertar, a porta se abre e os acessos são permitidos. Essa edificação, diferente dos prédios normais, cresce para baixo, no sentido do subsolo. Depois de alguns instantes o elevador para e as portas se abrem. Um funcionário da segurança, que carrega consigo um cão de guarda,

cheça os papéis e recebe a carga que é imediatamente levada a um dos laboratórios deste andar. Os laboratórios possuem uma grande quantidade de gaiolas, ondem vivem diversas espécies de animais (Apesar da grande maioria ser composta por ratinhos). É um laboratório ilegal de testes químicos em animais. Os animais nestas gaiolas são as cobaias de experimentos realizados nesses laboratórios.

**Som** Som ambiente de elevador e de máquinas industriais funcionando.

**Ação** Nenhuma ação por parte do usuário.

*Dentro no elevador de cargas*

**FUNCIONÁRIO 564** Andar 307, lá vamos nós !

## SCENE 4

**Ambiente** Mais e mais caixas chegam todo dia. Em uma gaiola separada das demais há um pequeno ratinho apelidado de “Mr. Ratômico”. Este nome foi dado pelos cientistas que trabalham com os experimentos.

**Som** .

**Ação** .

*Dentro de um dos laboratórios de testes.*

**Cientista 1** (*Irônico*) Ora ora ... Este ratinho é mais forte do que todos os outros animais aqui ... Já fizemos dezenas de testes ... Todos os outros morreram .... Menos este ... Acho que ele deve ser diferente mesmo, quimicamente diferente. Ao nível atômico ... Hahahaha. Um rato atômico .... Mr. Ratômico ! Vou chamá-lo assim. Bravo !

**Cientista 2** (*Indiferente*) É realmente impressionante essa cobaia. Ela já devia estar morta a muito tempo. Mas acho que ela não vai durar muito. Nenhuma dura !

## SCENE 5

**Ambiente** Em uma madrugada, quando todos os humanos dormiam, os animais do laboratório confabulavam. Mr. Ratômico, de sua gaiola explica o plano aos outros animais do laboratório

**Som .**

**Ação .**

*Dentro de um dos laboratórios de testes.*

**Mr. Ratômico** (*Áspero*) Chega de mortes .... vamos fugir. Vamos escapar e contatar ao mundo as atrocidades que passamos aqui. Seremos todos libertados !

**Cobaia N812** (*Atemorizado*) Como conseguiremos escapar ? Estamos presos aqui ! São muitos laboratórios até chegar o nível superior, ou seja, à superfície. E os guardas, os cientistas ? E o pior, as portas estão trancadas e só abrem com uma espécie de senha que aparentemente só os cientistas possuem. Parece que elas estão sempre relacionadas com a Química, foi o que ouvi dizer. O que faremos ? É impossível !

**Mr. Ratômico** Primeiro vamos cuidar da fuga. É o ponto principal da nossa empreitada. Assim que eu conseguir chegar à superfície pedirei ajuda. Até chegar lá terei que me esquivar dos cientistas, dos guardas, de todos os perigos que ocorrem nos laboratórios.

**Cobaia N377** Mas e as portas ? Como você vai adivinhar as senhas ?

**Mr. Ratômico** Não vou adivinhar !

**Cobaia N490** (*Surpreso*) Como assim ?

**Mr. Ratômico** Isso mesmo ! Não precisamos adivinhar ! Temos que pensar, raciocinar. É essa a diferença. Por todos os laboratórios vemos espalhadas as anotações dos cientistas. Vou roubá-las e estudá-las. Com isso, conseguiremos nossa tão sonhada liberdade !

**Cobaia N377** (*Temeroso*) Conseguiremos ?

**Mr. Ratômico** Vamos tentar ! Essa é nossa única esperança ! Vou ter que estudar Química se quisermos sair daqui com vida. Vou reunir a maior quantidade possível de informações para tentar acertar a senha das portas dos elevadores. Fazendo isso, passaremos para o próximo nível, depois para o próximo, assim por diante. Em pouco tempo conseguirei chegar à superfície de onde fugiremos para longe deste



lugar. Pedirei ajuda e voltarei para libertar todos vocês !

## ACT 2

### A fuga

#### SCENE 1

**Ambiente** O laboratório desse primeiro nível é imenso (ao todo são sete salas) e está lotado de cientistas e algumas cobaias que parecem estar contaminadas por um tipo estranho de gás. Nos laboratórios há passagens secretas entre uma sala e outra mas, no entanto, elas não são visíveis para o personagem. Entretanto, há pequenos dutos que se intercomunicam. Por esses ‘buracos’ é possível transitar entre os laboratório, porém, uma vez que se passa por um duto, o mesmo se fecha, não permitindo voltar para a sala anterior.

**Som** Música ambiente de aventura.

**Ação** O jogador movimentava por todas as direções o avatar do personagem Mr. Ratômico.

*No Lab 1, que pesquisa sobre os modelos atômicos e sua evolução.*

**Mr. Ratômico** É hoje que daremos início a nossa fuga ! Eu vou escapar dessa jaula e sair procurando por informações que nos ajudem a sair deste laboratório.

**Mr. Ratômico** Vou usar esse grampo que encontrei no chão para abrir o cadeado. Espere, ....., pronto, consegui ! Está feito agora. Não há mais volta.

#### SCENE 2

*Dentro do Lab 1 - Sala 1*

**Mr. Ratômico** Já estou dentro do Lab 1. O que será que os cientistas tanto estudam aqui ?

**Mr. Ratômico** Hum ... Acabei de ver um terminal de informações. Vou acessá-lo e ver se consigo alguma informação pertinente.

**Terminal de informações** “ [INFO:] Esse laboratório estuda os modelos atômicos. Ele possui cerca de sete salas amplas para os mais variados estudos. Ao final da sétima sala, há um elevador que o levará para o próximo nível. Para entrar no elevador é necessário colocar a senha correta na porta. Se a senha for errada, a segurança será avisada imediatamente. Se a senha estiver correta, parabéns, você conseguirá entrar no elevador e atingirá o próximo andar, ou seja, o próximo nível dessa instalação de laboratórios. ”

**Mr. Ratômico** Hum ... Modelos Atômicos ? O que será isso ? Vou andar por ai e procurar por pistas. Nesse meio tempo, vou desviar de todos os perigos. Os cientistas, os ratinhos contaminados e os guardas não podem me ver. Nos laboratórios percebi que há muitas coisas acontecendo, desde explosões, incêndios, reações químicas. Preciso ficar longe de tudo isso. Modo ‘*Stealth*’ ativado !

### SCENE 3

*Lab 1 - Percorrendo a primeira sala*

**Mr. Ratômico** Acabei de encontrar uma primeira pista. Ela fala sobre o significado de modelo. "É uma representação simplificada de um sistema complexo.". Hum ... tem mais. "Elas podem ser visuais ou gráficas". Espere ... tem um desenho de uma maçã, com a seguinte pergunta: "Isso é uma maçã ?".

**Mr. Ratômico** Pelo jeito, o que esta pista quer dizer é que o desenho é uma representação de uma maçã mas, no entanto, não é uma de verdade. É uma abstração do real... um MODELO. Hum ... entendi. Primeira pista OK ! Vou continuar por ai. Deve haver um duto de comunicação entre as salas aqui por perto. Estou sentindo.

### SCENE 4

*Lab 1 - Percorrendo a primeira sala*

**Mr. Ratômico** Acabei de encontrar outra pista, que sorte ! Ela fala sobre o que os gregos já sabiam, ou teorizavam, sobre o átomo. Em 357 a.C., com Demócrito e Leucipo, os gregos filosofavam sobre a existência dos átomos. Para eles, o universo era formado de duas coisas: Átomos e Vácuo. O átomo era a menor partícula indizível de matéria.

**Mr. Ratômico** Hum ... interessante. Há mais de dois mil anos atrás já haviam os que se aventuravam a explicar a existência e a constituição da matéria. No entanto, os embasamentos eram puramente filosóficos. Vou continuar andando por ai até chegar ao próximo duto.

## SCENE 5

*Lab 1 - Percorrendo a primeira sala*

**Mr. Ratômico** Mais uma pista. Ela fala também sobre os gregos. Segundo o que aqui consta inscrito, os gregos explicavam a dureza e a moleza dos materiais em função das proximidades dos átomos na constituição de certos tipos de matéria.

**Mr. Ratômico** Hum ... Aqui também diz que eles imaginavam o seguinte: Se os átomos estão todos próximos, então o material é duro. Se estão arranjados uns longe dos outros, então o mesmo material será mole. Interessante raciocínio! Vou continuar andando por ai, quem sabe eu não encontro mais coisas e, também quem sabe, até mesmo um queijo. Já estou ficando com fome !

# Anexos

# ANEXO A – Questionários usados nesta pesquisa

## A.1 Questionário 01 - Destinado aos Jogadores (Teste Piloto)

### Questões gerais

► Qual o seu atual nível de escolaridade ?

Ensino Fundamental  Ensino Médio  Ensino Técnico  Graduado  Pós-Graduado

► Com que frequência você joga ?

*Raramente joga*      *Jogo com muita frequência*

► Gostou do jogo ?

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

*Questões relativas aos elementos dos jogos presentes no game Mr. Ratômico*

► **(a)** Eu jogaria voluntariamente o game Mr. Ratômico, mesmo que ele não fosse indicado na escola ou em alguma atividade vinculada ao Ensino.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(b)** As regras do jogo estão claras.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(c)** Os objetivos do jogo estão claros.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(d)** Eu me diverti jogando o JD Mr. Ratômico.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(e)** Houve momentos conflitantes e tensos no jogo.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(f)** Percebi que há uma condição de vitória no jogo, ou seja, que é possível chegar até o final e ganhar.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

### Questões relativas aos elementos digitais presentes no game Mr. Ratômico

- ▶ (g) Achei o jogo interativo.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (h) Em alguns momentos achei que alguma informação presente no jogo poderia ser abordada de outra forma ou com outros recursos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (i) O jogo é facilmente acessado via rede ou pela Internet.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ Você encontrou algum erro no jogo ? \_\_\_\_\_

- ▶ (j) Os elementos estéticos do jogo fazem com que ele fique mais divertido.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (k) Eu li e entendi a história do game Mr. Ratômico.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (l) Os elementos narrativos da história do jogo fariam falta na jogabilidade do game Mr. Ratômico.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (m) Os elementos multimídias (áudio, vídeo, imagens e figuras) foram suficientes para a apresentação do jogo.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ Tem alguma sugestão ou reclamação a fazer ? Por favor, este espaço é todo seu !  
Conte-nos um pouco da sua experiência com o jogo. \_\_\_\_\_

## A.2 Questionário 02 - Destinado aos Professores (Teste Piloto)

### Questões gerais

- ▶ Você é professor(a) de Química ou de alguma área das Ciências da Natureza?

*Sim*  *Não*

**Adequação da estrutura do jogo e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra (JD Educativo).**

- ▶ (a) A proposta pedagógica deste trabalho é clara.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (b) O jogo apresenta os recursos (desenhos, figuras, letras, etc.) adequados para o nível de escolaridade dos jogadores.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (c) As ilustrações científicas são apresentadas de modo que mantenham as proporções entre os objetos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (d) O jogo está isento de erros de revisão.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

**Adequação do jogo em relação ao respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas para o EM.**

- ▶ (e) O jogo favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (f) O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química e Ciências.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (g) O jogo aborda outras metodologias de ensino e de avaliação, estimulando a iniciativa do estudante/jogador.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (h) O jogo estimula o diálogo entre outros conhecimentos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (i) O jogo concebe a Química como uma Ciência da Natureza que não se apresenta isoladamente das outras.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

**Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica do jogo em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao EM.**

- ▶ (j) O jogo organiza os seus recursos da forma que facilitem a progressão gradual do ensino-aprendizagem.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(k)** O jogo evita a compartimentalização dos conceitos centrais da Química, os expressando sempre em diversos contextos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(l)** O jogo considera a aprendizagem da linguagem simbólica presente na Química (fórmulas, símbolos, imagens, nomes científicos, etc.)

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(m)** O jogo estimula a leitura da linguagem simbólica, própria da Química.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(n)** O jogo apresenta discussões a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(o)** O jogo valoriza uma visão interdisciplinar da Química como disciplina.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(p)** O jogo apresenta a Química como uma disciplina preocupada com a dimensão ambiental e social.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(q)** O jogo evita o discurso maniqueísta da Química.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(r)** O jogo apresenta a Química como ciência provisória e em constante mudança e evolução.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(s)** O jogo evita o aprendizado pela simples memorização de fórmulas e regras.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

**Adequação do jogo em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos.**

► **(t)** Os conceitos químicos são apresentados no jogo de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

► **(u)** As informações do jogo são apresentadas de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*



▶ (v) O jogo apresenta noções e conceitos atuais sobre as propriedades das substâncias e dos materiais.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (w) O jogo apresenta exercícios, ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (x) O jogo evita o uso de metáforas e analogias que induzam a formação de conceitos errôneos pelos alunos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ Há alguma sugestão para a melhoria do jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O jogo entende que a Química possui um papel dentro da área da Ciência da Natureza, não se apresentando isoladamente em relação às outras áreas.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ O jogo está isento de erros de revisão ?

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

### Sugestões

▶ O que você modificaria no jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você acrescentaria ao jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você excluiria do jogo ? \_\_\_\_\_

## A.3 Questionário 03 - Destinado aos *Game Designers*

### Questões gerais

▶ Você já desenvolveu algum jogo educativo ou colaborou no desenvolvimento de um ?

Sim  Não

▶ Você encontrou algum erro no jogo analisado ?

\_\_\_\_\_

▶ Há quanto tempo trabalha com o desenvolvimento de jogos digitais ?

há mais de 1 ano  há mais de 5 anos  há mais de 10 anos

### Questões relativas aos elementos dos jogos presentes no game Mr. Ratômico

▶ (a) Eu jogaria voluntariamente o game Mr. Ratômico, mesmo que ele não fosse indicado na escola ou em alguma atividade vinculada ao Ensino. *Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (b) As regras do jogo estão claras. *Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (c) Os objetivos do jogo estão claros. *Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (d) Eu me diverti jogando o JD Mr. Ratômico. *Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (e) Houve momentos conflitantes e tensos no jogo.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (f) Percebi que há uma condição de vitória no jogo, ou seja, que é possível chegar até o final e ganhar.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

### Questões relativas aos elementos digitais presentes no game Mr. Ratômico

▶ (g) Achei o jogo interativo.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (h) Em alguns momentos achei que alguma informação presente no jogo poderia ser abordada de outra forma ou com outros recursos.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (i) O jogo é facilmente acessado via rede ou pela Internet. *Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ Você encontrou algum erro no jogo? \_\_\_\_\_

▶ (j) Os elementos estéticos do jogo fazem com que ele fique mais divertido.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (k) Eu li e entendi a história do game Mr. Ratômico.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (l) Os elementos narrativos da história do jogo fariam falta na jogabilidade do game Mr. Ratômico.

*Discordo plenamente*     *Concordo plenamente*

▶ (m) Os elementos multimídias (áudio, vídeo, imagens e figuras) foram suficientes para a apresentação do jogo.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

### Sugestões

▶ O que você modificaria no jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você acrescentaria ao jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você excluiria do jogo ? \_\_\_\_\_

## A.4 Questionário 04 - Destinado aos Professores

### Questões gerais

▶ Há quanto tempo trabalha na área da educação ?

há mais de 1 ano  há mais de 5 anos  há mais de 10 anos  há mais de 20 anos

▶ Com que frequência você joga semanalmente ?

até 2 horas  até 4 horas  até 10 horas  até 20 horas  mais de 20 horas

▶ Qual o nome do jogo que você passa mais tempo jogando ?

\_\_\_\_\_

▶ Já empregou algum jogo em suas atividades na escola ?

*Sim*  *Não*  *Pretendo futuramente*

▶ Se já utilizou jogos em sala de aula, qual(ais) assunto(s) de Química ou Ciências abordou?

\_\_\_\_\_

▶ Já realizou algum curso ou treinamento para desenvolver atividades lúdicas em sala de aula ?

*Sim*  *Não*

**Adequação da estrutura do jogo e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra (JD Educativo).**

- ▶ (a) A proposta pedagógica deste trabalho é clara.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (b) O jogo apresenta os recursos (desenhos, figuras, letras, etc.) adequados para o nível de escolaridade dos jogadores. *Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (c) As ilustrações científicas são apresentadas de modo que mantenham as proporções entre os objetos. *Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (d) O jogo está isento de erros de revisão. \_\_\_\_\_

**Adequação do jogo em relação ao respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas para o ensino médio.**

- ▶ (e) O jogo favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (f) O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química e Ciências.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (g) O jogo aborda outras metodologias de ensino e de avaliação, estimulando a iniciativa do estudante/jogador.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (h) O jogo estimula o diálogo entre outros conhecimentos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

- ▶ (i) O jogo concebe a Química como uma Ciência da Natureza que não se apresenta isoladamente das outras.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

**Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica do jogo em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao EM.**

▶ **(j)** O jogo organiza os seus recursos da forma que facilitem a progressão gradual do ensino-aprendizagem.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(k)** O jogo evita a compartimentalização dos conceitos centrais da Química, os expressando sempre em diversos contextos.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(l)** O jogo considera a aprendizagem da linguagem simbólica presente na Química (fórmulas, símbolos, imagens, nomes científicos, etc.)

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(m)** O jogo estimula a leitura da linguagem simbólica, própria da Química.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(n)** O jogo apresenta discussões a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(o)** O jogo valoriza uma visão interdisciplinar da Química como disciplina.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(p)** O jogo apresenta a Química como uma disciplina preocupada com a dimensão ambiental e social.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(q)** O jogo evita o discurso maniqueísta da Química.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(r)** O jogo apresenta a Química como ciência provisória e em constante mudança e evolução.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ **(s)** O jogo evita o aprendizado pela simples memorização de fórmulas e regras.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

**Adequação do jogo em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos.**

▶ (t) Os conceitos químicos são apresentados no jogo de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (u) As informações do jogo são apresentadas de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (v) O jogo apresenta noções e conceitos atuais sobre as propriedades das substâncias e dos materiais.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (w) O jogo apresenta exercícios, ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ (x) O jogo evita o uso de metáforas e analogias que induzam a formação de conceitos errôneos pelos alunos. \_\_\_\_\_

▶ Há alguma sugestão para a melhoria do jogo ?

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ O jogo entende que a Química possui um papel dentro da área da Ciência da Natureza, não se apresentando isoladamente em relação às outras áreas das Ciências da Natureza.

*Discordo plenamente*      *Concordo plenamente*

▶ O jogo está isento de erros de revisão ? \_\_\_\_\_

**Sugestões**

▶ O que você modificaria no jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você acrescentaria ao jogo ? \_\_\_\_\_

▶ O que você excluiria do jogo ? \_\_\_\_\_

## ANEXO B – Termo de autorização da Pesquisa

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), do Projeto de Pesquisa sob o título "**Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar ?**". Esta pesquisa tem o intuito de entender quais são os aspectos relevantes no game design de jogos com propósitos educacionais. Meu nome é *Manoel Augusto da Silva Guerreiro*, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é a dos "Jogos no Ensino de Química". Sou mestrando do programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (Grande Área na CAPES: Multidisciplinar, Conceito Capes: 6 (triênio 2010-2013)), na área de Ensino Ciências e Matemática, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho- UNESP/Campus de Bauru, sob orientação do Prof. Dr. *Wilson Massashiro Yonezawa*, docente desta universidade.

Marcando com um "X" no local indicado abaixo, você estará concordando em participar anonimamente desta Pesquisa. Os dados obtidos serão processados e analisados para compor minha dissertação de mestrado, que será defendida entre 2014 e 2015. Nenhum tipo de questão intrusiva está presente nos questionários, o que não permite que o pesquisado seja identificado de qualquer forma.

**Concordo em participar voluntariamente e anonimamente desta Pesquisa.**

Os questionários e as solicitações das autorizações da pesquisa também estão disponíveis em: <<http://www.ratomico.com.br>>

## ANEXO C – Tabelas - Artigos analisados para a escolha do tema usado no jogo Mr. Ratômico.

A seguir, temos as tabelas com os artigos pesquisados nas revistas Química Nova na Escola (QNEsc) e *Institute of Education Sciences* (ERIC), usados para escolha do tema químico abordado no jogo Mr. Ratômico ('Modelos Atômicos'). Os dados foram coletados entre janeiro e março de 2014 nos endereços <http://qnesc.sbq.org.br/> e no portal <http://eric.ed.gov/>. Os primeiros 40 resultados foram usados para a base da pesquisa. Em alguns casos fora encontrado na busca pela revista QNEsc menos de 40 artigos. Nesses casos, em igual número, foram pesquisados os artigos no portal ERIC, com o objetivo de manter o mesmo número de pesquisas feitas em ambos os portais de busca.

Alguns nomes de artigos foram 'reduzidos'<sup>1</sup> no intuito de permanecerem esteticamente em uma tabela. Entretanto, seu nome completo pode ser deduzido acessando aos *links*, disponíveis nessas mesmas tabelas. O mesmo ocorreu com alguns *links*, que tiveram que ser 'encurtados' com o auxílio da ferramenta *Google URL Shortener*<sup>2</sup> para que coubessem nas referidas tabelas.

---

<sup>1</sup> Suplantando o restante do texto pelos caracteres '[...]

<sup>2</sup> Disponível em: <https://goo.gl>



Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_1/04-RSA-87-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_1/04-RSA-87-10.pdf</a>	Não
2	Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf</a>	Sim
3	Uso Combinado de Mapas Conceituais	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/06-PE-70-11.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/06-PE-70-11.pdf</a>	Sim
4	A Química no ensino fundamental de Ciências	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/relatos.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/relatos.pdf</a>	Não
5	A História da Química na perspectiva kuhniana	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf</a>	Sim
6	Os Jogos Educacionais de Cartas como Estratégia de Ensino em Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/11-PIBID-44-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/11-PIBID-44-12.pdf</a>	Sim
7	Transformações: Concepções dos estudantes sobre as reações químicas	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf</a>	Sim
8	Estrutura Atômica e Formação dos Íons	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/10-AF-6008.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/10-AF-6008.pdf</a>	Sim
9	O Conceito de Transformação Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/pesquisa.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/pesquisa.pdf</a>	Sim
10	Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf</a>	Sim
11	Equilíbrio Químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf</a>	Sim
12	Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf</a>	Sim
13	O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito de átomo	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf</a>	Sim
14	Contextualização no ensino de cinética química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf</a>	Sim
15	Proposta de Formação de Professores de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_3/06-PE-72-11.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_3/06-PE-72-11.pdf</a>	Não
16	Concepções Atomistas dos Estudantes	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf</a>	Sim
17	Repensando a Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/relatos.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/relatos.pdf</a>	Sim
18	Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Alunos do Ensino Fundamental e Médio	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf</a>	Sim
19	Ensino Experimental de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf</a>	Não
20	Princípio de Le Chatelier	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/09-PE-5708.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/09-PE-5708.pdf</a>	Sim
21	Química e Cidadania	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf</a>	Não
22	Um Modelo para o Estudo do Fenômeno de Deposição Metálica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/04-EA-4208.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/04-EA-4208.pdf</a>	Não
23	Vamos Jogar uma SueQuímica?	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/05-EA-0108.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/05-EA-0108.pdf</a>	Sim
24	A Água da Fonte Natural	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf</a>	Sim
25	Experimentação no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf</a>	Não
26	Estratégias de Leitura e Educação Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_4/03-EA5809.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_4/03-EA5809.pdf</a>	Não
27	Reações Químicas	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/conceito.pdf</a>	Sim
28	Abordando Soluções em Sala de Aula	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf</a>	Sim
29	Modelos de ensino de equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc13/v13a09.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc13/v13a09.pdf</a>	Sim
30	Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/08-peq-3106.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/08-peq-3106.pdf</a>	Sim
31	Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf</a>	Sim
32	Uso de Um Digestor Anaeróbio	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/08-RSA-7208.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/08-RSA-7208.pdf</a>	Sim
33	Aula de Química e Surdez	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_1/07-AF4510.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_1/07-AF4510.pdf</a>	Não
34	Carga nuclear efetiva e estrutura eletrônica dos átomos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc17/a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc17/a06.pdf</a>	Sim
35	A Gota Salina de Evans	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/04-EA-191-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/04-EA-191-12.pdf</a>	Sim
36	pH do Solo	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/11-EEQ-3808.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/11-EEQ-3808.pdf</a>	Sim
37	Construindo Conhecimento Científico na sala de aula	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf</a>	Não
38	A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/05-PIBID-51-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/05-PIBID-51-12.pdf</a>	Não
39	A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/09-PE-0909.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/09-PE-0909.pdf</a>	Não
40	Questões de Química no Concurso Vestibular da Unesp	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/04-EA-3409.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/04-EA-3409.pdf</a>	Sim

Tabela 29 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘dificuldades dos alunos’ e ‘conceitos químicos’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Using Art-Based Chemistry Activities to Improve Students' [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed100009a">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed100009a</a>	Não
2	Organic Chemistry Educators' Perspectives on,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed1007266">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed1007266</a>	Sim
3	The Application and Evaluation of a Two-Concept Diagnostic Instrument [...]	<a href="http://goo.gl/Y92yDL">http://goo.gl/Y92yDL</a>	Sim
4	The Examination of Secondary Education Chemistry Curricula,[...]	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1016748.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1016748.pdf</a>	Não
5	The Contribution of Constructivist Instruction Accompanied by,[...]	<a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-009-9167-1">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-009-9167-1</a>	Não
6	Theoretical Hammett Plot for the Gas-Phase Ionization of [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300549z">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300549z</a>	Sim
7	Analysis of the Effect of Sequencing Lecture and Laboratory [...]	<a href="http://search.proquest.com/docview/1033783361">http://search.proquest.com/docview/1033783361</a>	Sim
8	Students' Understanding of Mathematical Expressions [...]	<a href="http://goo.gl/dntUke">http://goo.gl/dntUke</a>	Não
9	"CHEM" opera for Chemistry Education	<a href="http://www.ase.org.uk/journals/school-science-review/2013/12/351/?">http://www.ase.org.uk/journals/school-science-review/2013/12/351/?</a>	Sim
10	Evaluation of Eleventh Grade [...]	<a href="http://www.ied.edu.hk/apfsit/download/v12_issue2_files/boz.pdf">http://www.ied.edu.hk/apfsit/download/v12_issue2_files/boz.pdf</a>	Não
11	Preparation of Gold Nanoparticles Using Tea:[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed2002175">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed2002175</a>	Sim
12	Greening a Chemistry Teaching Methods Course,[...]	<a href="http://jsd.sagepub.com/content/5/2/197">http://jsd.sagepub.com/content/5/2/197</a>	Sim
13	Incorporating a Soap Industry Case Study to Motivate [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300072e">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300072e</a>	Não
14	Role of Concept Cartoons in Chemistry Learning	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ545358.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ545358.pdf</a>	Não
15	High-School Chemistry Teaching through,[...]	<a href="http://goo.gl/awQWSy">http://goo.gl/awQWSy</a>	Não
16	Life-Cycle Analysis and Inquiry-Based,[...]	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015764.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015764.pdf</a>	Não
17	What Does the Acid Ionization Constant [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200512n">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200512n</a>	Sim
18	Designing and Incorporating Green Chemistry,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300468r">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300468r</a>	Sim
19	Integrating Epistemological Perspectives on Chemistry in,[...]	<a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs1191-011-9399-3">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs1191-011-9399-3</a>	Sim
20	The ACS Exams Institute Undergraduate [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400175w">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400175w</a>	Sim
21	Essential Concepts and Underlying Theories from Physics,[...]	<a href="http://goo.gl/OH0Qp0">http://goo.gl/OH0Qp0</a>	Sim
22	Using a Multicultural Approach to Teach Chemistry,[...]	<a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11422-012-9382-6">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11422-012-9382-6</a>	Sim
23	Raman Spectroscopy as the Method of Detection for [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed100016g">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed100016g</a>	Sim
24	Valid and Reliable Assessments to Measure Scale [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400471a">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400471a</a>	Não
25	What Does a Student Know Who Earns a Top Score,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300796r">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300796r</a>	Não
26	Assessing Advanced High School and Undergraduate Students' Thinking [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed500007s">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed500007s</a>	Sim
27	A Chemistry Concept Reasoning Test	<a href="http://goo.gl/YHrKHC">http://goo.gl/YHrKHC</a>	Não
28	What Is This Substance? What Makes It Different?,[...]	<a href="http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2014.927082">http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2014.927082</a>	Não
29	New Perspectives on Context-Based Chemistry Education: [...]	<a href="http://goo.gl/jyOodq">http://goo.gl/jyOodq</a>	Não
30	Sweet and Sustainable: Teaching the Biorefinery [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed3007764">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed3007764</a>	Sim
31	Hungarian University Students' Misunderstandings,[...]	<a href="http://goo.gl/b1MJ5H">http://goo.gl/b1MJ5H</a>	Sim
32	Semantic Mistakes and Didactic Difficulties in Teaching the "Amount of Substance" Concept: A Useful Model	<a href="http://goo.gl/aR1I1o">http://goo.gl/aR1I1o</a>	Sim
33	A Laboratory Experiment To Measure Henry's Law Constants of,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200303x">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200303x</a>	Sim
34	Using the Curriculum Emphasis Concept to Investigate Teachers',[...]	<a href="http://goo.gl/9APhyf">http://goo.gl/9APhyf</a>	Não
35	Emergence, Supervenience, and Introductory Chemical Education	<a href="http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs1191-012-9441-0">http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs1191-012-9441-0</a>	Não
36	A Bridge between Two Cultures: Uncovering the Chemistry Concepts,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200041x">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed200041x</a>	Não
37	Yielding Unexpected Results: Precipitation of Ba3(PO4)2 and Implications for,[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400741k">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400741k</a>	Não
38	Professional Development Aligned with AP Chemistry Curriculum:[...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed5000668">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed5000668</a>	Não
39	Embedding Environmental Sustainability in the [...]	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1012883.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1012883.pdf</a>	Sim
40	Student Use of Web-Based Tutorial Materials and Understanding of Chemistry Concepts	<a href="http://goo.gl/PHizhY">http://goo.gl/PHizhY</a>	Não

Tabela 30 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca do portal *Institute of Education Sciences* (ERIC) pelas palavras-chave: ‘*difficult of students*’ e ‘*chemistry concept*’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Hipermídia e Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf</a>	Não
2	Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf</a>	Não
3	Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf</a>	Não
4	Cibercultura em Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf</a>	Não
5	Palavras Cruzadas como Recurso Didático	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf</a>	Sim
6	Modelos de Átomos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf</a>	Não
7	Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf</a>	Não
8	Jogos no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf</a>	Não
9	Ensino do conceito de equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF</a>	Não
10	O Professor e o Conceito Átomo	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf</a>	Não
11	Tabela Periódica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf</a>	Não
12	Aumentando o Interesse do Alunado pela Química Escolar	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/03-PIBID-126-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/03-PIBID-126-12.pdf</a>	Não
13	Busca de ferramentas na Internet para educação química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabusc19.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabusc19.pdf</a>	Não
14	Compreensões e Significados sobre o PIBID	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/13-PIBID-98-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/13-PIBID-98-12.pdf</a>	Não
15	A História da Química na perspectiva kuhniana	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf</a>	Não
16	Imagens, Analogias, Modelos e Charge	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf</a>	Não
17	Analogias no ensino do equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf</a>	Não
18	O Livro Didático de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/07-PE7110.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/07-PE7110.pdf</a>	Não
19	Grupos de Estudos entre Estudantes Ingressantes	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/11-PEQ-9608.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/11-PEQ-9608.pdf</a>	Não
20	O Mito da Substância	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf</a>	Não
21	O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/04-HQ10509.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/04-HQ10509.pdf</a>	Não
22	Abordagem alternativa no aprendizado de conceitos químicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf</a>	Não
23	A noção clássica de valência	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf</a>	Não
24	Ações e Reflexões Durante o Estágio Supervisionado em Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/10-PE-150-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/10-PE-150-12.pdf</a>	Não
25	Vídros	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf</a>	Não
26	A Água da Fonte Natural	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf</a>	Não

Tabela 31 – Os 26 artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘modelos atômicos’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Is It Time to Retire the Hybrid Atomic Orbital?	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100155c">http://dx.doi.org/10.1021/ed100155c</a>	Não
2	Using AFM Force Curves to Explore Properties of Elastomers	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed3001792">http://dx.doi.org/10.1021/ed3001792</a>	Não
3	Periodic Properties and Inquiry: Student Mental Models Observed during a Periodic Table Puzzle Activity	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200625e">http://dx.doi.org/10.1021/ed200625e</a>	Não
4	Examining Pre-Service Teachers' Use of Atomic Models in Explaining Subsequent Ionisation Energy Values	<a href="http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9333-0">http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9333-0</a>	Não
5	Do General Physics Textbooks Discuss Scientists' Ideas about Atomic Structure? A Case in Korea	<a href="http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/48/1/57">http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/48/1/57</a>	Não
6	Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student Mental Models and Troublesomeness	<a href="http://goo.gl/sWgTYN">http://goo.gl/sWgTYN</a>	Não
7	Exploring Conceptual Frameworks of Models of Atomic Structures and Periodic Variations, Chemical Bonding, [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20116J">http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20116J</a>	Não
8	A Comparison between Elementary School Students' Mental Models and Visualizations in Textbooks for the Concept of Atom	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ542254.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ542254.pdf</a>	Não
9	Presentation of Atomic Structure in Turkish General Chemistry Textbooks	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/b914503f">http://dx.doi.org/10.1039/b914503f</a>	Não
10	Experimenting from a Distance in the Case of Rutherford Scattering	<a href="http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/31/4/003">http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/31/4/003</a>	Sim
11	Partial Characterization of a Novel Amphibian Hemoglobin as a Model for Graduate Student Investigation on [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20564">http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20564</a>	Não
12	The Analog Atomic Force Microscope: Measuring, Modeling, and Graphing for Middle School	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200704j">http://dx.doi.org/10.1021/ed200704j</a>	Sim
13	Visualization and Interactivity in the Teaching of Chemistry to Science and Non-Science Students	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/b901462b">http://dx.doi.org/10.1039/b901462b</a>	Não
14	The Periodic Pyramid	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed3007567">http://dx.doi.org/10.1021/ed3007567</a>	Não
15	Unlocking the Atom	<a href="http://goo.gl/kUStLj">http://goo.gl/kUStLj</a>	Não
16	Let Us Give Lewis Acid-Base Theory the Priority It Deserves	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/">http://jchemed.chem.wisc.edu/</a>	Não
17	Students' Levels of Explanations, Models, and Misconceptions in Basic Quantum Chemistry: A Phenomenographic Study	<a href="http://dx.doi.org/10.1002/tea.20279">http://dx.doi.org/10.1002/tea.20279</a>	Não
18	Welcome to Nanoscience: Interdisciplinary Environmental Explorations, Grades 9-12	<a href="http://goo.gl/qRLHWb">http://goo.gl/qRLHWb</a>	Não
19	A Guided-Inquiry Lab for the Analysis of the Balmer Series of the Hydrogen Atomic Spectrum	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed1003146">http://dx.doi.org/10.1021/ed1003146</a>	Não
20	Teaching Avogadro's Hypothesis and Helping Students to See the World Differently	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Oct/abs1372.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Oct/abs1372.html</a>	Não
21	Swap Meet: A Novel Way to Introduce Unit Conversion	<a href="http://goo.gl/4kLXae">http://goo.gl/4kLXae</a>	Não
22	The Return of the Black Box	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Apr/abs541.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Apr/abs541.html</a>	Não
23	Using Denatured Egg White as a Macroscopic Model for Teaching Protein Structure [...]	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2007/Dec/abs1941.html">http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2007/Dec/abs1941.html</a>	Não
24	Tactile Teaching: Exploring Protein Structure/Function Using Physical Models	<a href="http://dx.doi.org/10.1002/bmb.2006.494034042649">http://dx.doi.org/10.1002/bmb.2006.494034042649</a>	Não
25	Bridging Scientific Reasoning and Conceptual Change through Adaptive Web-Based Learning	<a href="http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1002/tea.20309">http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1002/tea.20309</a>	Não
26	Prospective Teachers' Misconceptions about the Atomic Structure in the Context of Electrification by Friction and an Activity in Order to Remedy Them	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ841631.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ841631.pdf</a>	Não

Tabela 32 – Os 26 artigos retornados na busca do portal *Institute of Education Sciences (ERIC)* pelas palavras-chave: ‘*chemistry games*’ e ‘*atomic model*’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Palavras Cruzadas como Recurso Didático	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf</a>	Não
2	Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf</a>	Não
3	Cibercultura em Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf</a>	Não
4	Hipermídia e Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf</a>	Não
5	Atividades Didático-Pedagógicas para o Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/08-RSA-63-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/08-RSA-63-12.pdf</a>	Não
6	Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf</a>	Sim
7	Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/06-RSA-69-12.pdf</a>	Sim
8	Busca de ferramentas na Internet para educação química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabuseca19.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabuseca19.pdf</a>	Não
9	Jogos no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf</a>	Não
10	Tabela Periódica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf</a>	Sim
11	Improvisações Teatrais no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/06-RSA-37-11.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/06-RSA-37-11.pdf</a>	Não
12	O Professor e o Conceito Átomo	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf</a>	Não
13	Ferramentas do Químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc05/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc05/conceito.pdf</a>	Não
14	A noção clássica de valência	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf</a>	Não
15	Analogias no ensino do equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf</a>	Não
16	O Mito da Substância	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf</a>	Não
17	Abordagem alternativa no aprendizado de conceitos químicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf</a>	Sim
18	A História da Química na perspectiva kuhniiana	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf</a>	Não
19	Ensino do conceito de equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF</a>	Não
20	Determinação de cálcio e ferro em leite enriquecido	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf</a>	Não
21	Química atmosférica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf</a>	Não
22	Imagens, Analogias, Modelos e Charge	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf</a>	Não
23	Compreensões e Significados sobre o PIBID	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/13-PIBID-98-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/13-PIBID-98-12.pdf</a>	Não
24	Vídeos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf</a>	Não
25	A Água da Fonte Natural	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_2/06-RSA-106-12.pdf</a>	Não
26	O Prêmio Nobel de Química 2013	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/05-AQ-88-13.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/05-AQ-88-13.pdf</a>	Não
27	Grupos de Estudos entre Estudantes Ingressantes	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/11-PEQ-9608.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/11-PEQ-9608.pdf</a>	Não

Tabela 33 – Os 27 artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘estrutura atômica’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	Molecular Dynamics Simulations of Chemical Reactions for Use in Education	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2006/Jan/abs77.html">http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2006/Jan/abs77.html</a>	Não
2	Let Us Give Lewis Acid-Base Theory the Priority It Deserves	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/">http://jchemed.chem.wisc.edu/</a>	Não
3	Teaching with Crystal Structures: Helping Students Recognize and Classify the Smallest [...]	<a href="http://goo.gl/3fwbAP">http://goo.gl/3fwbAP</a>	Não
4	Use of the Primitive Unit Cell in Understanding Subtle Features of the Cubic Closest-Packed Structure	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Jan/abs90.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Jan/abs90.html</a>	Não
5	Unlocking the Atom	<a href="http://goo.gl/2RqKGB">http://goo.gl/2RqKGB</a>	Sim
6	On the Relative Merits of Non-Orthogonal and Orthogonal Valence Bond Methods Illustrated on the Hydrogen Molecule	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Jan/abs150.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Jan/abs150.html</a>	Não
7	Measurement of Iron in Egg Yolk: An Instrumental Analysis Experiment Using Biochemical Principles	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Mar/abs399.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2008/Mar/abs399.html</a>	Não
8	How in Spite of the Rhetoric, History of Chemistry Has Been Ignored in Presenting Atomic Structure in Textbooks.	<a href="http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1016599623871">http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1016599623871</a>	Não
9	Using Games To Teach Chemistry: An Annotated Bibliography.	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed076p481">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed076p481</a>	Não
10	Is It Time to Retire the Hybrid Atomic Orbital?	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100155c">http://dx.doi.org/10.1021/ed100155c</a>	Não
11	Using Atomic Orbitals and Kinesthetic Learning to Authentically Derive Molecular Stretching Vibrations	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed300045q">http://dx.doi.org/10.1021/ed300045q</a>	Não
12	Do General Physics Textbooks Discuss Scientists' Ideas about Atomic Structure? A Case in Korea	<a href="http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/48/1/57">http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/48/1/57</a>	Não
13	The Atomic Intrinsic Integration Approach: A Structured Methodology for the Design of Games for the Conceptual [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.025">http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.025</a>	Sim
14	Using AFM Force Curves to Explore Properties of Elastomers	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed3001792">http://dx.doi.org/10.1021/ed3001792</a>	Não
15	The Separate and Collective Effects of Personalization, Personalification, and Gender on Learning with Multimedia Chemistry [...]	<a href="http://goo.gl/KdqEm3">http://goo.gl/KdqEm3</a>	Sim
16	Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student Mental Models and Troublesomeness	<a href="http://goo.gl/sNWW8s">http://goo.gl/sNWW8s</a>	Não
17	Introductory Molecular Orbital Theory: An Honors General Chemistry Computational Lab as Implemented Using Three-Dimensional Modeling Software	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed2003719">http://dx.doi.org/10.1021/ed2003719</a>	Não
18	Exploring Conceptual Frameworks of Models of Atomic Structures and Periodic Variations, Chemical Bonding, [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20116J">http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20116J</a>	Não
19	Proteopedia Entry: The Large Ribosomal Subunit of "Haloarcula Marismortui"	<a href="http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20444">http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20444</a>	Não
20	Teaching the Spin Selection Rule: An Inductive Approach	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200795t">http://dx.doi.org/10.1021/ed200795t</a>	Não
21	Physical Construction of the Chemical Atom: Is It Convenient to Go All the Way Back?	<a href="http://dx.doi.org/10.1007/s11191-008-9156-4">http://dx.doi.org/10.1007/s11191-008-9156-4</a>	Não
22	A Variational Monte Carlo Approach to Atomic Structure	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/">http://jchemed.chem.wisc.edu/</a>	Não
23	An Example of Body-Centered Cubic Crystal Structure: The Atomium in Brussels as an Educative Tool [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200841y">http://dx.doi.org/10.1021/ed200841y</a>	Não
24	Hall Determination of Atomic Radii of Alkali Metals	<a href="http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/43/5/009">http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/43/5/009</a>	Não
25	Presentation of Atomic Structure in Turkish General Chemistry Textbooks	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/b914503f">http://dx.doi.org/10.1039/b914503f</a>	Não
26	Atomic Force Microscopy Analysis of Nanocrystalline Patterns Fabricated Using Micromolding in Capillaries	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200235b">http://dx.doi.org/10.1021/ed200235b</a>	Não
27	Determination of the Relative Atomic Masses of Metals by Liberation of Molecular Hydrogen	<a href="http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2009/Mar/abs350.html">http://www.jce.divched.org/Journal/Issues/2009/Mar/abs350.html</a>	Não

Tabela 34 – Os 27 artigos retornados na busca do portal *Institute of Education Sciences* (ERIC) pelas palavras-chave: ‘*chemistry games*’ e ‘*atomic structure*’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	O Ludo como um jogo para discutir conceitos em Termoquímica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a07.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a07.pdf</a>	Sim
2	Ensino do conceito de equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF</a>	Sim
3	Palavras Cruzadas como Recurso Didático	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf</a>	Não
4	Atividades Didático-Pedagógicas para o Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/08-RSA-63-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/08-RSA-63-12.pdf</a>	Não
5	A História da Química na perspectiva kuhniana	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc20/v20a06.pdf</a>	Não
6	Reações Químicas	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/conceito.pdf</a>	Não
7	Jogo Didático Investigativo	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/prelo/RSA-12-13.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/prelo/RSA-12-13.pdf</a>	Sim
8	Aumentando o Interesse do Alunado pela Química Escolar	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/03-PIBID-126-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/03-PIBID-126-12.pdf</a>	Não
9	Ensino Experimental de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf</a>	Não
10	A noção clássica de valência	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/07/a04.pdf</a>	Não
11	Chuva ácida, equilíbrio químico e acidez	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf</a>	Não
12	Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf</a>	Não
13	Júri químico e a discussão de conceitos químicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a04.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a04.pdf</a>	Sim
14	Química no Efeito Estufa	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf</a>	Não
15	Relatos de Experiências do PIBID	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/06-PIBID-66-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/06-PIBID-66-12.pdf</a>	Não
16	Ferramentas do Químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc05/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc05/conceito.pdf</a>	Não
17	Analogias no ensino do equilíbrio químico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc27/04-ibero-3.pdf</a>	Não
18	Determinação de cálcio e ferro em leite enriquecido	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf</a>	Não
19	Interações intermoleculares	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/interac.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/interac.pdf</a>	Não
20	Química atmosférica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf</a>	Não
21	Funções da Química Inorgânica	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/conceito.pdf</a>	Não
22	Táticas de Resistência e Aulas de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/aluno.pdf</a>	Não
23	Fullerenos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/actual.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc04/actual.pdf</a>	Não
24	Busca de ferramentas na Internet para educação química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabusa19.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a02Umabusa19.pdf</a>	Não
25	Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf</a>	Não
26	Química por meio do teatro	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc25/rsa02.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc25/rsa02.pdf</a>	Não
27	A Formação das Soluções	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf</a>	Não
28	Cibercultura em Ensino de Química	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf</a>	Não
29	Pilhas e baterias	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf</a>	Não
30	Jardins Químicos, Stéplane Leduc e a Origem da Vida	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/03-HQ-141-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_3/03-HQ-141-12.pdf</a>	Não
31	Imagens, Analogias, Modelos e Charge	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc36_3/07-RSA-127-12.pdf</a>	Não
32	Abordagem alternativa no aprendizado de conceitos químicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf</a>	Não
33	A Importância do PIBID para a Realização de Atividades Experimentais	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/prelo/PIBID-119-12.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/prelo/PIBID-119-12.pdf</a>	Não
34	O Mito da Substância	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf</a>	Não
35	Construindo Conhecimento Científico	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf</a>	Não
36	O Prêmio Nobel de Química 2013	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/05-AQ-88-13.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_4/05-AQ-88-13.pdf</a>	Não
37	Vídros	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf</a>	Não
38	Hipermídia e Modelos Atômicos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf</a>	Não
39	Bases matemáticas da volumetria	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc13/v13a03.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc13/v13a03.pdf</a>	Não
40	Modelos de Átomos	<a href="http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf">http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf</a>	Não

Tabela 35 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca da revista Química Nova na Escola (QNEsc) pelas palavras-chave: ‘jogos de química’ e ‘reações químicas’.

Nº	Nome do artigo	Link para acesso	Usado?
1	"CHEM" opera for Chemistry Education	<a href="http://goo.gl/QtZIXO">http://goo.gl/QtZIXO</a>	-
2	The "Mushroom Cloud" Demonstration Revisited	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed3004808">http://dx.doi.org/10.1021/ed3004808</a>	-
3	Are They Climbing the Pyramid? Rating Student-Generated Questions in a Game Design Project	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1007072.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1007072.pdf</a>	-
4	Development and Assessment of a Chemistry-Based Computer Video Game as a Learning Tool	<a href="http://goo.gl/8jQH2n">http://goo.gl/8jQH2n</a>	-
5	Rearrangements of Allylic Sulfonates to Sulfones: A Mechanistic Study	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100299x">http://dx.doi.org/10.1021/ed100299x</a>	-
6	Using a Poetry Reading on Hemoglobin to Enhance Subject Matter	<a href="http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed300129q">http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed300129q</a>	-
7	Collection Development: Celebrating Chemistry, February 1, 2011	<a href="http://eric.ed.gov/?id=EJ940912">http://eric.ed.gov/?id=EJ940912</a>	-
8	Reaction-Map of Organic Chemistry	<a href="http://jchemed.chem.wisc.edu/">http://jchemed.chem.wisc.edu/</a>	-
9	CARBOHYDECK: A Card Game to Teach the Stereochemistry of [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed084p977">http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed084p977</a>	-
10	Synthesis of Ethyl Nalidixate: A Medicinal Chemistry Experiment	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200148h">http://dx.doi.org/10.1021/ed200148h</a>	-
11	Holistic Metrics for Assessment of the Greenness of Chemical Reactions [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed300232w">http://dx.doi.org/10.1021/ed300232w</a>	-
12	Hungarian University Students' Misunderstandings in Thermodynamics [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20015E">http://dx.doi.org/10.1039/C2RP20015E</a>	-
13	Perry's Scheme of Intellectual and Epistemological Development as a [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1039/C005469K">http://dx.doi.org/10.1039/C005469K</a>	-
14	Green, Enzymatic Syntheses of Divanillin and Diapocynin for the Organic, [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed8001607">http://dx.doi.org/10.1021/ed8001607</a>	-
15	The Impact of Teacher Assigned but Not Graded Compared to Teacher [...]	<a href="http://goo.gl/5zACb7">http://goo.gl/5zACb7</a>	-
16	Six Impossible Mechanisms before Breakfast: Arrow Pushing as an [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed3006693">http://dx.doi.org/10.1021/ed3006693</a>	-
17	The Cyclohexanol Cycle and Synthesis of Nylon 6,6: Green Chemistry [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed2000878">http://dx.doi.org/10.1021/ed2000878</a>	-
18	Effect of Case Studies on Primary School Teaching Students' Attitudes [...]	<a href="http://goo.gl/XreT04">http://goo.gl/XreT04</a>	-
19	Discrimination of Inner- and Outer-Sphere Electrode Reactions by Cyclic [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200604m">http://dx.doi.org/10.1021/ed200604m</a>	-
20	Evaluation of Eleventh Grade Turkish Pupils' Comprehension of General [...]	<a href="http://goo.gl/T23PID">http://goo.gl/T23PID</a>	-
21	A Sustainable Protocol for the Aqueous Multicomponent Petasis [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200509q">http://dx.doi.org/10.1021/ed200509q</a>	-
22	The Petasis Reaction: Microscale Synthesis of a Tertiary Amine [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200426m">http://dx.doi.org/10.1021/ed200426m</a>	-
23	Becoming Chemists through Game-Based Inquiry Learning: The Case of [...]	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ985421.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ985421.pdf</a>	-
24	Green Oxidation of Menthol Enantiomers and Analysis by Circular [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed2008608">http://dx.doi.org/10.1021/ed2008608</a>	-
25	College Students' Understanding of the Particulate Nature of Matter [...]	<a href="http://goo.gl/nbwL5I">http://goo.gl/nbwL5I</a>	-
26	Puzzling through General Chemistry: A Light-Hearted Approach to [...]	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed084p619">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed084p619</a>	-
27	Biodiesel Synthesis and Evaluation: An Organic Chemistry Experiment	<a href="http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed084p296">http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed084p296</a>	-
28	Does Mechanistic Thinking Improve Student Success in Organic Chemistry?	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200394d">http://dx.doi.org/10.1021/ed200394d</a>	-
29	Chemistry in Victorian Detective Fiction: "A Race with the Sun"	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200110z">http://dx.doi.org/10.1021/ed200110z</a>	-
30	Chemical Mahjong	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100900m">http://dx.doi.org/10.1021/ed100900m</a>	-
31	Clock Reaction: Outreach Attraction	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100298e">http://dx.doi.org/10.1021/ed100298e</a>	-
32	Kinetic Parameters for the Noncatalyzed and Enzyme-Catalyzed [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed101079k">http://dx.doi.org/10.1021/ed101079k</a>	-
33	Understanding Chemical Reaction Kinetics and Equilibrium with [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed1010773">http://dx.doi.org/10.1021/ed1010773</a>	-
34	The Chemistry of Lightsticks: Demonstrations to Illustrate Chemical [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200328d">http://dx.doi.org/10.1021/ed200328d</a>	-
35	The Chemistry of Perfume: A Laboratory Course for Nonscience Majors	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed2004033">http://dx.doi.org/10.1021/ed2004033</a>	-
36	"Molecules-in-Medicine": Peer-Evaluated Presentations in a [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed2003737">http://dx.doi.org/10.1021/ed2003737</a>	-
37	Adaptive Instructional Aids for Teaching a Blind Student in a [...]	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed1000153">http://dx.doi.org/10.1021/ed1000153</a>	-
38	Organic Chemistry Trivia: A Way to Interest Nonchemistry Majors	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed1006212">http://dx.doi.org/10.1021/ed1006212</a>	-
39	Organic Mastery: An Activity for the Undergraduate Classroom	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed200015v">http://dx.doi.org/10.1021/ed200015v</a>	-
40	Oxidation and Reduction: Too Many Definitions?	<a href="http://dx.doi.org/10.1021/ed100777q">http://dx.doi.org/10.1021/ed100777q</a>	-

Tabela 36 – Os 40 primeiros artigos retornados na busca do portal *Institute of Education Sciences (ERIC)* pelas palavras-chave: 'chemistry games' e 'chemistry reaction'.

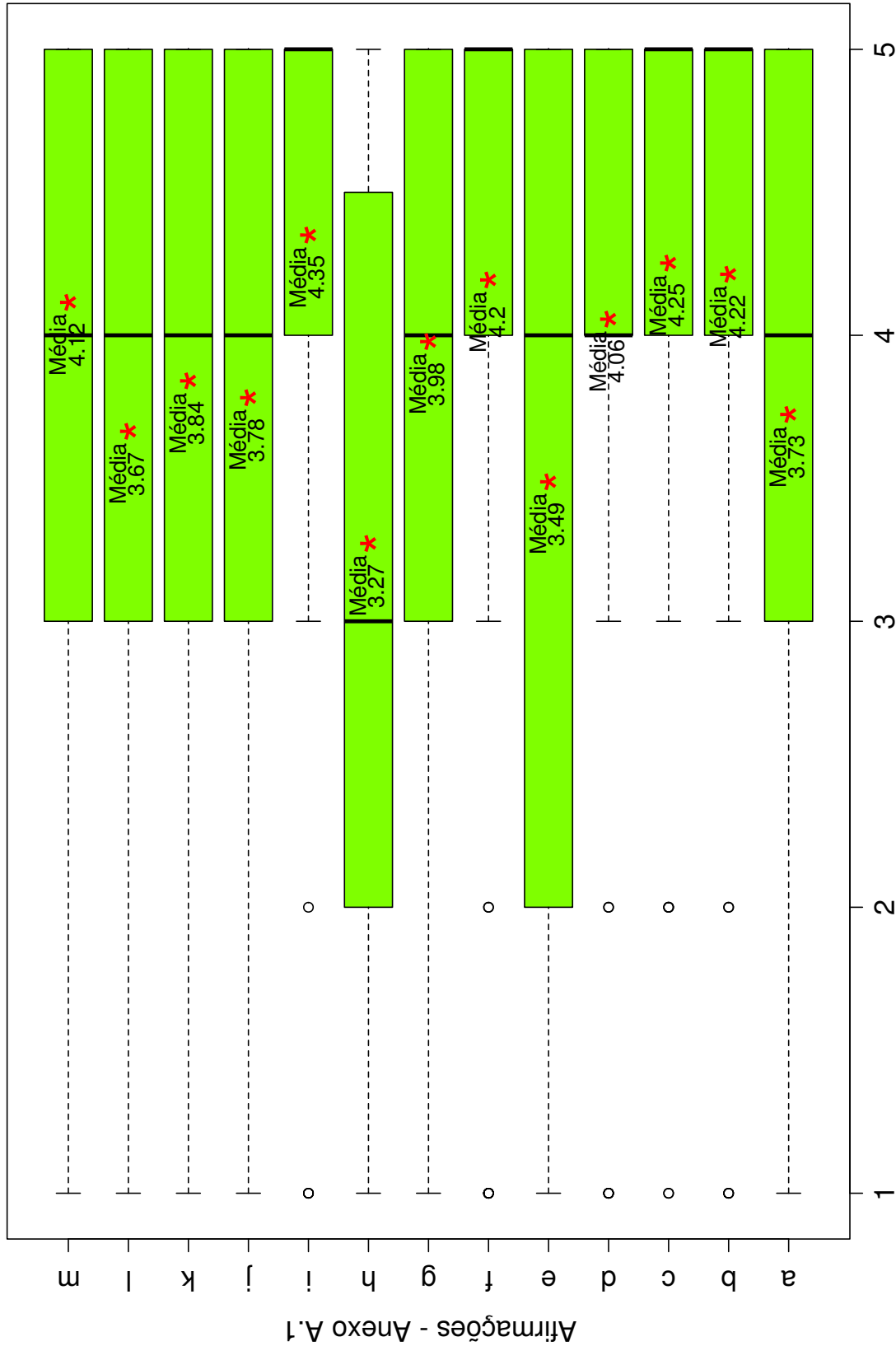


# ANEXO D – Dados Quantitativos - Gráficos

## - Distribuição dos dados (Média, Mediana, Q1, Q3)

- D.1 Em relação ao *teste piloto* - **Jogadores** - Figura 72
- D.2 Em relação ao *teste piloto* - **Professores** - Figura 73
- D.3 Respondentes - **Game Designers** - Figura 74
- D.4 Respondentes - **Professores** - Figura 75

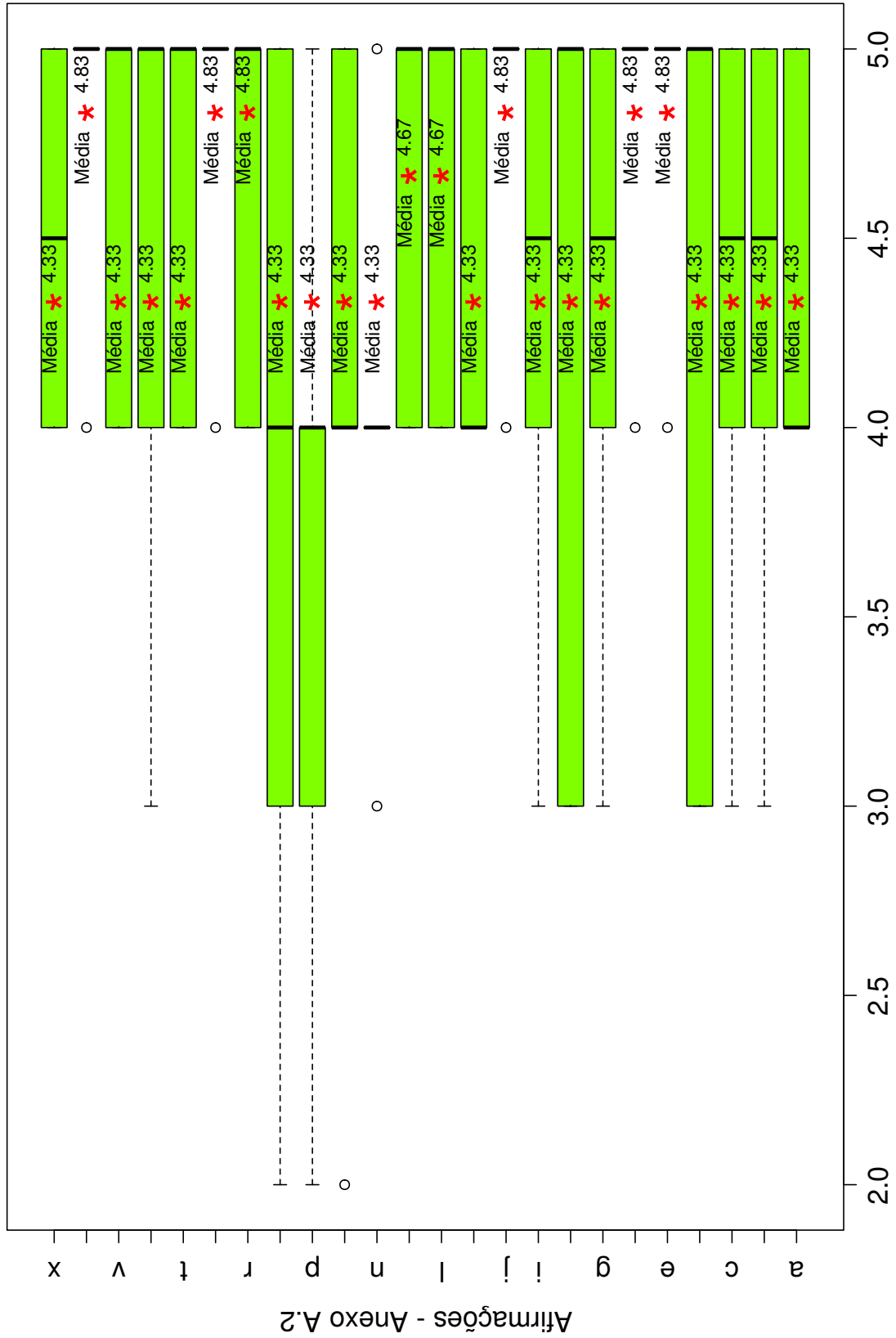
**Distribuição do conjunto de dados - Teste Piloto (Jogadores)**



Escala Likert (1=Discordo plenamente, 2=Discordo, 3=Indiferente, 4=Concordo, 5=Concordo plenamente)

Figura 72 – Gráfico *BoxPlot* - Afirmações do Anexo A.1 e a distribuição dos dados (Média, Mediana, Q1, Q3)

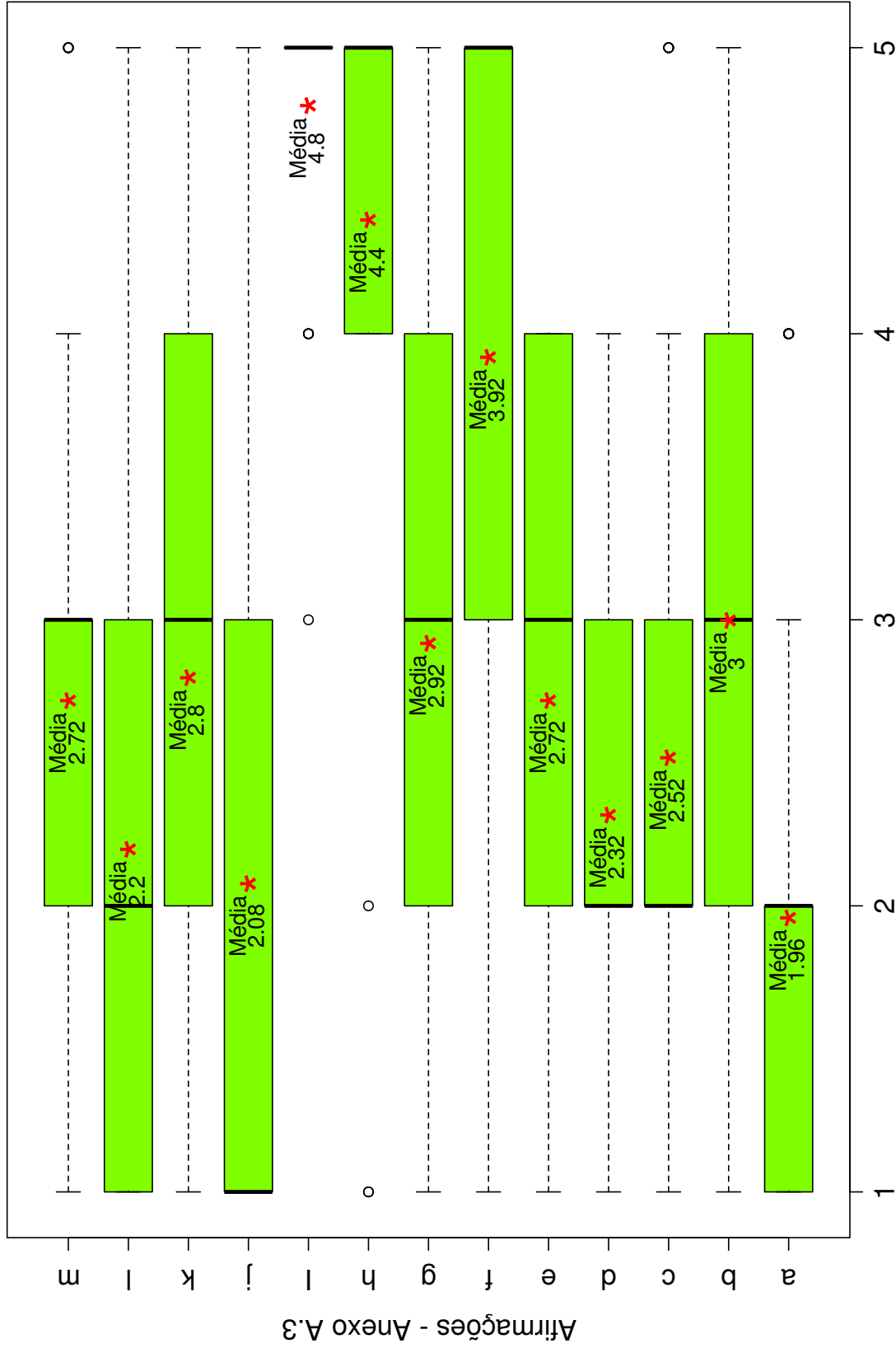
### Distribuição do conjunto de dados - Teste Piloto (Professores)



Escala Likert (1=Discordo plenamente,2=Discordo,3=Indiferente,4=Concordo,5=Concordo plenamente)

Figura 73 – Gráfico *BoxPlot* - Afirmações do Anexo A.2 e a distribuição dos dados (Média, Mediana, Q1, Q3)

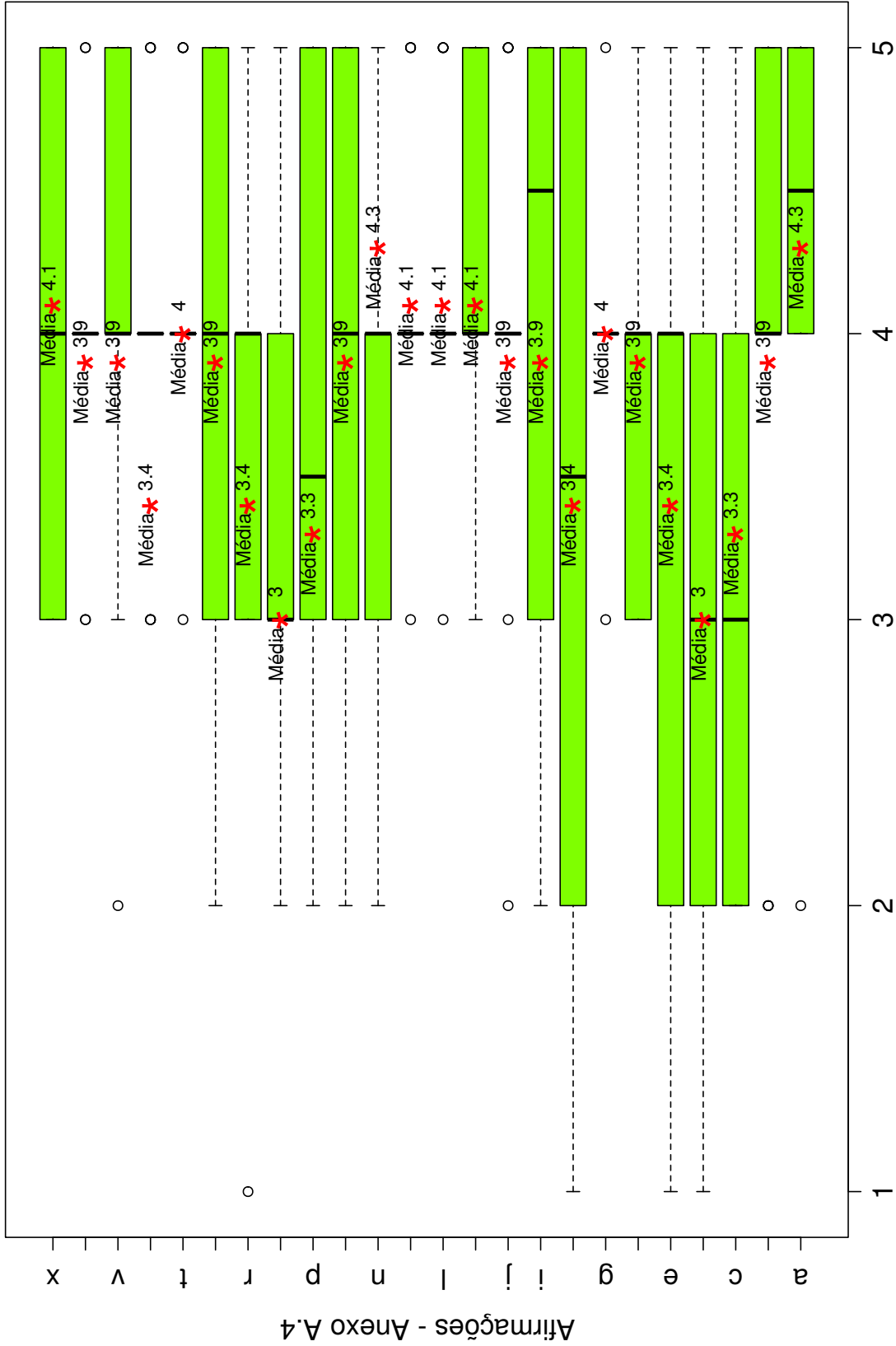
### Distribuição do conjunto de dados - Game Designers



Escala Likert (1=Discordo plenamente, 2=Discordo, 3=Indiferente, 4=Concordo, 5=Concordo plenamente)

Figura 74 – Gráfico *BoxPlot* - Afirmações do Anexo A.3 e a distribuição dos dados (Média, Mediana, Q1, Q3)

### Distribuição do conjunto de dados - Professores



Escala Likert (1=Discordo plenamente, 2=Discordo, 3=Indiferente, 4=Concordo, 5=Concordo plenamente)

Figura 75 – Gráfico *BoxPlot* - Afirmações do Anexo A.4 e a distribuição dos dados (Média, Mediana, Q1, Q3)

## ANEXO E – Dados Qualitativos

A seguir, na íntegra, as contribuições dadas pelos respondentes<sup>1</sup> (especialistas em suas áreas) desta pesquisa. Eles dissertaram sobre as possíveis melhorias para o jogo. Reportaram erros, seja ele do *design* ou até mesmo na programação e nos conteúdos. Indicaram possíveis modificações e também atentaram para prováveis conteúdos que não estavam fazendo sentido no jogo, e que poderiam ser excluídos do mesmo. Cada respondente é associado aleatoriamente a um número, ex: ‘Respondente 01’.

### E.1 Respondentes - *Game Designers*

#### **Respondente 01 - *Você encontrou algum erro no jogo analisado ?***

O menu iniciar não tem opção para desativar o som, o que é extremamente necessário. A inércia dos blocos é muito alta, talvez um cálculo de atrito. Além disso a movimentação do personagem está um pouquinho alta de mais, se possível um controle nas opções ou diminuir um pouco a sensibilidade =)

#### **Respondente 01 - *O que você modificaria no jogo ?***

Os elementos (imagens) do jogo estão um pouco pequenos e um pouco difíceis de identificar. A física está uns 75% OK, tirando pelos blocos. A transição poderia ser um pouco diferente (mais rápida talvez). A narrativa está muito boa, acho que investir numa narração além da de balões seria interessante, por exemplo no canto inferior. Falta opções de som e teclado também.

#### **Respondente 01 - *O que você acrescentaria ao jogo ?***

Focar em narrativa, física mais dinâmica.

<sup>1</sup> *Game Designers* e Professores de Química e/ou Ciências.

**Respondente 01** - *O que você excluiria do jogo ?*

Transições.

**Respondente 02** - *Você encontrou algum erro no jogo analisado ?*

O jogo poderia ser um pouco mais dinâmico (menos textos, mais interação), e os controles poderiam ser ajustáveis ou menos sensíveis (tive muitos problemas com as caixas!)

**Respondente 03** - *Você encontrou algum erro no jogo analisado ?*

- Quando cliquei na barra de loading, carregou um outro site, entretanto o loading parou e não continuou.
- Não achei o meu personagem no mapa, e não consegui passar da primeira fase pq não sabia quem eu era.
- Péssimo jogo.

**Respondente 03** - *O que você modificaria no jogo ?*

Arte ruim, falta de acabamentos, contraste entre personagens e cenário muito ruim dificultando o entendimento do jogo e das fases.

**Respondente 04 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

A música parava quando a dica aparecia.

**Respondente 04 - O que você modificaria no jogo ?**

O jogo inteiro. Não está muito apresentável/divertido e está tudo muito confuso. As regras não são muito claras e foi difícil até achar o personagem no primeiro momento. Tanto que foi preciso que vocês adicionassem uma seta vermelha para indicar ao jogador.

**Respondente 04 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Deixaria o jogo mais direto com os objetivos/propósitos do jogo.

**Respondente 04 - O que você excluiria do jogo ?**

Simplificaria o jogo para tentar focar na mecânica/gameplay/objetivo e não deixar o jogador perdido e muito menos perdido até que falte vontade de tentar jogar.

**Respondente 05 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

Erro de programação nenhum, mas acredito possuir erros no modelo de game design.



**Respondente 05 - O que você modificaria no jogo ?**

Traria uma conexão maior do tema abordado (física atômica) com o gameplay. Atualmente o tema só é tratado em textos cuja leitura não são fundamentais para o progresso do jogo.

**Respondente 05 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Acrescentaria mecânicas que necessitassem de algum conhecimento ou ligação com a temática abortada, fazendo com que o aluno busque compreender o assunto para poder passar o desafio proposto. Não de maneira escolar, mas de maneira prática e mais natural possível.

**Respondente 05 - O que você excluiria do jogo ?**

Os gráficos. Esses estão muito simples e desinteressantes para manter o jogador preso ao game.

**Respondente 06 - O que você modificaria no jogo ?**

Mudaria os desafios das fases para algo que poderia ser superado com a informação das anotações.

**Respondente 06 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Eu aumentaria a frequência com que são apresentadas as perguntas relacionadas ao tema do ensino, pois eram muitas anotações de laboratório para uma pergunta.

**Respondente 06 - O que você excluiria do jogo ?**

Excluiria algumas partes de cenário que não podiam ser acessadas pelo jogador, continham efeitos visuais chamativos e não acrescentavam jogabilidade ou história ao jogo.

**Respondente 07 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

- Algumas vezes o jogador fica preso em cantos de tela ou quinas de parede, aparentemente a demarcação de colisão pode estar maior que os próprios objetos.
- É impossível saber o que realmente pode ou não matar o jogador durante as fases, existem coisas que são neutras e coisas que são hostís misturadas, dificultando a adaptação ao jogo.
- Algumas vezes os inimigos matam o jogador sem explicação, imagino que a área de colisão dos mesmos podem ser maiores que os próprios assets.
- Isto não é bem um erro, mas o level design poderia aumentar e dificultar gradualmente, dando tempo ao jogador para aprender a se movimentar e apresentar as pistas e perigos gradualmente."

**Respondente 07 - O que você modificaria no jogo ?**

- Não existe uma progressão clara no jogo, ele começa e termina quase que igual, são raras as fases que aparece algo novo que empolga o jogador.
- As mecânicas do jogo são legais, caixas para empurrar, inimigos com padrões, mas eles são apresentados de uma forma tão aleatória que passa uma impressão de que os levels não foram feitos com um objetivo maior.
- Algumas fases apresentam várias pistas, química pode ser um pouco abstrato para algumas pessoas e ao apresentar vários documentos com informações na mesma fase,

você pode estar apaganda da cabeça da pessoa algo que ela leu em outra dica a 10 segundos atrás."

**Respondente 07 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Primeiramente, modificaria as fases para apresentarem novos conteúdos clamamente e aos poucos apresentaria cada um dos obstáculos (o Cut the Rope é um ótimo exemplo disso, eles apresentam uma mecânica e o jogador joga de 2 a 3 fases antes de aprender uma nova).
- Após isso, dividiria mais os assuntos, para o jogador aprender menos mas com mais eficiencia (técnica pomodoro de estudo).
- E por fim, adicionaria uma pergunta ao final de cada fase, abordando o material mostrado na mesma.

**Respondente 07 - O que você excluiria do jogo ?**

- Posso ter sido eu mas não encontrei uma utilidade para os queijos, eles são apenas somados até onde eu reparei (posso estar errado).
- Existem salas em algumas fases que são apenas ruídos visuais, elas não apresentam nenhum objetivo ou obstáculo para o jogador, isso é algo que eu costumo evitar pois tira o foco do jogador para algo que não tem utilidade."

**Respondente 08** - *O que você modificaria no jogo ?*

- O jogo tem muita leitura. Um dos maiores desafios de se fazer um jogo educativo é deixar que o game play flua, mas ao mesmo tempo tentando passar o conteúdo para o jogador. Muito texto ou muita informação ao mesmo tempo, principalmente quando o jogo é pausado para que o jogador possa ler, faz com que a jogabilidade seja prejudicada e jogador acaba ou desistindo ou não lendo nada e fazendo na tentativa e erro.
- Muitas partes do jogo são inacessíveis. Não sei se eu perdi algum comando, porém não consegui acessar muitas partes das fases que continham itens, pois elas eram completamente fechadas por grades ou paredes.

**Respondente 08** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

Adicionaria mais elementos de puzzles que fariam com que o jogador usasse seus conhecimentos de química sem precisar de muita leitura.

**Respondente 08** - *O que você excluiria do jogo ?*

Poluição visual. Toda fase tem muitos inimigos diferentes, muitos terrenos, muitos objetos, etc isso deixa a fase difícil de entender e gera um poluição visual que não colabora para a beleza do jogo.

**Respondente 09** - *Você encontrou algum erro no jogo analisado ?*

- Há uma quebra na dinâmica/fluxo a todo momento que precisamos ler um documento/pista no jogo. Mesmo sendo a proposta do jogo educativa, sentimos uma quebra na dinâmica.

- Podemos passar pelas fases sem passar pelos documentos/pistas
- Na última fase há uma pergunta e se o aluno souber ele acerta mesmo sem ter lido os documentos anteriores (e não aprendeu com o restante das pistas), entretanto, se ele errar, fica frustrado e não necessariamente compreende que foi pelo motivo de não ter lido as pistas e apenas acha o jogo ruim/chato.
- O objetivo principal de um game é entretenimento e no caso de um game educativo, secundariamente transmitir conhecimento através do ato de jogá-lo (diversão + educação), porém, no caso do Mr. Ratômico ambas não estão devidamente mescladas. Neste jogo parece que as duas estão separadas. Existe um jogo do ratinho de laboratório e existe uma tentativa de fazer o aluno ler os documentos. O aluno pode passar sem ler o que prejudica a parte educativa.
- Minha sugestão seria criar uma mecânica de jogo que os conceitos de química fossem aos poucos transmitidos e fossem parte essencial para a resolução das fases. Mesmo que simples. Preferencialmente sem ser com perguntas e respostas (transmitir o conhecimento sem ser semelhante ao convencional leitura (estudo) -> prova (teste)).
- Segue uma ideia para puzzles que poderiam ter no decorrer das fases: Pensando em passar o conhecimento de átomos (e seus prótons, neutrons e elétrons) e moléculas podemos fazer um puzzle em que você reorganiza várias bolinhas com tamanhos e cores diferentes em alusão às partículas e que precisam ser agrupadas de forma específica para formar átomos necessários para passar a fase. Digamos que você precise encher um tanque com água e assim, hidraulicamente irá colocar uma máquina para funcionar e uma porta se abrirá, então vc precisa formar o H<sub>2</sub>O, (na cena haverá elementos para o jogador escolher e que serão transformados pelo Mr. Ratômico). No cenário poderá ter cartazes no laboratório com o diagrama da molécula da água, dos átomos de hidrogênio e oxigênio. Para ilustrar a história, podemos inventar que o Mr. Ratômico (após experimentos mirabolantes que foram feitos nele) consegue agora modificar a estrutura atômico de objetos (um rato mutante com super poderes!), mas ele fica esgotado toda vez que usa seu poder, por isso primeiro ele deve coletar os queijos para encher a barra de energia e usar os poderes (assim faz com que o jogador precise coletar os queijos para então usar seu poder mutante, que esgota sua energia e por isso não pode ficar alterando tudo o tempo todo). Agora teria que desenvolver uma mecânica de jogo que fosse ao mesmo tempo divertido e que colocasse a massa cinzenta da garotada para formar os átomos e as moléculas

necessárias com as tais bolinhas, poderia ser usando agilidade, para pegar ou empurrar as bolinhas que ficariam de um lado para o outro na tela (no momento de resolver este puzzle, seria uma tela diferente, não é a mesma visão superior do laboratório). Para este puzzle, poderia ter na cena um tubo de Neônio, daí o jogador o pegaria e quando chegasse no tanque usaria seu poder para desfazer os átomos para ficar dois H 1p e um O 6p e depois precisaria fazê-lo aglutinar numa molécula. Este exemplo de puzzle seria apenas um de vários distribuídos nas fases. A ideia é que a complexidade dos puzzles fossem aumentando, ao mesmo tempo que os conceitos mais complexos de química fossem apresentados/exigidos."

**Respondente 09 - O que você modificaria no jogo ?**

- A parte educativa está dissociada da mecânica principal do game. Modificaria no sentido de unificá-las.
- Eu respondi na primeira parte do questionário, pois não sabia que haveria estas perguntas posteriormente, então considere a primeira resposta com os erros e sugestões replicados aqui.

**Respondente 09 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Poder mutante para o Mr. Ratômico. Puzzles de química (puzzles que exijam agilidade além de raciocínio para completar). Barra de energia. Queijos que aumentam sua energia. Outras formas de passar por partes das fases, usando elementos na cena (levar objeto XXX até YYY, acionar botão -> destravar porta, etc).
- Eu respondi na primeira parte do questionário, pois não sabia que haveria estas perguntas posteriormente, então considere a primeira resposta com os erros e sugestões replicados aqui.

**Respondente 09 - O que você excluiria do jogo ?**

- Removeria os documentos a serem lidos e colocaria de outra forma a informação, talvez através de diálogos de cientistas, e é claro, para resolver algum puzzle seria apresentada algum informação relevante de química.
- Eu respondi na primeira parte do questionário, pois não sabia que haveria estas perguntas posteriormente, então considere a primeira resposta com os erros e sugestões replicados aqui.

**Respondente 10 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

Dentro do conceito de Design de jogos, sim. Vários erros foram cometidos. Abaixo listo alguns dos mais significativos.

**Interface**

- A combinação mouse e setas do teclado não traz uma boa ergonomia, apesar de ser muito comum em jogos web. Caso seja realmente necessário o uso de ambos, é sugerido utilizar o WASD para movimentação. Desta forma o jogador permanece com as mãos nas extremidades do teclado.
- A tela de instruções presume um tempo de leitura, que inclusive está muito pequeno. Permita o jogador clicar em JOGAR, após ler as instruções e se considerar apto para isso.
- Os elementos de conteúdo em um game educativo devem ser inseridos de uma forma bastante contextualizada. Na mecânica proposta pelo game, eles estão claramente em uma camada a parte. Esta abordagem permite que o jogador interprete as mensagem de conteúdo apenas como obstáculos que atrapalham o seu avanço. Afinal, eles

não trazem nenhum benefício para a narrativa ou para o gameplay. A melhor abordagem aqui é fazer com o que game exija o conhecimento sobre Modelos Atômicos, fazendo com que o jogador perceba a diferença entre ter ou não este conhecimento dentro do game."

**Respondente 11 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

não encontrei qualquer erro que inviabilizasse o jogo

**Respondente 11 - O que você modificaria no jogo ?**

- Eu entendi a história e o objetivo acadêmico do jogo, mas não acredito que ele seja funcional do ponto de visto do ensino.
- A jogabilidade não tem relação com o resultado que se pretende, criando uma disparidade entre o assunto abordado e o jogo em si. Isso fará com que o jogado joguem para chegar ao final do labirinto mas não para ler os textos ou absorver o conteúdo.
- O áudio atrapalha a jogabilidade, tira a concentração do jogador e não contribui para o sucesso.
- O estilo de jogo já bem difundido, já existem inúmeros jogos de labirinto que são free-to-play , analisando por este prisma o jogo precisa ter algo inovador para atrair o jogador ou ele não irá jogá-lo por vontade própria. talvez fosse utilizado em salas de aula, mas dificilmente eu acredito que ele seria jogado como entretenimento.
- Mudaria a identidade visual do jogo, o interesse do jogador não se baseia simplesmente em interação e navegação. O jogo precisa ser atrativo e ter elementos novos que o jogador entenda como uma experiência nova. Não precisa ser necessariamente de uma forma ou de outra, apenas melhor. mais refinado e atrativo."



**Respondente 11 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Acrescentaria elementos visuais ao jogo, um sistema de inteligência artificial onde o jogador perceba que o jogo irá apresentar um certo nível de dificuldade, que não é mecânico e que reage as suas decisões.

**Respondente 11 - O que você excluiria do jogo ?**

- Nesta versão? o áudio, definitivamente não tem qualquer serventia da forma como está.
- Os demais elementos manteria mas aprimoraria.

**Respondente 12 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

Em alguns momentos, os inimigos colidiam entre si e fechavam o caminho a ser seguido, exigindo um "sacrifício" do Ratômico para poder seguir em frente.

**Respondente 12 - O que você modificaria no jogo ?**

- O conteúdo a ser ensinado e o jogo não estão integrados. Parecem duas coisas separadas que foram jogadas juntas. Os textos estão muito longos e não estão colocados de maneira amigável ao usuário. Alguns exemplos bons para seguir, de lógica integrada no jogo, são: DragonBox2, Zoombinis, Gizmos & Gadgets, Midnight Rescue e Where in the World is Carmen Sandiego?
- A informação que deve ser passada deveria fazer parte da jogabilidade. Ex: a pergunta para passar do primeiro laboratório foi qual a partícula menor que o proton?.

O jogador poderia, em algum momento do jogo, ser obrigado a disparar uma partícula para dentro de algum acelerador, ou algo do gênero. Ele atiraria tanto prótons quanto nêutrons e elétrons, respeitando um buraco que fosse uma alusão à diferença de tamanho entre as partículas. Neste caso, também poderia ser considerada a carga para poder passar por uma chave.

**Respondente 12 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

A possibilidade de resgatar outros animais dentro do gameplay. Não consegui entender como poderia abrir as portas para salvar meus amigos.

**Respondente 12 - O que você excluiria do jogo ?**

No primeiro laboratório, há uma fase com diversos tubos que devem ser utilizados na sequência correta para se passar de fase. Achei um pouco frustrante não ter nenhum tipo de dica para passar dos tubos e ter que descobrir por tentativa e erro. Além disso, os textos de dicas eram longos, difíceis de guardar e quebravam a dinâmica do gameplay. A importância deles (apesar de receber um aviso no início do jogo) só é aparente quando se termina o primeiro nível. Um teste, mais no início, incentivaria os jogadores a coletar todas as pistas. Outro artifício para estimular a coleta seria mostrar, em forma de pontos ou conquistas, quantas pistas o jogador coletou e quantas tem, no total. Isso dá ao jogador uma sensação de "objetivo a ser cumprido" e deixa uma sensação de culpa ou trabalho incompleto se todas as pistas não foram coletadas.

**Respondente 13 - O que você modificaria no jogo ?**

Grande parte do conteúdo pode não ser apresentado ao jogador. O jogador não precisa coletar as pistas para avançar, e é um pouco desencorajado a coletá-las pela

mudança que elas causam no fluxo de jogo.

**Respondente 13** - *O que você excluiria do jogo ?*

Algumas áreas fechadas as quais o jogador não tem acesso.

**Respondente 14** - *Você encontrou algum erro no jogo analisado ?*

Sim, mas é apenas um detalhe. Na história, no início do segundo parágrafo aparece "cobais" onde acho que seria "cobaias".

**Respondente 14** - *O que você modificaria no jogo ?*

Creio que as telas de "como jogar" e "história" deveriam estar mais integradas a jogabilidade. o tutorial tradicionalmente é obrigatório na primeira vez que jogamos, assim como a história.

**Respondente 14** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

O jogo é legal dentro de suas ambições. Como sugestão eu aconselho apenas colocar algum "glow" ou interface que deixe claro pro jogador o que é powerup "pegavel" e o que é inimigo.

**Respondente 14 - O que você excluiria do jogo ?**

Não sei se é necessário sumir com o obstáculo quando o jogador perde uma vida... entendo que é pra não "travar" o jogador, mas acho que assim o game perde também em desafio. Talvez isso pudesse ser opcional, ou acontecer na 3 ou 5 vez depois de um erro.

**Respondente 15 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

Joguei algumas fases, nenhum erro evidente.

**Respondente 15 - O que você modificaria no jogo ?**

- Os elementos gráficos do jogo são simples, mas cumprem seu objetivo.
- Mas o principal problema do jogo é que o jogador não é obrigado a pegar os papéis que fazem parte do ensino, o jogo não envolve a parte educativa nos objetivos do jogo. Basicamente é possível passar o jogo sem pegar os papéis, eliminando completamente a parte educativa do jogo.
- Deixar os controles mais precisos, fazer o balanceamento entre a velocidade do personagem principal e dos inimigos.

**Respondente 15 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Adicionaria objetivos no jogo que requerem o uso da informação dada sobre a matéria, mas de uma forma natural e não forçada. Possivelmente juntar equipamentos ou elementos no cenário para que o jogador possa passar fase.
- Adicionar feedback visual e de áudio ao conquistar algo no jogo.

- Adicionar uma transição de fases para que o jogador sinta a evolução do jogo.

**Respondente 17 - O que você modificaria no jogo ?**

Integraria as dicas e a jogabilidade.

**Respondente 17 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Áreas bloqueadas que só poderiam ser acessadas resolvendo problemas relacionados as dicas.

**Respondente 18 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

- A área de 'hit' dos canos (na primeira fase que usa canos) parece errado. Às vezes sou 'teleportado' sem nem chegar no cano
- Os inimigos que me matam sumir do jogo é bug ou feature?

**Respondente 18 - O que você modificaria no jogo ?**

- Não coloque o conteúdo da forma que está no jogo. Entendo que ele será importante para o quiz para passar de fase, mas ninguém lê conteúdo assim, e o jogador se sentirá sendo enganado. Mais, a forma com que aparece quebra o jogo (inclusive tira a música), o que constantemente tira o jogador do jogo. Além disso, não ficou

claro para mim que aquele conteúdo seria importante para passar de fase até a hora em que ele me foi cobrado.

- Quando faço jogos educacionais coloco o conteúdo como parte do jogo, do objetivo, da história, do contexto. Nunca fiz jogo de química, mas já fiz de matemática, português, história, ciências (para crianças até 10 anos), etc. Se tem uma coisa que eu aprendi é que você não pode fazer a criança saber que está estudando, se não ela não joga. E quiz, assim seco, é uma das formas de se mostrar que isso é estudo.

Algumas soluções possíveis:

- Colocar o conteúdo do quiz como diálogos e desafios. O jogador responde a algo que é relevante à narrativa.
- Quebra-cabeças usando o conhecimento de química, como montar o átomo, usar a radiação x no elemento y para ativar uma porta, provocar uma reação química para abrir uma passagem, etc"

**Respondente 18** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

Como expliquei acima, é questão mais de costurar o conteúdo com uma narrativa, então, no caso, criar uma narrativa ao longo do jogo.

**Respondente 18** - *O que você excluiria do jogo ?*

- A história como está está confusa. Ninguém lê um texto longo demais colocado de uma vez na tela (e olha que narrativa é minha especialidade). Dissolva a informação durante o jogo e com arte. Mostre só o necessário no início e apresente o resto no decorrer do jogo.

- O level design também está bastante confuso. Há diversos elementos que me deram a impressão de serem portas, botões, etc que eu precisava abrir. Na primeira fase eu fiquei tentando abrir as portas para libertar os 'ratos' (conforme o jogo sugere ser meu objetivo).

**Respondente 19 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

- Não exatamente um erro, mas tenho uma dica pra dar.
- No Menu tem: Jogar, Controles, Objetivo e História.
- Dica do criador do jogo Plants vs Zombies, ninguém clica em nenhum desses outros botões a não ser no Jogar. Coloque os controles, objetivos e história dentro do jogo, de forma natural. Como eu disse, durante o jogo, não coloque vídeos ou imagens com controles ou história porque todo mundo vai pular. Faça com que fique de forma natural dentro do jogo em sí.

Agora dentro do jogo, estou jogando e comentando aqui:

- Não faça a música parar quando der de encontro com algum item, a não ser que vá trocar pra alguma outra música ou efeito sonoro, senão quebra o clima do jogo.
- Tentar encontrar uma maneira de fazer com que as anotações do Dr. X apareçam na tela em contexto da história. Um rato não sabe ler anotações, e elas não estão intuitivas pra fazer o jogador ler. Não está muito diferente de dar essas anotações pra um aluno ler em um livro. Colocar elas dentro do jogo não fazem com que seja uma gamificação do ensino. Um jogador convencional, principalmente um aluno, iria pular as anotações assim que as pegasse. A explicação que está nelas precisam fazer parte do jogo.
- Consegui passar de fase sem pegar queijo nem anotações. Falta motivação para o jogador ir atrás do conhecimento, e não apenas jogar um jogo de labirinto. Isso se encaixa com o item 2 que citei em cima, pra quando for fazer um jogo com o ensino contextualizado no jogo, fazer com que o aprendizado venha naturalmente. Não sei

se um jogo de labirinto seria a melhor escolha para ensinar esse tipo de coisa. Talvez até funcione, mas precisa de novas mecânicas implementadas junto, com puzzles pra cada uma das anotações do Dr. X, talvez funcionasse. Assim o jogador faria o puzzle e com isso aprenderia sobre determinado assunto. Por exemplo o do vácuo da pra fazer um puzzle onde ele monta dois objetos juntos, ao empurrar, que ficam grudados, e assim consegue fazer um novo caminho pra um obstáculo, por exemplo.

- Permitir usar as teclas WASD, que é mais comum de se utilizar em jogos pra computador
- Na parte que falou dos Raios Catódicos até que ficou interessante a brincadeira com as caixas, mas ainda assim ficou faltando um joguinho individual ou algo assim pra fixar a ideia. Pra fazer o jogador colocar o ensinamento na prática, e não ficar só na teoria.
- A fase dos canos é mais interessante, mas é muito semelhante ao jogo da memória. Não consegui entender qual foi o ensinamento dessa fase.
- Na parte do elevador, tem um quiz. Achei legal ter isso pra ver se o jogador aprendeu alguma coisa, mas ele pôde passar direto por todas as anotações do jogo. E se agora ele não souber o que fazer? Um Quiz não faz de um jogo um jogo, na verdade tira ele de uma verdadeira mecânica.

#### Resumo:

- Achei que o jogo da forma que está não vai acabar ensinando algum aluno muita coisa, a não ser que ele tenha força de vontade pra pegar todas as anotações e decorar tudo que está escrito, e isso é tudo que tem de errado no ensino do nosso país, fazer com que você possa se formar decorando as coisas, e não necessariamente aprendendo.
- Acho que faltou um bom trabalho de Game Design no jogo pra deixá-lo contextualizado e com todos os elementos que citei anteriormente.

Desejo o maior sucesso pra você e espero que minhas críticas tenham ajudado de alguma forma.



**Respondente 19 - O que você modificaria no jogo ?**

Acho que já citei tudo anteriormente.. Mas eu deixaria o jogo de uma forma que não fosse apenas pegar anotações (que podem não ser pegadas), e decorar informações sobre a disciplina.

**Respondente 19 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Faria mini-games pra cada explicação das anotações do Dr. X, onde apenas ao fazer o jogo a pessoa entenderia na prática o conceito da anotação.
- Acrescentaria narrativa para entender o que está acontecendo no jogo. Uma introdução com poucas falas e no máximo 4 ilustrações pra explicar o que está acontecendo no jogo.
- No final de cada um dos puzzles, uma voz falar o nome daquilo que você fez e explicar rapidamente o que é. Tudo de forma mais sucinta possível, pra ser um aprendizado na prática.
- Faria o jogador se sentir recompensado ao terminar uma fase, onde ele talvez recebesse algum novo recurso pra usar na fase seguinte, e assim por diante.
- Talvez aplicaria um timer em cada puzzle pra competir com os amigos quem conseguiu resolver de forma correta primeiro, assim faria o jogador ir jogar mais empolgado pra melhorar sua pontuação, assim reforçando o ensinamento sem saber."

**Respondente 19 - O que você excluiria do jogo ?**

Sinceramente, acho que eu só deixaria o ratinho pra empurrar objetos e fazer puzzles. De resto eu tiraria tudo.

**Respondente 20 - O que você modificaria no jogo ?**

- Abordaria de uma maneira diferente o uso e aplicação dos objetivos. Artes e sons também seriam substituídos.
- Tornaria mais clara a função de cada inimigo e dos objetos do jogo.

**Respondente 20 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Itens de interação e cenário.

**Respondente 20 - O que você excluiria do jogo ?**

Alguns dos inimigos.

**Respondente 22 - O que você modificaria no jogo ?**

- Textos mais curtos e diretos, via de regra, o player não pode ficar mais de 10 segundos em um texto.
- No geral, menos textos. Os conceitos poderiam ser passados através de mecânicas no gameplay e não somente através das notas.
- Coletar todas as notas poderia premiar o jogador de alguma forma.

**Respondente 22 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Sprite do Mr. Ratômico com mais detalhes (valoriza a empatia com o player);
- Minigames baseados em conceitos químicos (grab and drop de moléculas, puzzles, clicar no local certo em um tempo determinado, etc).

**Respondente 22 - O que você excluiria do jogo ?**

Excesso de texto. Os conceitos poderiam ser passados através de mecânicas

**Respondente 23 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

- Mais fluidez no gameplay;
- Aproximação da câmera para ampliar os detalhes visuais;
- Acabamento artístico;
- Desafios mais consistentes.

**Respondente 23 - O que você excluiria do jogo ?**

Excesso de informação nas pistas.

**Respondente 24 - Você encontrou algum erro no jogo analisado ?**

- Não exatamente, apesar de simples, por ter visuais muito simplistas, embora com detalhes realistas, ficou confuso no começo (a primeira vista). Mesmo assim, na primeira fase, você já fica meio que travado.
- Erro técnico, sendo um bug, parece que não.

**Respondente 24 - O que você modificaria no jogo ?**

- O jogo joga muita coisa na tela ao mesmo tempo com um visual nada agradável. Mesmo o objetivo não sendo os gráficos, ficou tudo simplista demais. Mesmo o que parecem ser inimigos, e tem até alguma lógica com a idéia apresentada, ficaram simplesmente escondidos no jogo de forma a ficar confuso.
- E o tipo de jogo, como se joga, não nos passa interesse suficiente em ler as histórias e textos apresentados.

**Respondente 24 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Mudaria o gráfico para algo mais polido e a progressão mais leve. Na primeira parte do jogo é jogado muita coisa para o jogador. A impressão que deu é que foi pego alguns exemplos de jogos mobile para usar com alguns conceitos educativos simplesmente para ter o fator "educador".

**Respondente 24 - O que você excluiria do jogo ?**

Difícil comentar aqui.

**Respondente 25 - O que você modificaria no jogo ?**

- A história e os objetivos do jogos devem ser telas obrigatórias e não opcionais. Quando você coloca esses 2 elementos como opções do menu, o jogador não vai ler.
- As regras do jogos devem ficar mais claras, em certos momentos o jogador fica sem saída e sem saber o que fazer, isso vai fazer com que ele abandone o jogo.
- Também melhorarias as ilustrações e o design do jogo para deixá-lo mais atrativo. Esse lado conta muito para a experiência do jogador e não deve ser menosprezado."

**Respondente 25 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Um ranking com pontuação, talvez, para deixar o jogo mais competitivo e mais atrativo.

**Respondente 25 - O que você excluiria do jogo ?**

Nada.

## E.2 Respondentes - Professores de Química e/ou Ciências

### **Respondente 02** - *O que você modificaria no jogo ?*

O jogo expõem de maneira simples conceitos de Química de maneira geral.

### **Respondente 02** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

- A qualidade gráfica do jogo é rudimentar, podendo ser muito melhorada, o que mostra um atrativo maior para o jogador.
- As anotações poderiam ser utilizadas na fase sendo requeridas perguntas para abertura de locais, tornando o jogo mais complexo e completo

### **Respondente 03** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

Mais informações de Química, não só nas pistas, mas nas próprias imagens.

### **Respondente 04** - *O que você modificaria no jogo ?*

Talvez o jogo ficasse mais interessante se a maneira como a informação é apresentada (pistas, na forma escrita) fosse mais diversificada. Modificaria a forma de como é introduzida as informações.

**Respondente 04** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

Mais recursos multimídia e quebra-cabeças que tenham relação com o conteúdo que o jogo pretende abordar.

**Respondente 04** - *O que você excluiria do jogo ?*

Os objetos que não possuem sentido nenhum no jogo (ex: caixas)

**Respondente 06** - *O que você modificaria no jogo ?*

Gostei muito do jogo, de seu design (que me lembra de muitos jogos antigos que já joguei), e da história, porém acredito que hajam dois problemas: O principal é que a jogabilidade fica prejudicada pela falta de instruções e informações relacionadas à ela (existem informações sobre a teoria química, mas não sobre o jogo em si), não se explica o que são os elementos presentes no jogo (o que é a bola vermelha, o que ela faz, como ou com quais elementos posso interagir, como empurrar um bloco, o que é perigoso e o que é inofensivo, etc.), e em segundo lugar e menos importante é o distanciamento que a teoria tem durante o jogo, os conteúdos químicos e conhecimento são utilizados apenas de forma pontual no final da fase, mas não estão incorporados no decorrer do jogo.

**Respondente 06** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

- Acrescentaria instruções sobre os elementos do jogo, e talvez uma primeira fase de teste ou tutorial, para que se aprenda a jogar de fato.
- Também acrescentaria elementos durante as fases que fossem possíveis de se interagir, mesmo que de forma simples, e nestas interações a aplicação de conteúdos da química.

**Respondente 06 - O que você excluiria do jogo ?**

Acredito que nada.

**Respondente 07 - O que você modificaria no jogo ?**

Algumas impressões:

- O jogo não é claro quanto aos objetivos, em algumas fases como por exemplo a dos encanamentos não é necessário usar o conhecimento químico (aprendido nas fases anteriores e/ou preexistentes) para se avançar para a próxima fase.
- Não há punições se o jogador não abrir todas as anotações do Mr. Ratômico.
- Os obstáculos desaparecem depois da primeira vez que trombamos nele tornando mais fácil terminar a fase que não necessita de nada além da habilidade com os controles para finalização.
- Os cientistas parecem ser vistos como destruidores ou pessoas más já que é necessário desviar deles e das cobaias (pobres ratinhos que não conseguiram escapar dos efeitos da química) para se avançar nas fases.
- A Química em si pode ser vista também como algo mau, uma vez que se precisar escapar do laboratório e salvar as cobaias o que remete ao caso dos cães roubados de um laboratório de cosméticos em 2014 por grupos de defesa aos animais.

**Respondente 08 - O que você modificaria no jogo ?**

- Não consegui acessar todos os níveis do jogo, vi do 1º ao 3º.
- Gostei muito da linguagem utilizada no jogo, as imagens fazem a diferença, no entanto, quando tenho esse conteúdo para uma aula, procuro deixar algumas dúvidas que façam com que os mesmos busquem essa resposta. Outra coisa que é muito divertida de se conhecer são os erros cometidos pelos cientistas da época para chegar



no final! Sempre procuro deixar isso claro nas aulas, além de divertido é uma maneira de humanizar a ciência.

**Respondente 08** - *O que você acrescentaria ao jogo ?*

- Então eu acrescentaria mais incógnitas e situações que o aluno tivesse que escolher entre o certo e o errado, por exemplo!
- Colocaria também situações que levassem o rato a dois caminhos possíveis, sendo que só em um tem a informação correta e com isso tenha um prêmio "melhor" ao rato. Assim o aluno seria colocado mais em destaque, ele teria que ser mais crítico quanto às informações.

**Respondente 08** - *O que você excluiria do jogo ?*

Eu excluiria o "Químico" que tenta matar o rato para não tem problemas com o Direito dos Animais nos dias atuais pois do contrário o jogo é muito bom, bem estruturado, bem desenhado e divertido! Gostei muito e utilizarei em minhas aulas!

**Respondente 09** - *O que você modificaria no jogo ?*

Colocaria as instruções e regras de maneira mais clara.

**Respondente 10 - O que você modificaria no jogo ?**

Achei alguns gráficos muito pequenos. Parece-me que o jogo foi feito em Flash, talvez seria mais interessante em HTML5.

**Respondente 10 - O que você acrescentaria ao jogo ?**

Talvez seria interessante criar um atalho para dúvidas e pesquisas talvez.

**Respondente 10 - O que você excluiria do jogo ?**

Nada a declarar.