



ALEPH CAMPOS DA SILVEIRA

E-GUESS:

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E
HEURÍSTICA PARA JOGOS EDUCACIONAIS**

LAVRAS – MG

2020

ALEPH CAMPOS DA SILVEIRA

E-GUESS:

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E HEURÍSTICA PARA
JOGOS EDUCACIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Mestrado em Educação, área de Pesquisas, Desenvolvimento Profissional Docente, Práticas Pedagógicas e Inovação, para a obtenção do título de Mestre em Educação

Prof. DSc. Ronei Ximenes Martins

Orientador

Prof. DSc. Estela Aparecida Oliveira Vieira

Coorientadora

LAVRAS – MG

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silveira, Aleph Campos da.

E-GUESS : Proposta de Avaliação de Usabilidade e Heurística
para Jogos Educacionais / Aleph Campos da Silveira. - 2020.

100 p. : il.

Orientador(a): Ronei Ximenes Martins.

Coorientador(a): Estela Aparecida de Oliveira Vieira.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Educação. 2. Ciência da Computação. 3. Jogos Educacionais.
I. Martins, Ronei Ximenes. II. Vieira, Estela Aparecida de Oliveira.
III. Título.

ALEPH CAMPOS DA SILVEIRA

**E-GUESS: PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E HEURÍSTICA
PARA JOGOS EDUCACIONAIS
E-GUESS: A USABILITY AND HEURISTIC ASSESSMENT PROPOSAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Mestrado em Educação, área de Pesquisas, Desenvolvimento Profissional Docente, Práticas Pedagógicas e Inovação, para a obtenção do título de Mestre em Educação

APROVADA em 22 de Janeiro de 2020 as 08:00.

Prof. DSc. Ronei Ximenes Martins	UFLA
Prof. DSc. Estela Aparecida Oliveira Vieira	UFLA
Prof. DSc. Hélio Lemes Costa Junior	UNIFAL
Prof. DSc. Raphael Winckler De Bettio	UFLA

Prof. DSc. Ronei Ximenes Martins
Orientador

Prof. DSc. Estela Aparecida Oliveira Vieira
Co-Orientadora

**LAVRAS – MG
2020**

Aos meus pais, amigos e colegas que me ajudaram e me acompanharam nesta fase.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pois sem eles não teria condições de estar aqui. Obrigado por todo incentivo e apoio.

Agradeço também aos meus professores e orientadores, principalmente Ronei e Estela.

Agradeço aos meus amigos, principalmente aqueles que me acompanharam nas bebedeiras.

Agradeço ao Departamento de Educação, ao Departamento de Computação e a FAPEMIG pelo apoio e disponibilização de material para este trabalho.

RESUMO

Usabilidade é um aspecto relevante na análise da interface homem máquina, pois diz respeito ao diálogo estabelecido entre sujeito e artefato e qualidade de uso e interação permitida pelo sistema. Este trabalho busca estabelecer critérios de avaliação de jogos educacionais baseado em uma avaliação heurística pré concebida, a Game User Experience Satisfaction (GUESS), aplicando-o na avaliação de um jogo atualmente em desenvolvimento. Trata-se de uma pesquisa, de caráter aplicado, apresenta abordagem mista (quanti-quali) envolvendo usuários especializados e usuários potênciais de um jogo educacional para ensino de química. A escolha da abordagem foi realizada a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre a usabilidade. Além de uma nova proposta de ferramenta de avaliação de jogos educacionais, foi também desenvolvida versão digital, em 3D, de jogo educacional para ensino da tabela periódica.

Palavras-chave: Usabilidade; Jogos Educacionais; Avaliação Heurística.

ABSTRACT

Usability is a relevant aspect in the analysis of the human machine interface, as it concerns the dialogue established between subject and artifact and the quality of use and interaction allowed by the system. This paper seeks to establish educational game evaluation criteria based on a pre-designed heuristic assessment, the Game User Experience Satisfaction (GUESS), applying it to the evaluation of a game currently under development. This is an applied research with a mixed approach (quanti-quali) involving specialized users and end users of an educational game for chemistry teaching. The choice of approach was made from a systematic review of the usability literature. In addition to a new proposal for an educational game evaluation tool, a 3D digital version of an educational game for teaching the periodic table was also developed.

Keywords: Usability; Educational Games; Heuristic Evaluation

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma. Autoria própria desenvolvido a partir do fluxograma de Lausen(2005 p. 318)	31
Figura 2.2 – Representação do Teste de Usabilidade. Fonte: Lausen, 2005, p. 36	34
Figura 3.1 – Gráfico das Categorias Fonte: Autoria Própria	51
Figura 3.2 – Bug de <i>resize</i> da tela. Autoria Própria	56
Figura 3.3 – Químico apresentando ao jogador o Universo que se encontra. Fonte: Autoria Própria	60
Figura 3.4 – Avaliação de Usabilidade com Professor Especialista A. Fonte: autoria própria	70
Figura 3.5 – Avaliação de Usabilidade com Professor Especialista A. Fonte: autoria própria	71
Figura 4.1 – Fonte: Autoria própria	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tabela de Usabilidade/Jogabilidade	40
Tabela 2.2 – Tabela de Narrativa	41
Tabela 2.3 – Tabela de Entrosamento do Jogador	42
Tabela 2.4 – Tabela de Fatores de Prazer	43
Tabela 2.5 – Tabela de Liberdade Criativa	44
Tabela 2.6 – Tabela de Estética de Áudio	44
Tabela 2.7 – Tabela de Gratificação do Jogador	45
Tabela 2.8 – Tabela de Conectividade Social	46
Tabela 2.9 – Tabela de Estética Visual	47
Tabela 2.10 – Códigos para Transcrição	48
Tabela 2.11 – Códigos para Transcrição	48
Tabela 2.12 – Exemplo de Passagem Transcrita	48

SUMÁRIO

1	Introdução	12
1.1	Preâmbulo	12
1.2	Tecnologias Digitais Educacionais	13
1.3	Jogos Educacionais	18
1.4	Avaliação de Usabilidade	21
1.5	Justificativa	28
1.6	Objetivos	29
1.6.1	Objetivo Principal	29
1.6.2	Objetivos Secundários	30
2	Metodologia	31
2.1	Características dos Participantes	32
2.2	Procedimento de Testes	32
2.2.1	Teste de Usabilidade: condução básica	33
2.3	Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)	37
2.3.1	Fatores de Usabilidade/Jogabilidade	39
2.3.2	Fatores de Narrativa	40
2.3.3	Fatores de Entrosamento do Jogador	41
2.3.4	Fatores de Prazer	42
2.3.5	Fatores de Liberdade Criativa	43
2.3.6	Fatores de Estética de Áudio	44
2.3.7	Fatores de Gratificação do Jogador	45
2.3.8	Fatores de Conectividade Social	45
2.3.9	Fatores de Estética Visual	46
2.4	Procedimento de realização das Avaliações de Usabilidade e Transcrição dos dados	47
3	Resultados e Discussão	50
3.1	Comentários relativos a Usabilidade/Jogabilidade (CUJ)	50

3.1.1	Subcategoria: Interface	52
3.1.2	Subcategoria: Controle e Interação	55
3.2	Comentários relativos a Narrativa (CN)	58
3.2.1	Subcategoria: História/Universo	59
3.2.2	Subcategoria: Sequência de Fatos	61
3.3	Comentários relativos a Entrosamento e Gratificação do Jogador	63
3.3.1	Subcategoria: Interesse	64
3.3.2	Subcategoria: Interação	67
3.4	Comentários relativos a Estética de Áudio	67
3.5	Problemas Relacionados a Estética Visual (CEV)	69
3.6	Comentários Sobre Conteúdo e Questões Pedagógicas (CCQP) .	71
4	Proposta de Avaliação de Usabilidade	77
4.1	E-GUESS	80
4.1.1	Fatores de Usabilidade/Jogabilidade	80
4.1.2	Fatores de Narrativa	81
4.1.3	Fatores de Entrosamento do Jogador e Prazer	81
4.1.4	Fatores de Liberdade Criativa	82
4.1.5	Fatores de Estética de Áudio	82
4.1.6	Fatores de Gratificação do Jogador	83
4.1.7	Fatores de Conectividade Social	83
4.1.8	Fatores de Estética Visual	83
4.1.9	Fatores de Conteúdo e Questões Pedagógicas	84
5	Discussão e Considerações	85
6	Conclusão	88
7	REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

1.1 Preâmbulo

Cursando Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Lavras me deparei com um ambiente de estudo que não abrangia a área de desenvolvimento de jogos devidamente, campo de interesse da minha infância e ainda presente em minha vida. Por conta disso me envolvi junto ao curso com cursos e projetos de jogos. Fui um dos fundadores do grupo NINJA - Núcleo de Implementação de Jogos para Android e como trabalho de conclusão de curso, em 2014 trabalhei em um protótipo de jogo para ensino de química em parceria com a mestrande Amanda Cardoso do Programa de Pós-graduação em educação da UFLA. Desde então estou envolvido em pesquisas e desenvolvimento de jogos educacionais, o que me levou ao Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal de Lavras e se tornou receptivo ao subcampo de desenvolvimento de jogos e outros projetos de tecnologias educacionais.

Minhas principais experiências na área foram meu TCC para o título de Bacharel em Sistemas de Informação, onde desenvolvi um protótipo para um jogo digital para ensino de Química. Desde então senti dificuldades quanto ao uso de metodologias padrões de desenvolvimento de softwares quando aplicadas em desenvolvimento de jogos. Um ciclo que em teoria deveria ser contínuo e sequencial, mas que, na realidade se tornou circular, com diversas necessidades de revisão de códigos, reestruturação da arquitetura central do software e refatoração, o que me levou ao interesse na Engenharia de Software dedicada a jogos.

Com apoio da FAPEMIG, desenvolvi junto a bolsistas do CNPQ e uma equipe de apoio pedagógico, uma versão reescrita e melhor estruturada do protótipo anteriormente desenvolvido, estando este, em sua fase final de avaliação, apresentado em eventos internacionais (MARTINS et al, 2017) e nacionais, como

o INOVA MINAS 2018¹ (VIEIRA; SILVEIRA; MARTINS, 2018) com resultados positivos por parte de alunos e professores do ensino fundamental e médio. Atualmente sou professor substituto do CEFET - Varginha, onde leciono disciplinas relacionadas a Engenharia de Software e Desenvolvimento de Aplicativos Móveis. Trabalho com Avaliação Heurística de Jogos Educacionais, tema desta dissertação, por ser uma parte vital na área de Desenvolvimento, Engenharia e Qualidade de Software que carece de referencial teórico, ainda mais para desenvolvimento de jogos educacionais.

1.2 Tecnologias Digitais Educacionais

Na era da informação e da inovação, sociedades demandam de instituições e sistemas educacionais contínuas melhorias e adaptações de modo a preparar novas gerações de estudantes para que possam se beneficiar, da melhor maneira possível, as condições socioculturais e econômicas onde se encontram, ou seja, a escola sendo vista como instituição de formação e inserção social, deve se comprometer a acompanhar a sociedade para qual ela busca formar seu aluno. As mudanças da sociedade para a era da informação geram novos requisitos e demandas de "formação adicional" para os profissionais da área exigindo cada vez mais pesquisa sobre integração entre recursos tecnológicos e conteúdos educacionais os programas de formação de professores têm lutado para ensinar e modelar práticas de integração de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) nos processos de formação de seus alunos. Mais de 75% dos professores universitários acreditam que o uso de TDIC é crucial para a disciplina que ensinam otimiza a qualidade do ensino e da aprendizagem (BARAK, 2017).

No entanto, observa-se um processo de afastamento geracional, com os jovens da era digital cada vez mais distantes do ponto de vista comportamental e cultural das gerações anteriores. Professores acreditam que as tecnologias digi-

¹ Mostra do Inova Minas. Feira anual de produções financiadas pela FAPEMIG

tais podem ser instrumentos mediadores implementados no ensino, porém estudos apontam que os jovens não usam tecnologias da informação para fins educacionais, tornando uma necessidade resolver este problema na superação da chamada divisão cultural, educacional e digital entre professores e alunos (AZEVEDO et al, 2018). Portanto, de interesse de educadores e profissionais de tecnologia o desenvolvimento de uma abordagem nova que prepare os professores como motivadores ativos e organizadores de processos educacionais onde o uso das TDIC adquiram uma ampla aplicação.

Outro ponto a ser levado em consideração ao se pensar no uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, como apontado por Rawlins e Kehrwald (2014) é que mesmo havendo alternativas tecnológicas para métodos didáticos que possibilitam ampliar o ensino para além dos limites físicos de salas de aula, professores são confrontados com limitações de uso de tecnologias no ensino. Isso se deve ao fato de ser comum professores não terem experiências com o uso de tecnologia no ensino ou experiência com ferramentas emergentes, experiência de aprendizagem social ativa e formação utilizando um ensino "não tradicional", o que adiciona uma dificuldade de implementação de tecnologias em salas de aula.

Um aspecto importante do esforço para melhor preparar professores em formação é abordar o papel cada vez mais crítico da tecnologia no desenvolvimento de habilidades do século XXI, a fim de melhorar o uso da tecnologia pelos professores. Entretanto, desafios são constantes, incluindo: curva de aprendizagem dificultada pela transitoriedade tecnológica, exposição mínima de professores em formação a modelos ricos de instrução aprimorada pela tecnologia e uma falta geral de suporte técnico de como empregar tecnologia em práticas do curso (MUILENBURG; BERGE, 2015).

É notório, então, que escolas se encontram em meio a uma necessidade de transformação, buscando incluir Tecnologias Digitais de Informação e Comu-

nicação (TDIC) em salas de aula. Isto é, em meio a um processo de adaptação de tecnologias de uso geral para ambiente escolar, como computadores, softwares e smartphones. Por exemplo, os *videogames* não estão mais restritos a entretenimento, sendo incluídos gradualmente, com relativo sucesso, para finalidades educacionais (HAWLITSCHKE; JOECKEL, 2017; FREITAS, 2017). Entretanto esse processo de inserção de *games* na literatura ainda está dispersa e fragmentada, resultando em dificuldades de encontrar referências em Engenharia e Qualidade de Software para jogos educacionais ou como e onde aplicá-los em sala de aula. Em suma, há uma dificuldade tanto por parte de organizações e educadores em como utilizar jogos em salas de aula, assim como não há referência para desenvolvedores acerca de como conduzir a construção de tais *games* (SILVEIRA; ALVARENGA; MARTINS, 2017; VIEIRA; SILVEIRA; MARTINS, 2019), que afirmam também:

"[...]há falta de pesquisas com avaliações específicas para jogos educativos eletrônicos a partir de conjuntos de heurísticas específicas [...] devido à ausência de estruturas ou modelos de engenharia de software específicos para o desenvolvimento de jogos educativos."(p. 18).

De acordo com Freitas (2017), "[...] a literatura está tão dispersa em diferentes disciplinas que nem todos os pesquisadores reconhecem a amplitude da área e a variedade de aplicações e, portanto, perdem contribuições acadêmicas vitais ao olhar de forma muito limitada na base da literatura"(p. 80). Além disto, é identificado pela autora a complexidade em sincronizar o uso de videogame com modelos atuais de educação, pois exigem interdisciplinaridade, durações de aulas mais longas, modelos de ensino em equipe para chegar ao ponto de capitalizar verdadeiramente os méritos do jogo e da jogabilidade como abordagens de aprendizagem, pontos também reconhecidos nos trabalhos de Kalonde e Mousa (2016), Agyei e Voogt (2014), Magen-Nagar e Maskit (2016).

Ao lado disso, apesar do interesse mútuo em tecnologias educacionais por parte de alunos e de professores, os resultados de aplicação prática de tais tecnologias em salas de aula se revelam muito aquém do esperado das potencialidades

de cada ferramenta. Por exemplo, em um estudo frequentemente referenciado por sua investigação empírica sobre jogos em sala de aula, Young et al (2012) afirma que apesar de alguns resultados positivos na área de linguagens e história, o emprego de jogos sérios² educacionais em escolas não trazem resultados expressivos, mesmo reconhecendo, por parte dos pesquisadores estudados, a capacidade dos *videogames* como ferramentas de ensino-aprendizagem.

As dificuldades de aplicação destas tecnologias que resultam em tais resultados se encontram em diversas áreas: desde o desenvolvimento, com ausência de frameworks e métodos de Engenharia de Software para Jogos Educacionais, estando estes em um nível de complexidade mais alto quando relacionado ao desenvolvimento de softwares comerciais convencionais, comprometendo a capacidade de desenvolvimento de jogos verdadeiramente lúdicos; ausência de preparação dos professores para o TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) ou Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, comprometendo sua aplicação em salas e aula; ausência de método de avaliação e validação de jogos educacionais, que podem servir como apontamento para trabalhos futuros de como desenvolver e aplicar *games* em sala de aula.

Tais dificuldades de se introduzir jogos em salas de aula são refletidas, em termos acadêmicos, em um sucesso inferior ao esperado pela sua potencialidade. Yeni e Cagiltay (2017) identificaram que a integração com conteúdo em salas de aula não garante que o jogo será eficaz em termos de entretenimento, motivação, no cumprimento de seus objetivos educacionais ou comerciais. Tanto a complexidade de construção de jogos educacionais, como dificuldade de adaptá-los ao contexto escolar podem ter um ponto em comum: ausência de avaliação de sua usabilidade, quer dizer, identificar seu potencial lúdico junto com seu nível de satisfação.

Em uma revisão de literatura sobre avaliação de usabilidade de jogos educacionais, não foi identificado consenso sobre métodos avaliativos, retirando o fato

² Um "jogo sério" é um software desenvolvido com o objetivo de transmitir um conteúdo educacional, treinamento ou preparação ao usuário.

de que a maioria dos modelos propostos se encontram baseados nas heurísticas de Nielsen. Foram, porém, detectadas ferramentas que buscaram responder a escala de satisfação e usabilidade de jogos, entretanto, com pouca utilidade prática por terem sido construídas para objetivos específicos e aplicação limitada (VIEIRA; SILVEIRA; MARTINS, 2019).

Há algumas críticas em relação à precisão e viés potencial do sistema de classificação da Nielsen, incluindo algumas preocupações de que o sistema está rapidamente se tornando obsoleto por causa de novas tecnologias (DUYNIN, 2006). Uma crítica ao sistema de medição de Nielsen é que ele falha em um critério importante da Estatística e da amostragem: não é aleatório. Ou seja, uma pequena fração de avaliadores é selecionada e somente aqueles que aceitam são usados para amostragem. Como os espectadores estão cientes de fazer parte da amostra da Nielsen, isso pode levar a um viés de resposta nos hábitos de gravação e visualização (SEGAL, 2007; HERRMAN, 2011).

Mesmo assim, a Avaliação de Usabilidade de Nielsen ainda predomina como fonte de estrutura para avaliações de usabilidade no geral (LAUESEN, 2005). A partir disto, foi identificado que existe potencialidade para uma investigação sobre a avaliação de usabilidade, visto que a ciência dos jogos eletrônicos está crescendo como uma área dinâmica de pesquisa que cruza várias áreas disciplinares e redesenha o escopo e as questões de pesquisa que permeiam áreas que abordam a eficácia e o design do aprendizado, simulações, jogos sérios, gamificação e tecnologia educacional.

Questões de multidisciplinaridade e metodologia são fundamentais para se estabelecer linhas de pesquisa nessa área, com a absorção de análises e meta-análises de grande quantidade de dados combinadas com os métodos qualitativos estabelecidos na educação, como análises de conteúdo, estudos de caso e etnologias com outras abordagens, como estudos neurológicos e análises de redes sociais, para fornecer um nível de granularidade que suporte o melhor design de

aprendizagem e uma melhor experiência do aluno, através da modelagem de comportamentos sociais.

Como contribuição a este campo de pesquisa e considerando que há o um aplicativo educacional para ensino de química no o Departamento de Educação da Universidade Federal de Lavras, com apoio da Cnpq e FAPEMIG, buscaremos validar uma métrica de avaliação de usabilidade previamente identificada e propor uma nova escala, desta vez, específica para jogos educacionais.

1.3 Jogos Educacionais

Na atualidade *videogames* são considerados ferramentas para apoio a aprendizagem do aluno em salas de aula (JUNIOR, 2006; RAY; POWELL; JACOBSEN, 2014). Inseridos nessa categoria e na área de educação mediada por tecnologias estão os *Jogos Educacionais*, que abrangem o que é conhecido como *Jogos Educacionais Sérios* ou *Serious Educational Games* (SEG), Simulações Educacionais ou *educational simulations* (ES) e *Jogos Sérios* ou *Serious Games* (LAMB et al, 2018). *Jogos sérios* são vistos como eficazes na educação escolar, embora alguns estudos cheguem a conclusões negativas (ZHONGGEN, 2019). Dentre os pontos negativos, estão a dificuldade de desenvolver e produzir jogos educacionais, assim como sua aplicação prática complexa, que não pode ser negligenciada quando se busca validação de um jogo educacional.

Conforme investigações (JANCHESKI, 2017), jogos de computador possuem um valor educacional significativo e são úteis quando inseridos no contexto do currículo escolar. Ainda de acordo com o autor, o uso de jogos de computador em contextos educacionais estimula processos de aprendizagem ativos, críticos, autônomos e participativos, envolvendo os estudantes em formas ativas de aquisição de conhecimentos e habilidades. O principal objetivo dos jogos de computador não é apenas entretenimento; eles podem combinar o fator lúdico com vantagens

pedagógicas, promovendo mudanças em termos de habilidades cognitivas, comportamentais e psicomotoras em seus usuários.

Ray, Powell e Jacobsen (2014) ao analisarem a receptibilidade de professores em utilizar *videogames* em salas de aula identificaram uma alta aceitação em relação a capacidade de jogos promoverem ensino visual (97% de aprovação), e eficácia quando usado como dramatizações / simulações (80% de aprovação), porém baixa aceitação na facilidade para aplicação (34% consideram fáceis de serem aplicados).

Teóricos constructivistas como Piaget, Vygotsky, Bruner e Ausubel acreditam que o ambiente de aprendizagem social e intelectual é aquele em que o aluno se envolve com o conhecimento em um processo que age como o catalisador para uma aprendizagem significativa; *videogames* se tornam então ferramentas atraentes pois apoiam o conceito construtivista de aprendizagem ao fornecer experiências de aprendizagem atraentes e experimentais que permitem o aluno desenvolver suas habilidades (RAY; POWELL; JACOBSEN, 2014).

Um jogo educacional bem planejado pode combinar objetivos de aprendizado do sistema educacional com produtos divertidos que podem motivar a aprendizagem e a capacidade de resolver problemas. Para a Aprendizagem Baseada em Jogos³ todos os tipos de jogos promovem processos de aprendizagem, seja para jogos casuais por diversão ou algo sério. Existem três abordagens para inserir jogos e atividades no processo de aprendizado.

- 1) A primeira abordagem baseia-se nos alunos que criam e criaram os seus próprios jogos de acordo com os seus requisitos;

³ Uma abordagem que utiliza jogos, analógicos ou digitais, com o objetivo de otimizar a experiência de aprendizagem. Nesse caso o jogo permite o entendimento de questões específicas através de simulações, tentativa e erro e resoluções de problemas. Significa simplesmente incluir a questão do conhecimento do assunto nos jogos.

- 2) O segundo se concentra em professores, treinadores ou desenvolvedores que projetam jogos educativos a partir do zero, de acordo com o nível de conhecimento dos alunos;
- 3) O terceiro é integrar jogos pré-fabricados comerciais nas atividades de sala de aula para um aprendizado efetivo;

Mesmo a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) sendo um área jovem e não havendo consenso sobre como os objetivos de aprendizagem devem ser integrados nos jogos de aprendizagem, a ABJ desempenha um papel importante no ensino, fazendo com que os alunos colaborem, comuniquem, interajam e trabalhem em equipe (SHABALINA et al, 2014) que afirma que jogos estratégicos melhoram o funcionamento do cérebro, criando uma dinâmica que pode inspirar os alunos a desenvolver habilidades e construir uma conexão emocional com o aprendizado e o assunto. Jogos também podem ser personalizados para individualizar o ensino, o que ajuda os alunos a se tornarem pensadores mais confiantes e independentes.

Um dos aspectos chave da aprendizagem baseada em jogos é que cada aluno recebe um feedback imediato sobre seu desempenho, com sugestões sobre como eles podem melhorar. Deve-se porém ter cuidado ao usar a abordagem de aprendizagem baseada em jogos, pois pode ser difícil alinhar os objetivos de aprendizado com o modelo educacional na dinâmica do jogo, atendendo aos objetivos e alcançar um alinhamento adequado com o currículo. (SENA et al, 2016).

De acordo com Lamb et al (2017), "jogos são mais do que apenas simulações, pois fornecem um contexto ambiental significativo em ambiente tridimensional aberto"(página 159). Entretanto, na área educacional, aspectos relativos entre aprendizado e tecnologias são assumidos erroneamente como garantidos, sendo ignorado os porquês. Ou seja, de acordo com Lamb et al (2018), há pouco estudo sobre a relação humano-computador na área educacional, apesar da expansão que a área vem sofrendo nos últimos anos.

Em uma revisão realizada por Freitas (2017), foram encontradas uma série de dificuldades relacionadas a medição da efetividade de jogos educacionais, apesar do resultado final ter sido positivo. Dentre as dificuldades foram encontradas estão a dispersão da literatura em diferentes áreas que nem todos os pesquisadores reconhecem. O desenvolvimento de jogos educacionais abrange áreas desde computação e sistemas, cinema, design , pedagogia e conteúdos referentes à área educacional que o *game* aborda. Além do mais, abordagens baseadas em jogos exigem, além da interdisciplinaridade, grupos de estudos mistos, incluindo pessoas que dominam o conteúdo, temas da tecnologia de informação e modelos de ensino que podem ser problemáticas para sistemas de ensino convencionais.

Ainda de acordo com Freitas (2017), o avanço de jogos educacionais é um desafio para instituições educacionais, políticas públicas e profissionais, tanto da área de tecnologia quanto da pedagógica. Porém, com a crescente base de evidências, avanços na qualidade e de superação de desafios poderão ser realizados. Apesar da resistência da adoção de tais abordagens, será uma questão de tempo, assim como foi para outras tecnologias educacionais se tornarem proeminentes como são hoje para que jogos se estabeleçam firmemente dentro de organizações educacionais: à medida que o paradigma de aprendizagem tradicional do espaço a novas abordagens, à aprendizagem baseada em jogos se tornará mais comumente incorporada a práticas educacionais.

1.4 Avaliação de Usabilidade

As tecnologias digitais da informação e comunicação provocaram mudanças no acesso ao conhecimento que interferem no tempo de produção, comunicação e uso da informação. Segundo Levy (2003), esse processo permite a grupos sociais desenvolverem uma inteligência coletiva. No entanto, se de um lado temos uma significativa contribuição para o avanço das práticas de compartilhamento de informação e de construção colaborativa do conhecimento, de outro temos que

lidar com uma sobrecarga de informações (KIELGAST; HUBBARD, 1997) dos mais variados tipos e formas.

Para Sweller (2002), até então, a informação que dispúnhamos é de que a arquitetura cognitiva humana não estaria preparada para processar muitas informações simultaneamente, posto que quando isso ocorre há uma sobrecarga na memória de trabalho. Assim o desenho e a maneira como as informações estão organizadas nas interfaces de ambientes virtuais tem interferência no processo de compreensão e retenção da informação (SWELLER, 2002). É importante estar atento aos sistemas de gestão do conhecimento que são desenvolvidos em torno da informação para lidarmos com as novas tecnologias de maneira coerente. As informações devem ser organizadas de forma que o usuário tenha fácil acesso a elas, podendo ser utilizadas por usuários comuns e munidas de uma intencionalidade pedagógica. Para Nielsen (1993), usabilidade de um sistema é diretamente proporcional à facilidade com que os usuários podem fazer uso de uma ferramenta para cumprir uma tarefa específica.

A linguagem estabelecida em um ambiente virtual se dá a partir de imagens, materiais textuais ou audiovisuais. A relação entre o sujeito e o conteúdo transposto se dá por intermédio de uma mediação simbólica intencional. Para Vygotsky (SMOLKA, 2000) são os signos⁴, constituídos socialmente e interiorizados pelo homem, que nos permite comunicar o senso que queremos dar ao discurso. Em outros termos, são elementos que utilizamos como instrumentos-mediadores. Estes mesmos signos são usados como andaimes (BRUNER, 2009) no processo de desenvolvimento de competências.

⁴ Segundo Vygotsky, existem dois tipos de elementos mediadores da realidade: os instrumentos e os signos, sendo que o primeiro corresponde a um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo, diferentemente dos animais que também usam instrumentos, o ser humano tem a capacidade de criar seus instrumentos para determinados fins, os guardam para seu futuro e transmitem a sua função e metodologia de construção para outros membros do grupo social.

O desenvolvimento da competência esperada se dá a partir da leitura de signos que são intencionalmente estruturados conforme a leitura que o público alvo pode realizar. Pois o sentido que o homem dá a seu entorno e ao seu mundo é mediado por artefatos e símbolos. Os signos, como os instrumentos, são derivados principalmente dos meios sociais e culturais e representam produtos que surgiram ao longo da história, como frutos de relações humanas. Mas as próprias ferramentas não são suficientes para transformar as atividades humanas em atividade produtiva ou trabalho. É a linguagem, em seu sentido amplo, que permite ao homem pensar sobre a realidade, planejar e organizar as atividades (BLANCK, 1996). Desta forma, pressupõe-se que a comunicação em um sistema não presencial, no qual não há troca dinâmica de dados, a utilização de signos comuns, capacidade de antecipação de necessidades e procedimentos são elementos chaves para atingir os objetivos propostos. Uma interface ideal deve ser configurada de maneira a permitir uma navegação mais “intuitiva”, solicitando pouco esforço cognitivo. A navegabilidade possui elementos intrínsecos da usabilidade, assim como das características dos usuários e deve guardar aspectos habituais⁵ no seu modo de funcionamento (TORRES; ABRAHÃO, 2006).

Há algumas críticas em relação à precisão e viés potencial do sistema de classificação da Nielsen, incluindo algumas preocupações de que o sistema está rapidamente se tornando obsoleto por causa de novas tecnologias.

Uma crítica ao sistema de medição de Nielsen é que ele falha em um critério importante da Estatística e da amostragem: não é aleatório. Ou seja, uma pequena fração de avaliadores é selecionada e somente aqueles que aceitam são usados para amostragem. Como os espectadores estão cientes de fazer parte da amostra da Nielsen, isso pode levar a um viés de resposta nos hábitos de gravação e visualização. As contagens de audiência recolhidas pela metodologia do diário

⁵ Hábito é uma operação mental que interpreta o acontecimento real antes mesmo que ele se realize por completo, nascente do ato de repetição que cria uma expectativa de continuidade.

de autorrelato são por vezes superiores às recolhidas pelos contadores electrónicos que eliminam qualquer tendência de resposta.

Mesmo assim, a Avaliação de Usabilidade de Nielsen ainda é predominante como raiz estrutural de avaliações no geral. Disto, foi identificado a potencialidade de um trabalho precisamente ligado a avaliação de usabilidade visto que a ciência dos jogos eletrônicos está crescendo como uma área robusta e dinâmica de pesquisa que cruza várias áreas disciplinares e redesenha o escopo e as questões de pesquisa que se cruzam com as áreas que abordam a eficácia e o design do aprendizado que busca no futuro incluir a junção de toda literatura acadêmica sobre simulações, jogos sérios, gamificação e tecnologia educacional.

A linguagem estabelecida em um ambiente virtual se dá a partir de imagens, materiais textuais ou audiovisuais. A relação entre o sujeito e o conteúdo transposto se dá por intermédio de uma mediação simbólica intencional. Para Vygotsky (SMOLKA, 2000) são os signos ⁶, constituídos socialmente e interiorizados pelo homem, que nos permite comunicar o senso que queremos dar ao discurso. Em outros termos, são elementos que utilizamos como instrumentos-mediadores. Estes mesmos signos são usados como andaimes (BRUNER, 2009) no processo de desenvolvimento de competências.

O desenvolvimento da competência esperada se dá a partir da leitura de signos que são intencionalmente estruturados conforme a leitura que o público alvo pode realizar. Pois o sentido que o homem dá a seu entorno e ao seu mundo é mediado por artefatos e símbolos. Os signos, como os instrumentos, são derivados principalmente dos meios sociais e culturais e representam produtos que surgiram ao longo da história, como frutos de relações humanas. Mas as próprias

⁶ Segundo Vygotsky, existem dois tipos de elementos mediadores da realidade: os instrumentos e os signos, sendo que o primeiro corresponde a um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo, diferentemente dos animais que também usam instrumentos, o ser humano tem a capacidade de criar seus instrumentos para determinados fins, os guardam para seu futuro e transmitem a sua função e metodologia de construção para outros membros do grupo social.

ferramentas não são suficientes para transformar as atividades humanas em atividade produtiva ou trabalho. É a linguagem, em seu sentido amplo, que permite ao homem pensar sobre a realidade, planejar e organizar as atividades (BLANCK, 1996).

Desta forma, pressupõe-se que a comunicação em um sistema não presencial, no qual não há troca dinâmica de dados, a utilização de signos comuns, capacidade de antecipação de necessidades e procedimentos são elementos chaves para atingir os objetivos propostos. Uma interface ideal deve ser configurada de maneira a permitir uma navegação mais “intuitiva”, solicitando pouco esforço cognitivo. A navegabilidade possui elementos intrínsecos da usabilidade, assim como das características dos usuários e deve guardar aspectos habituais ⁷ no seu modo de funcionamento (TORRES; ABRAHÃO, 2006).

Então, organizar a informação que se pretende oferecer é levar em consideração alguns aspectos cognitivos⁸ da interface estabelecida entre o homem e a máquina. Ou seja, a escolha do conteúdo a ser ofertado e a organização desse conteúdo segundo padrões culturais⁹. Estes elementos estão ligados aos objetivos institucionais, aos objetivos do público alvo e as conexões passíveis de serem estabelecidas por via da leitura de mundo dos sujeitos envolvidos no processo (FREIRE, 1992).

O desenvolvimento de um jogo digital educativo e o tratamento do conteúdo teórico são construídos a partir de símbolos gráficos, imagens ou mídias que

⁷ Hábito é uma operação mental que interpreta o acontecimento real antes mesmo que ele se realize por completo, nascente do ato de repetição que cria uma expectativa de continuidade.

⁸ Fatores diversos como o pensamento, a linguagem, a percepção, a memória, o raciocínio etc., que fazem parte do desenvolvimento intelectual.

⁹ Configuração exterior que uma cultura apresenta, traduzindo o conjunto de valores que expressa essa mesma cultura. Os indivíduos normalmente agem de acordo com os padrões estabelecidos pela sociedade em que vivem - agem de uma forma estão expressando os padrões culturais do grupo.

visam ativar um processo cognitivo¹⁰. Todos estes elementos estão conectados desde o tamanho das letras até o cenário proposto e a organização das informações a serem apresentadas. E fazem parte da análise ergonômica cognitiva, ou seja, a análise dos processos de aquisição, processamento e recuperação de informações, que dão suporte ao elemento compreensão e por sua vez dão apoio ao desenvolvimento cognitivo (MORATORI, 2003).

Alguns autores (PIVEC; KEARNEY, 2007) apontam um elevado potencial dos jogos no processo de ensino e aprendizagem por proporcionarem uma motivação intrínseca no ato de jogar, e também por oportunizar a construção do conhecimento e o aprendizado significativo (GEE, 2009). Os jogos, para além da ludicidade proposta possuem conteúdos e finalidades específicas, demandando do jogador o uso de conhecimentos e habilidades para solucionar problemas preestabelecidos em um cenário de aprendizagem previamente elaborado. No entanto, não podemos esquecer, sobretudo no caso de ambientes virtuais educativos que visam o desenvolvimento de competências, que o conteúdo, seja ele conceitual ou iconográfico, é construído a partir da interação homem-máquina. Homem, ser histórico que interage com a máquina, artefato carregado de significados, em um dado contexto social (SANTAELLA, 2003).

No entanto, ao pensarmos no desenvolvimento de um jogo educacional podemos harmonizar o conteúdo e os elementos próprios das estratégias e desafios propostos de maneira a estabelecer uma transposição didática simples e usual sem perdermos em qualidade? A usabilidade é um importante aspecto na análise da interface homem máquina, pois diz respeito ao diálogo estabelecido entre sujeito e artefato e qualidade de uso e interação permitida pelo sistema. A seguir os cinco atributos de usabilidade descritos por Nielsen (1993, p. 26):

¹⁰ Fatores diversos como o pensamento, a linguagem, a percepção, a memória, o raciocínio etc., que fazem parte do desenvolvimento intelectual.

1. Facilidade de aprendizado: o sistema deve ser o mais simples possível e de fácil aprendizagem para que o usuário tenha a possibilidade de, sem demora, conhecer o sistema e desenvolver suas atividades;
2. Eficiência de uso: o sistema deve ser hábil o suficiente para permitir que o usuário, tendo aprendido a interagir com ele, atinja altos níveis de produtividade no desenvolvimento de suas atividades;
3. Facilidade de memorização: aptidão do usuário de regressar ao sistema e realizar suas tarefas mesmo tendo estado sem fazer uso dele por um determinado tempo;
4. Baixa taxa de erros: em um sistema com poucos índices de erros, o usuário é capaz de realizar suas tarefas sem grandes problemas, recuperando erros, caso aconteçam;
5. Satisfação subjetiva: o usuário acha agradável a interação com o sistema e se sente particularmente satisfeito com ele;

Para jogos eletrônicos, existem fatores de usabilidade adicionais: integram elementos de diversão, desafios, competitividade e, para alguns, devem permitir socialização e interatividade social. Tais fatores, irrelevantes para sistemas tradicionais e outros produtos, são importantes para jogos (ROUSE, 2001 apud LAUSEN 2005).

Por meio de uma revisão sistemática previamente realizada por Vieira et al (2018), foi identificada a Game User Experience Satisfaction Scale, um instrumento de medição de satisfação de videogame, demonstrando ter integridade, validade de conteúdo, consistência e validade convergente e discriminante. A escolha do GUESS se deu porque sua base de validação conta com mais de 450 jogos avaliados por mais de 600 jogadores (PHAN, KEEBLER; CHAPARRO, 2016), entretanto, com observações: foi somente administrado a jogadores de videogame

de pelo menos 18 anos de idade com alguma educação secundária, não sendo aplicada a populações mais jovens e com menor nível de escolaridade. Além disso, os jogos avaliados consistiam, em sua maioria, em jogos comerciais populares, concebidos exclusivamente para entretenimento. Como resultado, ainda não há validação se GUESS é aplicável na avaliação de jogos sérios. Vimos então uma oportunidade para desenvolver essa validação e por meio dela, propor de nova avaliação heurística para jogos educacionais.

1.5 Justificativa

Serious games proliferaram na última década com potenciais benefícios identificados em pesquisas (FREITAS, 2017; LOPE et al , 2017). No entanto, há uma ausência de estudos e propostas metodológicas para desenvolvimento de jogos educacionais, devido a inerente multidisciplinaridade que aumenta o nível de complexidade de estudos deste subcampo. Buscando contribuir para este ambiente fértil um objeto de estudo, este trabalho coopera para as áreas de pedagogia, de tecnologias educacionais e de desenvolvimento de sistemas, engenharia e qualidade de software.

Apesar do impacto dos *videogames* na sociedade contemporânea e seu valor por apoiar e enriquecer o processo de ensino aprendido de crianças e adolescentes, existem atualmente poucas metodologias específicas para o desenvolvimento de jogos educacionais. Duas deficiências foram identificadas por Lopes et al (2017) como críticas para atuais frameworks de desenvolvimento:

1. Metodologias para projetar *videogames* educacionais não fornecem ferramentas ou procedimentos exaustivos para projetar e avaliar a qualidade e elementos que o jogo trabalha. Por exemplo, a *história* de um jogo como eixo de suporte e valorização de mecanismos e regras de jogo, quase nunca é discutida.

2. Tais metodologias também ignoram a natureza multidisciplinar da equipe que desenvolve um videogame, que vai muito além de desenvolvedores e programadores especialistas em computação.

Tendo como base um software educacional em desenvolvimento, este trabalho buscou elaborar uma metodologia eficaz para fase de avaliação do processo de desenvolvimento de jogos educacionais, buscando superar falhas já identificadas em modelos prévios como também colaborar tanto para identificação de erros estruturais e bugs, quanto para medição de nível de satisfação e efetividade de um jogo educacional em sala de aula.

Justifica-se este estudo pela relevância de se desenvolver jogos educacionais digitais que não provoquem sobrecarga de trabalho cognitivo no usuário e respondam aos critérios básicos da usabilidade, no qual, segundo as normas da ABNT (2002) o produto deve responder a objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso. Dito de outra maneira, precisa responder aos critérios educacionais propostos em relação ao potencial de diversão para envolver o jogador, a mecânica do jogo, de sua estrutura interna e formal, como códigos, algoritmos, banco de dados, a usabilidade da interface, sua camada de objetos, ferramentas e interações necessitam obedecer a certos critérios ergonômicos de qualidade e conforto do usuário além de responder ao seu objetivo primeiro, ou seja, o potencial educacional. Assim, este estudo tem duplo objetivo: validação de uma avaliação heurística de usabilidade pré existente e a formulação a partir dela de uma nova avaliação específica para jogos educacionais.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é a elaboração de um modelo de Avaliação de Usabilidade para Jogos Educacionais com base em duas propostas existen-

tes: *Avaliação de Usabilidade de Nielsen* e a *Game User Experience Satisfaction Scale*.

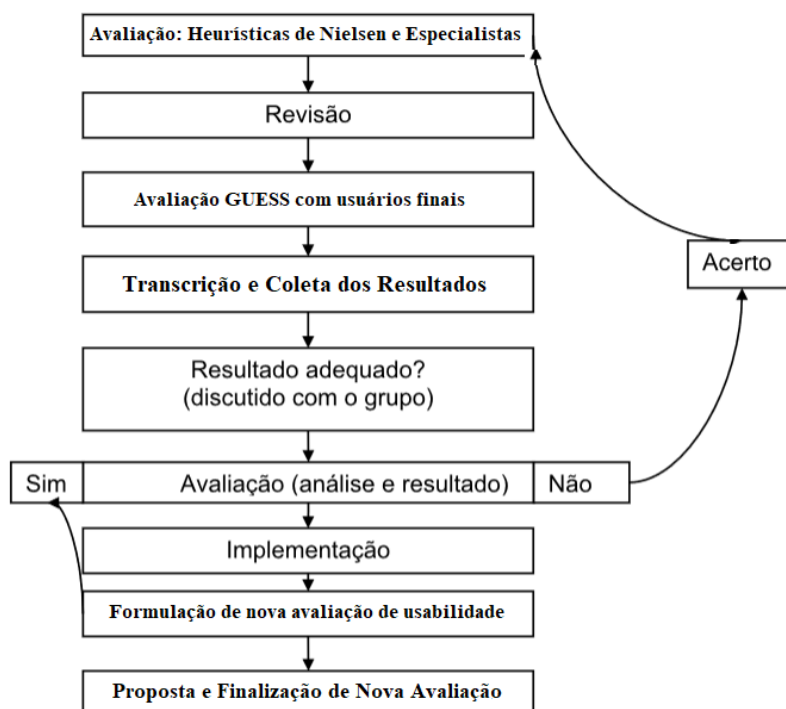
1.6.2 Objetivos Secundários

Além da elaboração de um produto final (o modelo de avaliação), são objetivos secundários:

1. Realizar a Avaliação de Usabilidade de Nielsen com participantes de duas diferentes categorias, *especialistas* e *usuários potênciais*.
2. Sintetizar o modelo de Avaliação de Usabilidade baseada nos dados coletados das duas avaliações anteriores;
3. Formular uma proposta de Avaliação baseada em GUESS.

2 METODOLOGIA

Figura 2.1 – Fluxograma. Autoria própria desenvolvido a partir do fluxograma de Lausen(2005 p. 318)



Trata-se de uma pesquisa, de caráter aplicado, apresenta abordagem mista (quanti-quali). A escolha da abordagem foi realizada a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre a usabilidade (VIEIRA; CAMPOS; MARTINS, 2019). A coleta de dados será feita em duas fases:

A primeira fase consistiu na avaliação, por meio das Heurísticas de Nielsen, da usabilidade e satisfação tendo como participantes professores especialistas da área de usabilidade e interface homem-máquina. Após a resposta do questionário, voluntários foram entrevistados para dar opiniões e recomendações a partir de suas percepções.

Para segunda fase se deu pela categorização e ordenação de comentários e informações coletadas na primeira fase, sendo estas divididas em categorias e subcategorias baseadas na estrutura do próprio questionário GUESS.

2.1 Características dos Participantes

As avaliações foram realizadas por dois conjuntos diferentes de usuários: o primeiro constituído por professores especialistas em usabilidade e acessibilidade do departamento de Ciência da Computação (DCC), do Departamento de Educação (DED) e do Departamento de Química (DEQ) da Universidade Federal de Lavras. A escolha se deu pela natureza do jogo a ser testado: para melhor qualidade de dados, a realização de testes com usuários especialistas é recomendada para captar recomendações sobre interface homem-máquina, caráter lúdico e de conteúdo do game a ser avaliado. Tanto o especialista em educação quanto o especialista em química também são potenciais usuários potenciais, podendo contribuir sobre o nível de satisfação e usabilidade sem riscos de comprometimento por bias ou aptidões que especialistas de Tecnologias de Informação deixariam passar despercebidas. Um segundo grupo de usuários, classificados como usuários potenciais também serão avaliados via este método. Justifica-se a escolha de dois grupos distintos de usuários por recomendações do Grupo Nielsen, que defende que não há razões para entrevistar mais que três usuários de grupos distintos, sendo cinco um número ideal: "os melhores resultados vêm do teste de não mais do que 5 usuários e da execução de tantos pequenos testes quanto você puder pagar."(NIELSEN, 2000).

2.2 Procedimento de Testes

Após a submissão e aprovação do Comitê de ética da Universidade Federal de Lavras foi aplicado um teste de usabilidade com usuários de diversas áreas para coleta de dados qualitativos sobre o jogo educacional . Contavam um mo-

mento de navegação e exploração livre do jogo, com incentivo a verbalização e uma navegação guiada, via checklist, também com incentivo a verbalização. O vídeo será analisado tendo como ponto de partida o caminho percorrido pelo usuário e os princípios de usabilidade de Nielsen. Durante a análise o pesquisador terá o auxílio do checklist e das anotações realizadas durante a observação participante, para verificar as dificuldades, facilidades e erros do sistema durante a navegação guiada. Tal escala servirá tanto para três objetivos:

1. Coleta de dados quantitativos;
2. Estudo de avaliações realizados por testes de usabilidade.
3. Proposta de uma nova metodologia de avaliação de usabilidade de jogos educacionais, objetivo primário deste trabalho;

2.2.1 Teste de Usabilidade: condução básica

Existem diversas maneiras de se conduzir um teste de usabilidade; Lausen (2005) destaca quatro favoritos, de baixo custo e altamente eficiente:

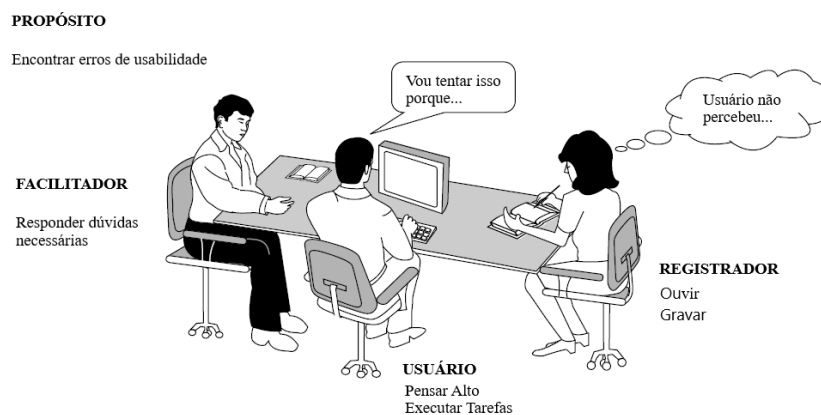
1. Teste de pensamento alto (*think-aloud test*): Durante um teste de usabilidade, o usuário (o sujeito de teste ou usuário de teste) deve realizar tarefas usando o sistema ou uma maquete (*mock up*). É preferível que o usuário descreva em voz alta o que ele está fazendo e por quê.
2. Sistema real (*real system*): ideal para encontrar problemas de usabilidade em sistemas concluídos. O usuário, acompanhado ou não de analistas, utilizará o sistema para realizar várias tarefas e relatará em tempo real ou posteriormente sobre sua experiência.
3. Protótipos e/ou maquetes (*Prototypes and mock-ups*): No início do processo de desenvolvimento, não existe um sistema real para teste. No entanto, você pode encontrar problemas de usabilidade com protótipos. Pro-

tótipos em suas formas mais simples, chamados de *mock-ups* ou maquetes, podem consistir inteiramente de telas desenhadas em papel, e o usuário preencherá os campos por meio de um lápis, simular "cliques" nos botões, etc. O líder do teste (o facilitador) levaria as janelas de papel quando eles "fecham" e os trazem quando eles se abrem. Maquetes são muito úteis no início do desenvolvimento por serem rápidos de conduzir e baratos.

4. Equipe de teste (*test team*): melhor conduzido por duas ou três pessoas, incluindo um facilitador, que conversa com o usuário e o orienta, o detentor de registro, que anota o que acontece, em particular os problemas encontrados de usuários, por fim, uma terceira pessoa possível pode observar como o teste continua e ajudar os outros dois como a necessidade surge.

O método escolhido para a primeira fase de testes foram é uma fusão entre o método 1 e o método 4: o usuário, acompanhado de um facilitador e de um registrador, irá interagir com o software, sendo incentivado a explicar em voz alta, toda ação realizada dentro do jogo. Todo o processo será gravado por meio de um gravador de voz e câmeras, como representado pela figura 2.2:

Figura 2.2 – Representação do Teste de Usabilidade. Fonte: Lausen, 2005, p. 36



Nesta fase, os principais interesses a serem analisados serão objetos de interface homem-máquina, como botões, interface I/O, comandos e localização de textos, ou seja, interface gráfica do utilizador e problemas de facilidade de uso¹. Serão também examinados conteúdo didático e informações referentes ao processo de ensino-aprendizagem de química. É esperado desta fase de análise correções que facilitarão a aplicação do teste seguinte, com a ferramenta GUESS. É expectável outros problemas sejam identificados, como *bugs*² e funcionalidade ausentes. Tais defeitos comuns são ou resolvidos em conjunto ao desenvolvimento do software ou via correções e *patches* após seu lançamento.

Após a avaliação, foi apresentado aos usuários um questionário de usabilidade de Nielsen, contendo 19 itens:

1. O que achou da visibilidade do status do sistema?
2. O sistema lhe manteve informado sobre o que estava acontecendo? Teve feedback apropriado em tempo razoável?
3. A linguagem do sistema foi adequada para o público alvo?
4. Você acha que os conceitos como palavras, frases serão familiares ao público alvo, ou os termos são muito técnicos?
5. Quando escolheu um caminho que não gostaria de seguir, foi fácil retornar para onde gostaria de ir?
6. Tiveram itens ou ações que surtiram dúvidas?
7. Foi diagnosticado erros ou problemas que devem ser corrigidos?
8. Você acha que o jogo trabalha mais com reconhecimento?

¹ Ou seja, se o sistema funcionar como pretendido pelo programador e ele pode suportar a tarefa, mas o usuário não consegue descobrir como fazer isso

² o sistema não funcionar como o esperado, ocorrendo o que é chamado de *crashes*, congelamentos, ocorrências não esperadas pelo software que, no pior caso, pode requerer reinicialização

9. Você acha que o jogo trabalha mais com memorização?
10. A forma como os diálogos são apresentados dificultam a navegação do usuário?
11. A forma como os diálogos são apresentados facilitam a navegação do usuário?
12. As instruções do sistema estão visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que apropriado?
13. O sistema permite acelerar a interação para o usuário experiente?
14. O sistema permite aos usuários personalizar ações?
15. As informações da interface do sistema são relevantes?
16. É possível reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros?
17. As mensagens de erros são claras, ou seja, indicam o problema e sugerem uma solução?
18. As informações são de fácil acesso, focada na tarefa do usuário?

Que foram avaliados de acordo com os critérios a seguir:

1. 1 - Problema cosmético: não precisa ser consertado, a menos que haja tempo extra disponível no projeto
2. 2 - Problema pequeno: o conserto deste problema é desejável, mas deve receber baixa prioridade
3. 3 - Problema grande: importante de ser consertado; deve receber alta prioridade
4. 4 - Catástrofe de usabilidade: é imperativo consertar este problema antes que o produto seja lançado.

5. 5 - Não sei responder

As pontuações (0-4) representam "não sei responder", "problema cosmético" (baixa gravidade), problema menor de usabilidade (média gravidade), problema principal de usabilidade (alta gravidade) e em sua escala mais alta, catástrofe de usabilidade (altíssima gravidade).

2.3 Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)

Se compararmos com Lausen (2005), o GUESS é um paralelo a uma pesquisa de opinião sobre software: uma metodologia clássica para medir a satisfação do usuário. Pesquisas de opinião possuem pelo menos uma vantagem relevante: não precisam especificar as tarefas para usuários, ou seja, pode-se deixar os usuários afirmarem se as tarefas fornecidas pelo software são bem suportadas, podendo inclusive pedir que escrevam no formulário quais tarefas não são bem suportadas. Mesmo que não sejam coletados dados completos, pesquisas de opinião fornecem dados quantitativos sobre facilidade de uso, eficiência e principalmente satisfação subjetiva, pois como afirma Lausen (2005), "nós simplesmente perguntamos aos usuários se eles estão satisfeitos. Se eles disserem sim, nós confiamos neles. É a sua opinião subjetiva que buscamos, mesmo que não tenha nada a ver com medidas objetivas"(p.52), afirmando em seguida, "Pesquisas de opinião são provavelmente a melhor maneira de medir fatores de usabilidade para programas de jogos, por exemplo, o valor do entretenimento, desafio, a justiça, etc"(p.52). É alertado pelo autor porém que pesquisas de opiniões são suscetíveis a sofrerem com a *Segunda Regra de Usabilidade*³ "há pouca correlação entre satisfação subjetiva e desempenho objetivo"(Lausen, 2005, p. 53).

A *GUESS* é um instrumento de medição de satisfação de videogame, demonstrando ter integridade, validade de conteúdo, consistência e validade conver-

³ A primeira afirma que "nenhum teste de usabilidade é seguro, podendo ter 50% de chance de identificar ou não uma falha de usabilidade.

gente e discriminante. O GUESS foi desenvolvido e validado com base nas avaliações de mais de 450 títulos de *videogames* de diversos gêneros. Sendo assim, pode ser aplicado em vários tipos de *videogames* na indústria, tanto para avaliar quais aspectos de um jogo contribuir para a satisfação do usuário e como uma ferramenta para debriefing usuários em sua experiência de jogo, podendo ser administrada para avaliar a satisfação do usuário de diferentes tipos de videojogos por uma variedade de usuários (PHAN; KEEBLER; CHAPARRO, 2016).

Por meio de um questionário de 55 itens, é defendido pelos autores que é possível obter resultados que indicam a satisfação geral de vídeo game, baseando-se em nove fatores: Usabilidade/Jogabilidade, Narrativas, Engajamento de Usuário, Prazer, Liberdade Criativa, Estética de Áudio, Gratificação Pessoal, Conectividade Social e Estética Visual.

Resultados obtidos com especialistas indicou que o *GUESS* tem alta validade de conteúdo. Ambos os estudos de análise fatorial exploratória (EFA) ou confirmatória (CFA) demonstraram também que o método é integralmente consistente, fornecendo evidências de apoio que apontam validade convergente e discriminante. (PHAN; KEEBLER; CHAPARRO, 2016)

O questionário GUESS avalia jogos em nove fatores gerais, que serão detalhados mais a frente:

1. Usabilidade/Jogabilidade
2. Narrativa
3. Play Engrossment
4. Prazer
5. Liberdade Criativa
6. Estética de Áudio
7. Gratificação pessoal

8. Conectividade Social

9. Estética Visual

Nos tópicos a seguir serão descritos os fatores do GUESS.

2.3.1 Fatores de Usabilidade/Jogabilidade

A usabilidade aborda fatores relacionados a facilidade de interagir com o jogo, como jogabilidade e controle, assim como facilidade com que as pessoas podem cumprir objetos a fim de realizar uma tarefa específica. Inclui todas as experiências do jogador durante a sua interação com os sistemas de um jogo, descrevendo a facilidade na qual o jogo pode ser jogado, a quantidade de vezes que ele pode ser completado ou a sua duração e sua interface. A facilidade com que o jogo pode ser jogado com metas / objetivos claros em mente e com interferências cognitivas mínimas ou obstruções do usuário interfaces e controles.

- Eu acho que é fácil aprender a jogar o jogo.
- Eu achei os controles do jogo fáceis.
- Eu sempre soube como atingir meus objetivos no jogo.
- Eu achei a interface do jogo fácil de navegar.
- Eu não preciso de um tutorial ou manual para jogar o jogo.
- Eu achei o menu do jogo amigável.
- Eu sinto que o jogo me treina o suficiente sobre os controles.
- Eu sempre sei meu próximo objetivo após terminar um evento no jogo.
- Eu sinto que as informações que o jogo providencia (mensagens, ajudas, etc) são claras.

- Eu me sinto confiante enquanto jogo.

Tabela 2.1 – Tabela de Usabilidade/Jogabilidade

Game User Experience Satisfaction Scale				
Usabilidade/Jogabilidade	1	2	3	4
Eu acho fácil aprender a jogar o jogo				
Eu achei os controles do jogo fáceis				
Eu sempre soube como atingir meus objetivos no jogo				
Eu achei a interface do jogo fácil de navegar				
Eu não preciso de um manual ou tutorial para jogar o jogo				
Eu achei os menus do jogo amigáveis				
Eu sinto que o jogo me treina o suficiente sobre os controles				
Eu sempre achei meu próximo objetivo após terminar um evento no jogo				
Eu sinto que as informações que o jogo providencia são claras				
Eu me sinto confiante enquanto jogo				

2.3.2 Fatores de Narrativa

A narrativa consiste no arranjo de uma sequência de fatos na qual os personagens se movimentam num determinado espaço/tempo. Fatores de Narrativa envolvem questões relacionadas a história, universo e fantasia do jogo, assim como construção de personagens além de aspectos da história do jogo (por exemplo, eventos e personagens) e suas habilidades para capturar o interesse do jogador e moldar a emoção do jogador.

- Eu acho os personagens do jogo bem desenvolvidos.
- Eu fiquei interessado na história do jogo desde o começo.
- Eu gostei da fantasia ou história providenciada pelo jogo.
- Eu posso me identificar pelos personagens do jogo.
- Eu estou envolvido emocionalmente pelos eventos do jogo.

- Eu estou interessado em ver como os eventos do jogo se desenvolvem.
- Eu consigo entender claramente a história do jogo.

Tabela 2.2 – Tabela de Narrativa

Narrativa	1	2	3	4
Eu acho os personagens do jogo bem desenvolvidos				
Eu fiquei interessado na história do jogo desde o começo				
Eu gostei da fantasia ou história providenciada pelo jogo				
Eu posso me identificar pelos personagens do jogo				
Eu estou envolvido emocionalmente pelos eventos do jogo				
Eu estou interessado em ver como os eventos do jogo se desenvolvem				
Eu consigo claramente entender a história do jogo				

2.3.3 Fatores de Entrosamento do Jogador

Métrica que busca escalar o nível de entrosamento e interação do jogador com o jogo, como se ele é capaz de "prender" o usuário. O grau em que o jogo pode manter a atenção e o interesse do jogador. Esta métrica busca avaliar a comunicação do jogo com o usuário, apontando se o primeiro é capaz de fixar a atenção do segundo por tempo suficiente para sua completude. Jogos cativantes ou viciantes apontam níveis altos de entrosamento.

- Eu me sinto desconectado do mundo enquanto jogo.
- Eu não ligo de checar eventos que estão ocorrendo no mundo real enquanto jogo.
- Eu não consigo dizer quando estou cansado enquanto jogo.
- Algumas vezes eu perco noção de tempo enquanto jogo.
- Eu temporariamente me esqueço de preocupações diárias enquanto jogo.
- Eu passei mais tempo jogando do que esperava.

- Eu bloqueio maioria das distrações quando jogo.
- Sempre que paro de jogar eu mal posso esperar para começar a jogar de novo.

Tabela 2.3 – Tabela de Entrosamento do Jogador

Play Engrossment	1	2	3	4
Eu me sinto desconectado do mundo enquanto jogo.				
Eu não ligo de verificar eventos que estão ocorrendo no mundo real enquanto jogo				
Eu não consigo dizer quando estou cansado enquanto jogo				
Eu temporariamente me esqueço de preocupações diárias enquanto jogo				
Eu passei mais tempo jogando do que esperava				
Eu bloqueio maioria das distrações enquanto jogo				
Sempre que paro de jogar eu mal espero para começar a jogar de novo				

2.3.4 Fatores de Prazer

Escala que mede ludicidade do jogo, ou seja, produzir prazer durante sua execução, ou seja, divertir o praticante. A quantidade de prazer e prazer que foi percebida pelo jogador como resultado de jogar o jogo. Apesar de conectado aos Fatores de Entrosamento, os Fatores de Prazer medem se o jogo é divertido ou entediado.

- Eu acho o jogo divertido.
- Eu me divirto jogando.
- Eu me sinto entediado jogando.
- Eu provavelmente irei recomendar o jogo a outras pessoas.
- Se eu tiver chance, irei buscar jogar de novo.

Tabela 2.4 – Tabela de Fatores de Prazer

Fatores de Prazer	1	2	3	4
Eu acho o jogo divertido				
Eu me divirto jogando.				
Eu me sinto entediado jogando.				
Eu provavelmente irei recomendar o jogo a outras pessoas.				
Se eu tiver chance, irei buscar jogar de novo.				

2.3.5 Fatores de Liberdade Criativa

Métrica que busca elucidar sobre as possibilidades criativas que o jogo permite, como possibilidade de ir e vir, realização tarefas de diferentes maneiras e linearidade. Ou seja, até que ponto o jogo é capaz de estimular a criatividade e a criatividade do jogador curiosidade e permite ao jogador expressar livremente sua individualidade enquanto jogando o jogo.

- Eu sinto que o jogo me permite ser criativo.
- Eu me sinto criativo quando jogo.
- Eu sinto que o jogo me dá liberdade de agir da maneira que quero.
- Eu sinto que o jogo permite me expressar.
- Eu posso explorar coisas no jogo.
- Eu sinto que minha curiosidade é estimulada ao jogar.
- Eu acho que o jogo é único e original

Tabela 2.5 – Tabela de Liberdade Criativa

Liberdade Criativa				
	1	2	3	4
Eu sinto que o jogo me permite ser criativo.				
Eu me sinto criativo quando jogo.				
Eu sinto que o jogo me da liberdade de agir da maneira que quero.				
Eu sinto que o jogo permite me expressar.				
Eu posso explorar coisas no jogo.				
Eu sinto que minha curiosidade é estimulada ao jogar.				
Eu acho que o jogo é único e original				

2.3.6 Fatores de Estética de Áudio

Busca escalar a qualidade de áudio do jogo, como efeitos sonoros, músicas, efeitos de alerta e sua compatibilidade com o game, assim como seus diferentes aspectos auditivos e quanto eles enriquecem a experiência de jogo.

- Eu gostei dos efeitos de som do jogo.
- Eu gostei da música no jogo.
- Eu sinto que os efeitos de áudio do jogo aumentam a imersão e experiência.
- Eu sinto que os efeitos de áudio e música se encaixam com o estilo do jogo.

Tabela 2.6 – Tabela de Estética de Áudio

Estética de Áudio				
	1	2	3	4
Eu gostei dos efeitos de som do jogo.				
Eu gostei da música no jogo.				
Eu sinto que os efeitos de audio do jogo aumentam a imersão e experiência.				
Eu sinto que os efeitos de audio e música se encaixam com o estilo do jogo.				

2.3.7 Fatores de Gratificação do Jogador

Analisar os efeitos gratificantes do jogo, como dificuldade, recompensas, foco, performance do jogador, etc. Os aspectos motivacionais do jogo que promovem a o senso de realização do jogador e o desejo de ter sucesso e continuar jogando o jogo.

- Eu sinto suspense se irei ou não vencer o jogo.
- Eu me sinto satisfeito ao vencer um desafio do jogo.
- Eu quero fazer o melhor possível durante o jogo.
- Eu me sinto focado na minha própria performance enquanto jogo.
- Eu me sinto constantemente motivado a avançar para o próximo estágio.
- Eu sinto que minhas habilidades melhoraram durante o curso do jogo.

Tabela 2.7 – Tabela de Gratificação do Jogador

Gratificação do Jogador	1	2	3	4
Eu sinto suspense se irei ou não vencer o jogo.				
Eu me sinto satisfeito ao vencer um desafio do jogo.				
Eu quero fazer o melhor possível durante o jogo.				
Eu me sinto focado na minha própria performance enquanto jogo.				
Eu me sinto constantemente motivado a avançar para o próximo estágio.				
Eu sinto que minhas habilidades melhoraram durante o curso do jogo.				

2.3.8 Fatores de Conectividade Social

Investiga a capacidade conectiva do jogo com outros jogadores, como possibilidade de interagir via chat ou voz e se são gratificantes e recompensadoras. O grau em que o jogo facilita a conexão social entre os jogadores através de suas ferramentas e recursos.

- Eu acho que o jogo suporta interações sociais (por exemplo, chat) entre jogadores.
- Eu gosto de jogar com outros jogadores.
- Eu posso jogar com outros jogadores se eu quiser.
- Eu aproveitei as interações sociais dentro do jogo.

Tabela 2.8 – Tabela de Conectividade Social

Conectividade Social				
	1	2	3	4
Eu acho que o jogo suporta interações sociais (por exemplo, chat) entre jogadores.				
Eu gosto de jogar com outros jogadores.				
Eu posso jogar com outros jogadores se eu quiser.				
Eu aproveitei as interações sociais dentro do jogo.				

2.3.9 Fatores de Estética Visual

Abrange os visuais gráficos do jogo, como efeitos de luz e textura, assim como se o design gráfico é compatível com o tipo de jogo proposto. Por exemplo, se um visual realista é preferível a um gráfico *cell shading*⁴ em um *serious game*, ou se a ambientação 3D é superior a um design 2D.

- Eu gostei dos gráficos visuais do jogo.
- Eu acho que os gráficos se encaixam com o estilo de jogo.
- Eu achei o jogo visualmente atraente.

⁴ Conjunto de técnicas empregadas na renderização de imagens 3D de modo que o resultado final se assemelhe ao de desenhos em 2D

Tabela 2.9 – Tabela de Estética Visual

Estética Visual				
	1	2	3	4
Eu gostei dos gráficos visuais do jogo.				
Eu acho que os gráficos se encaixam com o estilo de jogo.				
Eu achei o jogo visualmente atraente.				

2.4 Procedimento de realização das Avaliações de Usabilidade e Transcrição dos dados

Todas as avaliações de usabilidade foram seguidas de acordo com as recomendações apresentadas anteriormente, ou seja, o usuário é acompanhado de um facilitador e de um registrador ao interagir com o software, sendo recomendado a explicar em voz alta e clara todos comentários, dúvidas e ações realizadas dentro do jogo. Todo o processo foi gravado por, no mínimo, duas câmeras: uma posicionada diante do jogador, de modo a gravar reações faciais, e uma posicionada logo ao seu lado ou atrás do usuário, gravando ações do jogador realizadas dentro do jogo. Assim como documentos de vídeo, também foram registrados documentos de áudio e anotações relevantes a observação direta dos avaliadores, ambos sendo transcritos com base na organização de Koch (2003, p. 82-83) e Mendes (2013), como podemos ver na tabela 2.11.

A transcrição, como afirma Mendes (2013), não deve ser uma "mera reprodução das gravações, mas uma busca por apresentar os tropeços, as frases interrompidas, as prolongadas, os suspiros, as exclamações, as contrariedades", portanto, para documentação, transcrição e registro dos áudios e vídeos, que acumulam pouco mais de 12 horas de duração, foram realizadas repetidas vezes e organizadas conforme a seguinte tabela de códigos (Tabela 2.12).

A seguir apresentamos um exemplo de transcrição que foi baseada nos conceitos apresentados por Mendes (2013) e do questionário GUESS original.

Tabela 2.10 – Códigos para Transcrição

Nome	NOME FICTÍCIO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA
Pesquisador	Pesquisador
/	Truncamento
...	Pausa/Silêncio
()	Fala irreconhecível
[...]	Indicações de que a fala foi tomada ou interrompida/suprimida em determinado (ou algum) ponto
((fala))	Superposição, simultaneidade de vozes
::	Alongamento de vogal ou consoante
-	Silabação
[minúsculas]	Comentários descritivos do transcritor/pesquisador

Tabela 2.11 – Códigos para Transcrição

Nome	NOME FICTÍCIO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA
CUJ	Comentários sobre Usabilidade/Jogabilidade
CN	Comentários sobre Narrativa
CEJ	Comentários sobre Entrosamento do Jogador
CP	Comentários sobre Fatores de Prazer
CLC	Comentários sobre Liberdade Criativa
CEA	Comentários sobre Estética de Áudio
CGJ	Comentários sobre Gratificação do Jogador
CEV	Comentários sobre Estética Visual
CC	Comentários sobre Conteúdo
CAP	Comentários acerca de Questões Pedagógicas

Tabela 2.12 – Exemplo de Passagem Transcrita

TEMPO	CÓDIGO	ASSUNTO
00:00:00 – 00:03:50	CEV	Comentário sobre estética visual do jogo, achando atraente o design de personagens
00:03:51 – 00:14:59	CC	Comentário acerca do conteúdo.
00:15:00 – 00:34:39	CUJ	Comentário sobre usabilidade e jogabilidade

Após a categorização de todas as transcrições, foi então catalogado e organizada de acordo com o código e usuário. Concluído o trabalho de coleta e

transcrição, foram realizadas as análises e gerados os resultados que serão apresentados e discutidos no capítulo 3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, cada entrevistado emitiu comentários de acordo com sua vivência e área de especialização, o que foi confirmado na análise das entrevistas. Especialistas em química, educação e computação verbalizaram comentários mais alinhados a sua área de expertise. Os sete avaliadores encontraram ou relataram por volta de 100 problemas no total. Em média, cada avaliador encontrou 15 problemas. .

Após a transcrição, problemas únicos foram identificados por avaliadores diferentes, sendo a maioria deles da categoria de Usabilidade/Jogabilidade do GUESS. Por volta de 50% dos comentários foram considerados relevante para este trabalho. Para termos uma visão geral dos tipos e gravidade de problemas, utilizamos a escala de classificação de gravidade de cinco pontos da Nielsen (Nielsen, 1994). Nem todas as categorias apresentadas pelo GUESS foram identificadas por meio das avaliações, assim como também foram identificadas novas categorias que não foram contempladas originalmente pela ferramenta. Maiores discussões sobre essas divergências estão presentes mais adiante.

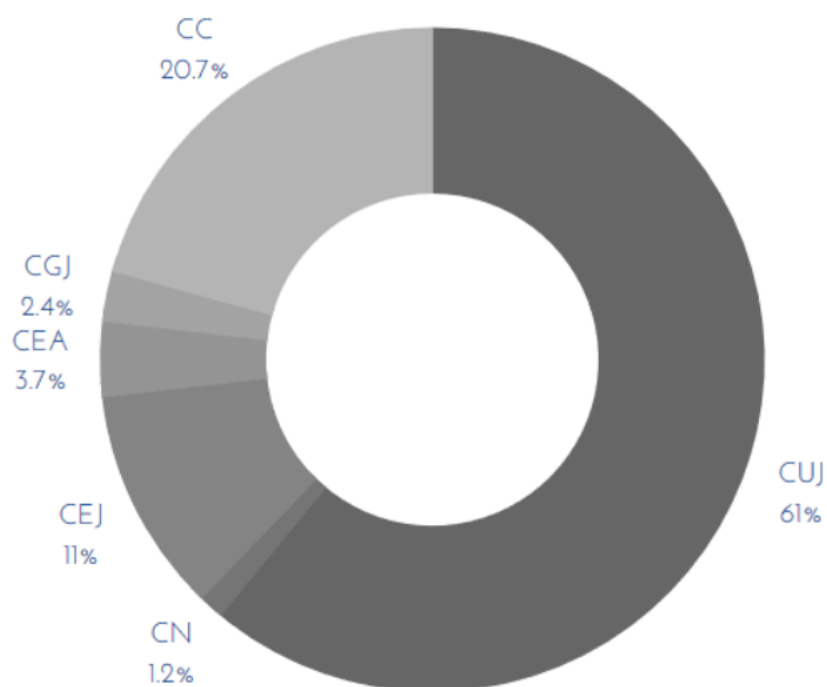
Os resultados da aplicação da escala de classificação de gravidade mostraram que entre os problemas identificados por Avaliação Heurística, houve 2 erros de altíssima gravidade, ambos ligados à categoria de Usabilidade/Jogabilidade, 11 problemas de alta gravidade, por volta de 29 problemas de menor gravidade e 44 problemas de menor gravidade. Logo após esta primeira triagem os problemas foram categorizados de acordo com a Tabela 2.11 e analisados.

3.1 Comentários relativos a Usabilidade/Jogabilidade (CUJ)

Como descrito nos primeiros capítulos, heurísticas tornaram-se um método aceito e amplamente usado de avaliação da usabilidade no desenvolvimento da Internet e de software. Jogos diferem do software comuns em características pois no primeiro o objetivo é se divertir jogando e aprendendo com jogos; aprender

a jogar, resolver problemas ou descobrir coisas novas faz parte dessa experiência. Além disso, em um jogo, os jogadores não sabem antecipadamente o que esperar. Jogar um jogo também não é necessariamente simples, mas deve ser desafiador e o jogador precisa trabalhar em direção aos objetivos. Problemas relacionados a Usabilidade e Jogabilidade foram considerados os mais destacados durante as avaliações, sendo estes ou pouco mais da metade (50 de 94) dos pontos levantados pelos avaliadores, como podemos ver na imagem:

Figura 3.1 – Gráfico das Categorias Fonte: Autoria Própria



Durante a avaliação, os problemas de jogabilidade mais facilmente identificáveis foram relacionados à usabilidade e mobilidade do jogo. Especialmente, foram identificados pelos avaliadores problemas de visualização de informações e navegação. Se por um lado avaliar esses aspectos em jogos se assemelha a avaliações normais de usabilidade de softwares utilitários, avaliar a jogabilidade de um

jogo em um serious game é de complexidade maior. Se considerarmos a jogabilidade como característica educacional de um Jogo Educacional, podemos considerar que o principal objetivo de um serious game é ser educacional, com todos os elementos incorporados projetados para promover o aprendizado. A jogabilidade educacional geral de um jogo vem do valor de cada atributo nas diferentes características de jogabilidade apresentadas. Deve ser adequado o suficiente para que as experiências e sentimentos de um jogador ao jogar sejam os melhores possíveis e os mais adequados à natureza do jogo.

O desenvolvimento de jogos que une dois elementos diferentes, educação e jogo, envolve um conflito inerente. A educação pode facilmente ser vista como a parte chata enquanto a parte divertida - o jogo. Nos jogos em que os aspectos de aprendizagem e os aspectos de jogo não estão totalmente integrados, os alunos geralmente tentam contornar a parte educacional para passar um tempo na parte divertida, anulando o objetivo final de um jogo educacional. Um dos maiores desafios na criação de jogos educativos é, portanto, determinar como a jogabilidade de jogos suportam quais tipos de aprendizado. Ao desenvolver jogos educacionais, a jogabilidade pode ser um parceiro ou um inimigo imprevisível para o aprendizado.

Como poderemos ver pelas análises das categorias e subcategorias a seguir o jogo não alcançou seu objetivo no conceito de integralização do aspecto educacional com o fator de jogabilidade e usuário. Como discutiremos mais a frente, podemos retirar desta conclusão que um questionário de avaliação heurística deve conter perguntas relativas a interconexão dos fatores *Usabilidade/Jogabilidade* com fatores *Conteúdo/objetivos Pedagógicos*.

3.1.1 Subcategoria: Interface

Jogos de computador são áreas de elementos e aplicativos nas quais disciplinas (sistemas) como design gráfico, software, som, música e cenário são usadas juntas em harmonia, que podem estar em interação com o usuário e podem ser

usadas para diferentes fins, como entretenimento , educação e atividade de lazer. Jogos de computador que exigem uma combinação de diferentes disciplinas não consistem apenas em software ou design visual. O design gráfico que determina a identidade do jogo também é importante, bem como a música usada nele, o cenário, o assunto e o software que permite a publicação do jogo.

A importância de projetos de interface de jogos de computador desenvolvidos para crianças é bem destacada por SoyLucicek (2012): a primeira coisa que os usuários veem nos jogos de computador são os designs de interface. Design de interface bem planejado chama a atenção das crianças e enriquece sua imaginação e pode ser motivador; A boa qualidade dos elementos visuais, auditivos e cinestésicos pode fornecer ao usuário maior interação com o jogo.

Um dos objetivos da Interface de um Jogo Educacional é criar ambientes envolventes de aprendizado para atingir metas de aprendizado especificadas. A falha no design de interface de jogos pode interferir no objetivo maior de criar uma experiência atraente para usuários e afetar negativamente a qualidade e sucesso geral de um jogo educacional. Na categoria *Usabilidade/Jogabilidade* do jogo, foi detectado por todos os avaliadores, problemas no posicionamento da câmera em terceira dimensão do usuário e visibilidade. Nesta categoria, embora houvesse muita sobreposição entre as questões descobertas, a crítica em relação a posição da câmera 3D do usuário foi constatada em todas as transcrições, como podemos ver a seguir:

Usuário 1 - Ah aí não sei se o jogo permite isso, de ter uma visão mais geral de onde você está, então eu to aqui, se eu conseguiria clicar em alguma coisa e ter uma visão mais de cima do mapa... mas isso pode ser por minha própria dificuldade aqui... não to acostumado a jogar esse tipo de jogo.

Usuário 2 - Bom...visualizar tabela, bom ta la direitinho. Onde ele estaria? Estaria em algum canto perdido por aí? Isso? Vamos lá, bússola... deveria ter uma visão, tipo assim, maior, para poder... tem jeito de fazer isso? Só se eu conseguisse uma visão... se não vou ter que andar a esmo aqui...será que dá para subir aqui em cima? Para olhar lá de cima? Não, não tem como...Oh, estou subindo aqui oh... oh estou subindo, tá

aqui não consigo. Oh tem um caminhozinho aqui. . . tinha. . . Eu vou cair. AHHH achei o hidrogênio. Ta, ok, ta o que eu faço, interagir com o hidrogênio.

Usuário 2 - Sim, já achei o coisa, mas não tem como pegar ele pow. Onde é que ele está aqui pow. Está faltando uma visão de cima para saber onde é que eu estou...Ah aqui o filho da mãe. Achei o químico, não tem um jeito de levar isso para ele? Interagir com o químico. Próximo objetivo. . . *inaudível* está perdido por aí.

Usuário 2 - Faz uma falta essa. . . visão de cima que não faz idéia. Ai ai ai. . . vou para lá, não dá. Aqui ó, esse método de navegação não está muito bom. Eu estou lá em cima e quero passar para o outro lado. . . onde tá o raio do químico.

Usuário 3 - Me facilita muito a vida se eu tenho uma localização num mapa menor, de onde eu estou. Porque aí eu consigo me situar melhor...

Usuário 4 - Nossa senhora. Ah não devia dar como olhar para frente, não sei nem onde é que eu estou, acho que estou andando para frente. . . Cadê a ponte. Sumiu. Achei.

Usuário 4 - Hmm, eu queria, estou tentando colocar uma visão mais.... mais para frente. Bússola, não. . . não sei onde que eu estou.

Usuário 6 - É, se tivesse como ver com mais perspectiva acho que ia ser mais fácil.

Usuário 6 - Caraca, eu acho que uma perspectiva assim sabe, mais horizontal, ia ajudar muito a me situar.

Usuário 7 - A câmera às vezes me deixa um pouco perdido.

Usuário 7 - Achei bacana...bastante.. assim, fluido o jogo, fácil de desenvolver. O que me deixou menos perdido foi a câmera de cima que não em uma amplitude muito grande. Não tem como mudar ela.

A questão da câmera foi contestado como um erro crítico do jogo, pois prejudica o objetivo da aplicação em seu objetivo de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Química ao desorientar os jogadores, os levando a impaciência, ansiedade e a um excesso de uso de tempo para transição entre objetivos.

Podemos concluir que a interface gráfica, envolvendo a posição de câmera, não contribuiu para o processo de ensino-aprendizagem e é uma subcategoria importante da usabilidade, sendo a mais citada e comentada de todas as outras categorias e subcategorias.

3.1.2 Subcategoria: Controle e Interação

Controle e Interação são elementos centrais no processo de desenvolvimento de jogos. São profundamente enraizados na experiência geral do jogador e podem afetar sua interação com jogos. Por exemplo, se um jogador não pode ler o texto na tela ou os controles são difíceis de dominar ou não respondem, a falha em garantir uma boa usabilidade diminui a experiência geral. *Serious Games*, em particular, apresentam desafios em relação a sua eficácia de usabilidade e aprendizado. Atingir esse objetivo requer converter os princípios de aprendizado em recursos do jogo enquanto utiliza uma *Jogabilidade/Usabilidade* de jogo utilizável. Se a usabilidade falhar como mecanismo e todo o esforço do jogador for dedicado a dominar controles ou interação, sem muita atenção ao conteúdo geral do jogo, ocorrerá um desperdício de recursos de tempo e atenção do jogador, levando a desinteresse do discente.

Estas duas subcategorias foram mescladas em razão de suas similaridades nos comentários transcritos, que foram relacionados a posição de elementos na tela, como botões e informações, assim como *feedbacks* sobre cada comando.

Usuário 1 - Então aqui na verdade eu posso parar e voltar depois né? (Sobre possibilidade de Salvar e Carregar o jogo)

Usuário 1 - Eu acho que esses comandos poderiam estar mais destacados, talvez mais do lado aqui, porque não se essa tela está tão... as outras informações aqui e essas informações estivessem todas no canto direito. Porque minha tendência é...assim. Eu achei que ficou um pouco pequeno também.

Usuário 2 - Isso, load... Aqui seria bom botar alguma coisa que está... para não ficar perdido achando que foi e não foi (referencia a tela de Load).

Usuário 3 - Eu tenho outra dificuldade porque eu não sei o teclado pelo mouse... mouse...

Alguns bugs gráficos, principalmente relacionados à resolução da tela que pode desconfigurar dependendo das polegadas do monitor. Como destacado por um dos usuários, tal bug poderia ter sido prevenido se fases de testes houvessem

sido executadas durante o desenvolvimento do aplicativo, que como explicado, não foram.

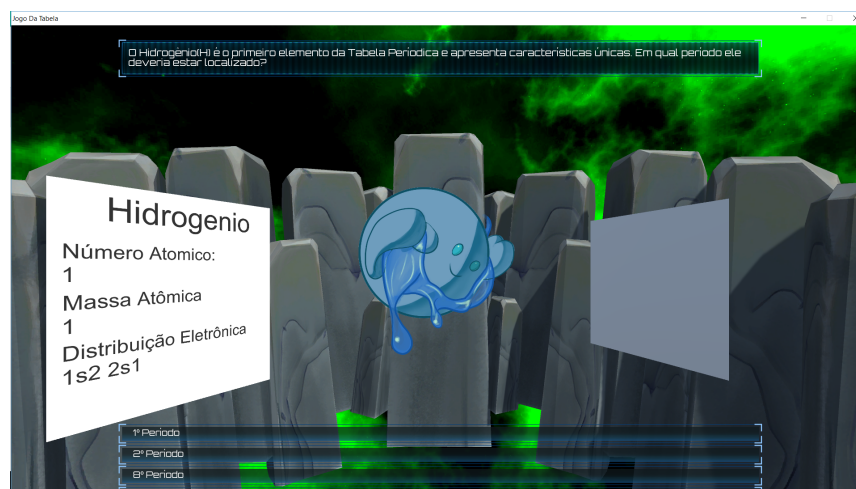
Usuário 2 - Não é nenhum desses, deve ser este aqui que não to vendo... resposta certa, eu não, não estava aparecendo... eu chutei. E aqui embaixo tem alguma coisa... acho que você errou naquela hora de você botar o coisa e era um pouquinho menor que aquele. Quando a gente prepara essa porcaria a gente tem que testar antes para ver se o usuário vai poder ver... pertence ao...13A... O boro.

Usuário 4 - Mas eu não to enxergando a última opção... período mesmo, não lembro de período.

Usuário 6 - Nossa, minha pontuação está menos cinco e não descobri porque.

Bugs assim mostram a importância de uma fase intermediária de testes durante o desenvolvimento pois mesmo que um bug não tenha se revelado em uma máquina, pode ocorrer em outra, como o caso deste que oculta informações e opções de texto, como pode ser visto na imagem a seguir (3.2):

Figura 3.2 – Bug de *resize* da tela. Autoria Própria



Houveram comentários positivos sobre as possibilidades de interação, como a capacidade do jogo ser controlado via touch de tela (caso a configuração de hardware permita)

Usuário 2 - Esse aqui é... oooh é touch!! Que legal...

Em resumo, como a jogabilidade, principalmente em questão de controle e interação com elementos do jogo, se assemelha e complementa o conteúdo a ser estudado foi um elemento vital enunciado pelas avaliações de usabilidade realizadas. A “competição” gerada pela exigente jogabilidade com o conteúdo no foco do jogador o prejudica na essência do que o jogo propõe: ensinar.

O desenvolvimento de jogos educacionais precisa considerar constantemente como pode fazer com que os componentes funcionem em conjunto. Um jogo educativo tem que ter sucesso em duas frentes: como ferramenta educacional e como jogo divertido. A diversão é julgada através do sucesso em alcançar os objetivos. A mecânica e dinâmica são meramente ferramentas para chegar lá. Os princípios de aprendizagem funcionam predominantemente no nível da dinâmica e da mecânica. O truque é manter a jogabilidade alinhada, enquanto aprimora a mecânica e a dinâmica para trabalhar de acordo com os princípios instrucionais para atender aos objetivos de aprendizado do jogo.

Um dos maiores problemas identificados pela avaliação de usabilidade é bem explicado por Nicholson (2011): uma das maiores falhas no design de jogos educacionais é o foco no modelo de perguntas e respostas. Esse tipo de jogo educacional faz com que os jogadores se envolvam em algum tipo de atividade que desperdiça tempo, como rolar um dado e se mover para então o foco do jogo, a atividade de responder a uma pergunta, ser acionada. Nicholson (2011) argumenta que desenvolvedores e educadores que criam jogos para seus clientes e alunos voltam a esse modelo de perguntas por ser familiar, mas está longe de ser um ideal. Um dos principais problemas deste método é que o jogador se distancia do conteúdo para dar atenção a outro elemento: jogabilidade. No caso do jogo de química avaliado, o “excesso” de caminhadas e o desafio de percorrer o mapa competiram com o conteúdo a ser aprendido em vez de atuarem como ferramentas complementares que um jogo educacional deveria ter: ser divertido e educativo.

Outro problema identificado por Nicholson (2011) deste modelo é que apenas um jogador está envolvido na atividade do jogo a qualquer momento. Para se esquivar desta falha, o autor propõe o desenvolvimento de um mecanismo que integre mais jogadores para poder permitir que todos se envolvam mais com o jogo. Para usar essa interação em um ambiente educacional, adicionar um período de discussão após as respostas dos jogadores serem reveladas permitiria que os jogadores aprendessem mais uns com os outros. Esse modelo de jogo faz duas coisas: primeiro, envolve todos os jogadores durante cada pergunta e, em segundo lugar, recompensa os jogadores por serem capazes de escolher uma resposta correta ou escolher a pessoa que deve saber a resposta. Remove o modelo "jogador no palco" de um jogo.

Esse assunto será também posteriormente discutido em Fatores de Conteúdo e Pedagogia, sendo fundamental para o desenvolvimento de um bom jogo educacional.

3.2 Comentários relativos a Narrativa (CN)

A narrativa tem como característica a apresentação de uma sequência de fatos na qual os personagens se movimentam num determinado espaço/tempo, ou seja, história e seus eventos, personagens, universo e fantasia do jogo com o objetivo de cativar o jogador. Um dos principais interesses do uso de jogos para educação é sua capacidade motivacional, como visto na introdução: quando estudantes estão intrinsecamente motivadas eles não apenas aprendem mais, mas também têm uma experiência positiva e receptiva com conteúdo que está estudando. Jogos cumprem esses dois fatores para ambientes eficazes de aprendizado: são experiências ativas e têm a capacidade de fornecer uma motivação. Mas para isso é necessário uma Narrativa que envolve o estudante na busca do saber.

A narrativa é um recurso que aparece em *vídeogames* e é usada para imergir jogadores no mundo dos jogos e como fator de envolvimento que pode me-

lhorar os resultados da aprendizagem. Três comentários foram enquadrados como relativos a Narrativa que foram subdivididas em duas subcategorias: *História/Universo* e *Sequência de Fatos*. A relação entre História/Universo e Sequência de Fatos pode ser vista como mutuamente intrínsecas, ou seja, não podem ser separadas uma da outra.

Abordamos duas questões principais. Primeiro, a *História* que o jogo são de interesse do ponto de vista educacional? Segundo, qual é a natureza do processo motivacional que essas características desencadeiam nos usuários? O que a Narrativa de um jogo deve responder é se a *História/Universo* e a *Sequência de Fatos* são compatíveis com o que o jogo propõe a ensinar.

3.2.1 Subcategoria: História/Universo

Um dos principais fatores motivacionais encontrados nos jogos é um enredo forte, ferramenta frequentemente utilizada em jogos educacionais (Peirce, Conlan e Wade (2008)). Porém como também afirmam, se somente a integração de conteúdo com uma boa uma narrativa motivadora é uma tarefa desafiadora, somada a necessidade de um conteúdo educacional se mostrou como complexidade considerável em no desenvolvimento de jogos educacionais.

O primeiro comentário é relativo ao Universo que é inicialmente apresentado logo nos primeiros minutos do jogo, onde o jogador, ao conversar com o personagem *Químico*, apresenta a situação problema que o discente terá que resolver.

Figura 3.3 – Químico apresentando ao jogador o Universo que se encontra. Fonte: Autoria Própria



Usuário 1 - Agora olhando novamente também... ela estava fazendo um experimento e algo deu errado... esse aqui também pode reforçar a ideia de que química só pode ser estudada

pelo experimento e essa questão do problema aqui, do errado, da explosão... a “mas isso é coisa de cientista mesmo, coisa de químico”...então pode reforçar essa idéia também, errada do químico no laboratório...

Apesar da crítica em relação ao estereótipo que o Universo pode reforçar sobre a Química, este também foi visto como um fator motivador para o jogador, como iremos ver na Categoria relativos à Entrosamento do Jogador, uma categoria intrinsecamente ligada a Narrativa.

3.2.2 Subcategoria: Sequência de Fatos

A *Sequência de Fatos* de um jogo não é um termo teórico *per se*, mas pode ser utilizado aqui em conjunto a elementos de *Narrativa e Entrosamentos*. Quando tratada como conteúdo, a definição de *Sequência de Fatos* é ampla. Como Sweetser e Wyeth (2005) defendem, se um jogo atender a todos elementos principais do fluxo (ou *Sequência de Fatos*, qualquer conteúdo ou premissa poderá se tornar gratificante e atraente.

Shabalina et al (2014) realizaram uma crítica ao mau uso de Sequência de Fatos ao afirmar que a utilização do conteúdo educacional em jogos digitais é uma tendência crescente, mas que às vezes tem sido descrita como uma “corrida louca”, onde princípios educacionais sólidos geralmente estão ausentes. Um design de jogos educativos com uma mistura descuidada de mecânica de jogos e conteúdo de aprendizado também pode resultar nas chamadas "inversões shavianas" ou (Shavian reversals, citado por Papert (1998)), um resultado em que os filhos herdaram as piores características de ambos os pais. A pergunta realizada por Shabalina et al (2014) é: quais diretrizes são importantes em um modelo de aprendizado para uma combinação bem-sucedida de histórias de jogos envolventes e conteúdo de aprendizado apropriado? A criação de jogos educacionais deve, além de incluir todas as etapas do processo de criação do software, devem considerar a existência de problemas específicos no design de jogos educativos que precisam ser abordados,

estando elas relacionadas à integração do conteúdo de aprendizado e da mecânica em jogos, assim como as tecnologias necessárias para sua implementação.

Enfatizamos que uma combinação adequada de características de jogos e conteúdo de aprendizado deve ser definida durante o design e desenvolvimento de jogos educacionais. Estudar a importância do fluxo ou sequência de fatos como um elemento definidor para o sucesso de um jogo educacional é fundamental. Além disso, outro desafio importante diz respeito ao design dos jogos, a fim de estimular a motivação dos alunos e manter o interesse deles durante todo o fluxo do jogo enquanto eles brincam e aprendem. Consideramos que a incorporação e aplicação adequada do fluxo de jogos em um jogo educacional levará ao aumento do interesse dos alunos e de suas atitudes positivas em relação à transferência de conhecimento por meio de atividades de jogo.

Um exemplo de uma boa *Sequência de Fatos* em um jogo é utilizar truques inteligentes para guiar gentilmente o jogador em direção ao objetivo e mantê-lo orientado. Sugestões visuais e pontos de referência são importantes, especialmente se você reutilizar muito os ativos ou o ambiente for monótono e repetitivo.

O game testado, porém, demonstrou o contrário, com uma *Sequência de Fatos* que gerou confusão entre avaliadores,

Usuário 1 - Tá...ham...aqui, tá, entendi que a primeira coisa é visualizar a tabela e depois continuar cumprindo alguns objetivos. Tá, aí eu esperava que tivesse algum outro comando...Tá... Ali eu fiquei com um pouco de dúvida em relação a organização: então primeiro tinha objetivo e depois visualizar a tabela, talvez...talvez visualizar a tabela seja a primeira ação? Mas como ficou embaixo pode ser que não, que não seria tão necessário.

Usuário 2 - Ah tem um cara aqui...Ahhh... Finalmente o Químico aqui, deve ser ele... volta... isso, perguntar para o químico, tenho que interagir com ele, mas como eu interajo, tinha um bagulho para interagir. Como eu interajo com ele cacete...hmmm...enter não, barrinha não...AH interagir com o químico... AAAAAH consegui. Próximo objetivo, então tá, olá o que deseja, sei lá o que desejo... próximo objetivo.

Como pode ser percebido, a *Sequência de Fatos* que guiam o jogador a objetivos causou certa confusão no que de fato realizar com interações entre elementos e personagens. Vale ser notado anteriormente na análise de *Jogabilidade/Usabilidade*, a ausência de *feedback* após a resposta correta do jogador o deixa desorientado em relação ao próximo objetivo, quebrando o fluxo do usuário.

Sequência de Fatos é inerente ao Design Instrucional de um jogo educacional. De que forma os objetivos se desenvolvem, como o fluxo guia o jogador ao aprendizado e se o desenrolar da história acompanha o conteúdo aplicado é um ponto a ser desenvolvido desde a análise de requisitos de um jogo educacional até sua avaliação na parte final de desenvolvimento e qualidade de software.

3.3 Comentários relativos a Entrosamento e Gratificação do Jogador

Parte do *Entrosamento* de um jogo é a imersão, elemento que faz o jogador perder noção de tempo ao jogar um jogo. Outra parte do fluxo do jogo é projetar seu ambiente para direcionar naturalmente o jogador para a próxima etapa, como vimos em *Narrativa* e na subcategoria *Sequência de Fatos*.

Se um jogo tem um fluxo ruim, jogadores geralmente ficam presos/perdidos porque não sabem ao certo para onde ir. Esse é o caso em jogos de mundo aberto com interfaces de usuário problemáticas que também foram identificados neste trabalho. De acordo com Peirce, Conlan e Wade (2008), uma característica de *serious games* contemporâneos é a ênfase colocada na manutenção de uma experiência de jogo agradável, que geralmente é priorizada pela regularidade e frequência do conteúdo de aprendizagem. Embora isso possa parecer inicialmente abordagem equivocada, considerando que um resultado positivo de aprendizado é o objetivo final, é preciso considerar que o efeito de fazer o oposto, ou seja, priorizar o conteúdo de aprendizagem sobre os jogos, é consideravelmente pior. Em um cenário em que a apresentação do conteúdo de aprendizado é priorizada sobre a experiência de jogo, a possibilidade de entrosamento do jogador com o jogo ser

impactada negativamente aumenta significativamente. Sem uma experiência imersiva nos jogos, os benefícios do uso dos jogos como um veículo motivacional para o aprendizado ficam comprometidos.

Suponha que o conteúdo de um *serious games* seja pouco atraente para um público. Projetar um videogame educacional que mantenha o jogador entrosado é importante para manter o jogador interessado e capaz de terminar o jogo mantendo bons níveis de satisfação. O jogador pode sentir que uma certa parte da experiência do jogo é um mais difícil ou mais fácil do que a expectativa, mas ainda pode tolerar e manter sua experiência positiva.

Para aprender, alunos precisam ser motivados, e um nível apropriado de desafio combinado com uma meta clara e alcançável pode ser um fator motivador. Como a narrativa compartilha aspectos-chave de design motivacional, Fatores de *Entrosamento do Jogador* e *Fatores de Narrativa* são inerentemente ligados. Para apoiar uma Narrativa, um ambiente de aprendizado deve corresponder estreitamente ao nível de habilidade de cada aluno e fornecer tarefas e desafios com metas claras e *feedback* individual. Duas subcategorias foram criadas de acordo com as avaliações: subcategoria de Interesse e subcategoria de Interação. Ambos demonstraram feedback positivo por parte dos avaliadores, apesar de que também gerou frustração em relação a pontuação que o jogador permite acumular a medida que avança em objetivos.

3.3.1 Subcategoria: Interesse

Dois conceitos chaves foram identificados que criaram esta subcategoria: a motivação gerada pelo enredo, que, apesar de também ter sido alvo de críticas, foi reconhecida como um fator motivacional por parte dos avaliadores. O segundo conceito chave que revelou maior atenção por parte dos jogadores foi a pontuação, que apesar de ter gerado confusão, manteve os avaliados jogando por um tempo maior que o necessário.

Usuário 1 - Ah eu gostei dessa de ter uma motivação ou um problema, a forma como está colocada. Tá, entendi...legal.. isso daqui já gera uma motivação.

Tal comentário foi realizado após a explicação do NPC Químico apresentar o problema que o jogador deverá resolver. Tal motivação promove o aprendizado por descoberta que promove o fato de o aluno descobrir as coisas por si mesmo, investigar problemas e fazer perguntas. Essencialmente, é posicionar o aluno e o incentivar a chegarem a suas próprias conclusões e perguntarem sobre coisas em seu curso que podem não fazer sentido em particular. Obviamente, assim que as perguntas são feitas, elas podem aprender coisas novas e, portanto, se tornarão parte de uma jornada educacional inovadora, instigante e interessante.

O segundo ponto promoveu entusiasmo para um número maior de avaliadores, que é o sistema de pontuação. De acordo com Ju e Wagner (1997), uma das razões de jogos educacionais terem a capacidade de melhorar significativamente o aprendizado é a interatividade que pode criar um forte senso de competição ou colaboração (dependendo do contexto do jogo) durante o jogo. Atualizações instantâneas sobre o desempenho (por exemplo, pontuações, desempenho do nível, aquisição de itens do jogo) podem melhorar o senso de competição entre os alunos. Alunos também podem sentir um forte senso de colaboração se o jogo que eles jogam exigir que colaborem com outros usuários (incluindo professores e outros alunos) por meio de várias tecnologias de comunicação em tempo real (por exemplo, mensagens instantâneas, bate-papo, comunicação baseada em avatar, etc.)

Em uma das conclusões do estudo empírico sobre potencial de competitividade em jogos educacionais, LEE et al (2011) concluíram que competição entre os alunos são importantes para melhorar a avaliação do aprendizado e em desempenho em testes, desempenhando um papel essencial na melhoria da avaliação da aprendizagem dos alunos. Apesar de ter passado despercebido por alguns usuários avaliadores, os que notaram a presença de um sistema de pontuação demonstraram maior preocupação em realizar tarefas de forma mais rápida ou com maior preo-

cupação em responder as tarefas (apesar de que não há penalidade em responder erroneamente).

Usuário 1 – Dez pontos [...] a ideia disto aqui é colocar os alunos para jogar para ver quem consegue mais pontuação ao mesmo tempo [...] pode ser [...] como uma perspectiva.

Usuário 2 - Aaah [...] Ai ó, tô perdendo ponto. Antes estava com vinte agora estou com menos vinte e cinco [...] Sacanagem.

Usuário 2 - Ali estava 15 [...] e oh [...] agora minha pontuação melhorou!

Apesar do o game avaliado ser *off-line*, usuários avaliados demonstraram um senso de competição mesmo não tendo acesso aos *scores* de outros jogadores, alguns deles demonstrando senso de competição consigo mesmos ao buscarem determinada pontuação antes de decidirem dar como encerrada uma avaliação, como visto pelo *Usuário 7*:

Usuário 7 - Agora já fiz uma pontuação boa. . .

Mas o contrário também pode ser visto pelo *Usuário 2*:

Usuário 2 - ALA opa, estou com 15 pontos, aew aew. . . Usuário 2 - MENOS 20!!! Que que isso, sacanagem. . . pera ai que vou voltar com para o Mago Bom aqui, sacanagem né, vou interagir com esse puto aqui de novo

Pode-se concluir que um fator de motivação deve-se ser avaliação juntamente com os fatores de *Narrativa* e suas subcategorias.

Duas conclusões podem ser retiradas daqui: a pontuação gerou entusiasmo e decepção para os jogadores por ela ter demonstrado imprevisibilidade. Alguns jogadores não compreenderam a mecânica do ganho e perda de pontos e se mostraram frustrados e impacientes com isso. Associado aos problemas destacados de *Usabilidade/Jogabilidade*, podemos ver que a falta de interface ou *feedback* para usuário também prejudica o *Entrosamento e Gratificação* do jogador.

Podemos concluir que um fator de motivação deve ser avaliado juntamente com os fatores de *Usabilidade/Jogabilidade* e *Narrativa* e suas subcategorias.

3.3.2 Subcategoria: Interação

A segunda subcategoria foi baseada em um comentário realizado pelo *Usuário 3* que identificou problemas relacionados entre a *jogabilidade* e o conteúdo educacional a ser desenvolvido pelo jogador usuário.

Usuário 3 - O jogo tem que cativar, esse é um objetivo do jogo, imagino eu, imagino eu. Talvez (...) dar prioridade a uma dessas coisas. Eu imagino que o primeiro objetivo é estudar a tabela periódica. Primeiro objetivo é esse... então nesse sentido, a localização espacial e a jogabilidade, elas tem que estar mais relacionadas com esse primeiro.

Como discutido na sessão de *Jogabilidade/Usabilidade*, a jogabilidade do jogo estudado falhou em conectar ao que busca em seu objetivo final, ou seja, ensino da Tabela Periódica. Como o jogador perde muito tempo se locomovendo, as vezes, a esmo em busca de um objetivo, o objetivo final do jogo foi prejudicado em prol da interação do jogador com o jogo.

Esta subcategoria é intimamente conectada as subcategorias de *Jogabilidade/Usabilidade*, principalmente *Controle e Interação*.

3.4 Comentários relativos a Estética de Áudio

Apesar de negligenciado, principalmente em *videogames* de baixo orçamento, áudio e som podem desempenhar um papel significativo na preferência do consumidor na seleção de produtos e é visto como um dos elementos mais importantes dos jogos (PEEDERMEN, 2010). Isso se deve em parte a certo grau de narrativa: como Steven Spielberg disse uma vez, "som e música compõem mais da metade da comunicação de uma história, mais ainda do que você está vendo"(apud PEEDERMEN, 2010). Além disso, a argumentação de Peedermen (2010) defende que som é um grande estímulo sensorial para o jogador, afetando inclusive processos mentais sem que o jogador perceba.

Outros autores, como Sanders e Cairns (2010) defendem que áudio, som e música servem para tornar um jogo mais imersivo, defendendo que a adição de música altera a percepção do tempo além influenciar a imersão, concluindo que, apesar de ser um fator complexo, a música pode ser importante na percepção do tempo enquanto se joga videogame.

Três usuários avaliados realizaram comentários sobre o áudio, sendo um deles visto e categorizado como *Jogabilidade/Usabilidade* ao notar a ausência de sons informativos sobre ações realizadas pelo jogador. No entanto, três comentários foram realizados sobre a *Estética de Audio*, concentrados no papel da música empregada no jogo.

Usuário 2 - Bom, essa musiquinha é muito chata. A gente poderia ter a possibilidade de botar a musiquinha que a gente quer.

Usuário 4 - Gostei da musiquinha.

Usuário 6 - Eu gostei da trilha sonora. Ela é bem agradável.

Apesar de dois comentários positivos, o comentário negativo deve ser levado em conta pois se trata de um usuário que permaneceu maior tempo jogando. Por ser um fator obscurecido pela falta de foco em jogos, inclusive sendo reconhecido como um "*Academic ghetto*"¹ por Whalen (2004), que afirma que, embora estudos de videogame estejam começando a emergir de seu status obscuro como um "gueto acadêmico", um aspecto dos *videogames* ainda permanece em parte não reconhecido por seu impacto no jogador, que é fatores de som e áudio. O autor afirma que, embora a indústria de jogos invista na criação de música, este, nos *videogames* até agora permanece uma nota de rodapé tangencial para estudos preliminares dentro da academia. Enquanto os estudos sobre jogos estão se tornando cada vez mais assimilados nas correntes atuais do discurso acadêmico, as "grandes teorias unificadas" dos jogos não explicam as maneiras pelas quais a trilha sonora musical de um jogo afeta a experiência do usuário e cria uma impressão uniforme

¹ "Gueto acadêmico"

da jogabilidade. Por conta disso, critérios de Estética de Áudio devem ser melhor estudados para ter sua importância em jogos educacionais medidas de avaliação.

Por conta disso, critérios de Estética de Áudio devem ser melhor estudados para ter sua importância em jogos educacionais medidas de avaliação, mas não devem ser ignorados durante o desenvolvimento e avaliação de jogos educacionais.

3.5 Problemas Relacionados a Estética Visual (CEV)

A primeira coisa que os usuários veem nos jogos de computador são os gráficos de jogos. Design de interface bem planejado chama a atenção das crianças e enriquece sua imaginação e pode ser mais motivador. A natureza do valor superior dos elementos visuais e de áudio do jogo, tanto dentro de si como também em termos de unidade, é muito importante. A boa qualidade dos elementos visuais, auditivos e cinestésicos pode fornecer ao usuário a interação com o jogo muito mais.

Conceitos estéticos do jogo também foram alvos de crítica e elogios, como o design estético do personagem NPC *Químico* e os gráficos do jogo. Por exemplo, presença de jaleco e um cabelo "bagunçado", de acordo com o Usuário 1, reforça uma idéia errada sobre a real aparência de um químico, que é comumente reforçada com a idéia de um professor *maluco*, desleixado e bagunçado, como por exemplo apresentado no programa *O Mundo de Beakman*.

Usuário 1 – Acho que esta questão aqui do químico, com jaleco porque temos que prestar atenção de fato com essas coisas que são presentes. Discute-se muito né, essa ideia do químico como uma pessoa diferente, como o cabelo aqui... mas está interessante porque não está passando aquela ideia de uma pessoa mais velha, de óculos... mas ainda continua o jaleco, né então, acaba mostrando um certo estereótipo. Então é legal repensar como colocar essa figura aqui.

Figura 3.4 – Avaliação de Usabilidade com Professor Especialista A. Fonte: autoria própria



Uma necessidade de um olhar mais atento a tais questões é necessário tanto durante o desenvolvimento do jogo quanto na sua aplicação em sala de aula. Se tais questões estéticas reforçam ou não estereótipos é um assunto que deve ser tratado quando o conteúdo é associado a um ambiente visual, tanto por filmes e programas de televisão quanto em jogos, que costumam abusar dessa premissa para associação de determinada área, como um químico de jaleco e cabelo bagunçado (O Mundo de Beakman), um biólogo de colete de cabelos longos e presos (Richard Rasmussen e Papo de Biólogo) ou um arquiteto ou engenheiro com seu capacete amarelo.

Outro problema identificado está na estética dos personagens elementos, que passam pouca informação sobre o que realmente são, nos levando a atentar sobre o design utilizado por tais elementos, como por exemplo:

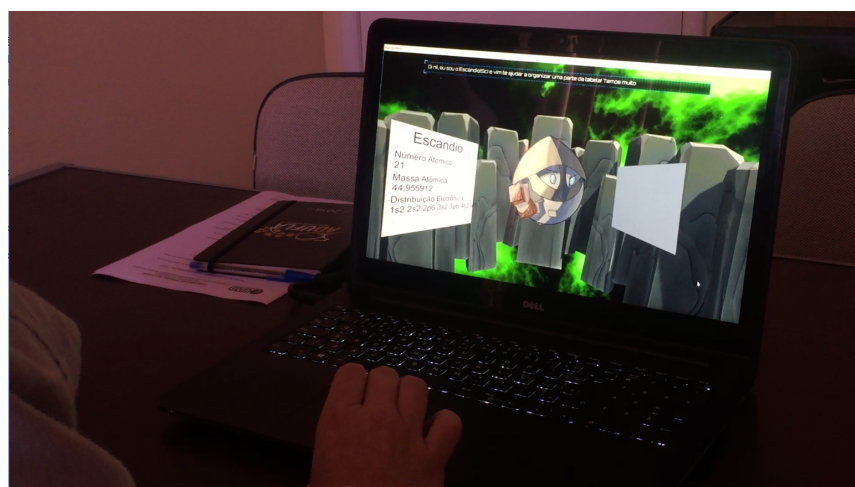
Usuário 1 – Algum comentário sobre os desenhos? O design dos personagens...

Professor Especialista A – Oh vou te falar que isso não me chamou atenção ainda não. O que me chamou mais a atenção foi as informações aqui. Acabei focando mais nas informações e olhei pouco para ele... quando olhei para isso aqui, não era o que eu pensaria com escândio, mas também não muda o que eu penso, então não sei se...

Usuário 1 – Tu consegue associar isso ai ao escândio de alguma maneira?

Professor Especialista A – Ahn...não.. mas obviamente isso aqui é uma criação então... agora, isso aqui é alguma propriedade relacionada ao metal né. Esses blocos aqui não tinha percebido se tinha nos outros, então não sei... mas se for relacionado ao escândio ai a tela toda está voltada para ele, ai acho que chama mais atenção.. a cor mais metálica.

Figura 3.5 – Avaliação de Usabilidade com Professor Especialista A. Fonte: autoria própria



A associação estética-conteúdo se mostra então uma necessidade durante o desenvolvimento e avaliação de jogos educacionais. Tais fatores devem ser tratados em todas as fases de desenvolvimento de um software educacional: desde o requisito funcional artístico por parte até sua avaliação na parte final de desenvolvimento e qualidade de software, que deverá avaliar o impacto de uma estética visual sobre os alunos e conteúdo a ser aprendido.

3.6 Comentários Sobre Conteúdo e Questões Pedagógicas (CCQP)

Estudos anteriores descobriram que os jogos educacionais proporcionam imersão, motivação, diversão e alto nível de envolvimento. Portanto, vale a pena estudar como essa forma de entretenimento pode ser adaptada às nossas estratégias

de ensino e aprendizagem, a fim de desenvolver a motivação e o envolvimento de nossos alunos, o que é crucial para o sucesso do aprendizado. No entanto, Ibrahim e Jaafar (2019) ressaltam que projetar e desenvolver jogos educativos com conteúdo autêntico de aprendizado, mantendo os critérios divertidos, pode ser um desafio sendo necessária uma boa metodologia e orientação para auxiliar a equipe de desenvolvimento de jogos a projetar um jogo de aprendizado eficaz.

Projetar jogos educacionais não é uma tarefa fácil: envolve diversas considerações de várias perspectivas, como design de jogos, teorias de aprendizagem e modelagem de conteúdo, além da mão-de-obra envolvida de várias origens, como programadores de computador, especialistas no assunto e conteúdo, teórico da aprendizagem, designers de jogos e designers instrucionais. Estudos anteriores indicam que os jogos educacionais devem incluir design de jogos e boa pedagogia para garantir a eficácia da aprendizagem. O que é uma “boa pedagogia” é um tema polêmico, mas de acordo com Ibrahim e Jaafar (2019), há um consenso:

“[estudiosos] acreditam que os jogos educacionais devem combinar tanto a experiência em design de jogos quanto os especialistas em conteúdo para garantir o desenvolvimento de jogos de sucesso. Se o desenvolvimento é deixado para os educadores, os jogos resultantes podem não ser divertidos nem envolventes; por outro lado, se os designers de jogos dominam o processo de design, os jogos podem não aplicar os princípios pedagógicos essenciais que são vitais para o aprendizado efetivo”. (Página 294).

Parece improvável que alguém discorde do ponto em que o conteúdo educacional precisa estar bem integrado aos jogos educacionais. No entanto, é mais fácil dizer que esse deve ser o caso do que definir o que significa "bem integrado". Especificamente, há três questões essenciais para integrar conteúdo educacional em jogos de computador (FISCH, 2005): (1) combinar tópicos ou conceitos educacionais específicos ao meio mais apropriado; (2) colocar o conteúdo educacional no cerne do jogo, para que as crianças se envolvam no comportamento do mundo

real ou pensem enquanto jogam; e (3) projetar estruturas de feedback e dicas em maneiras de apoiar e apoiar as crianças em situações difíceis.

Apesar da importância destacada, problemas relacionados ao Conteúdo, apesar de ignorados por parte dos Usuários Potenciais, não passou despercebido pelos Usuários Especialistas. Como esperado, comentários relacionados a desatualização de informação ou mesmo erros foram comentados principalmente pelo Usuário 1:

Usuário 1 - Aqui também, agora que percebi um equívoco: o hidrogênio tem um elétron, então na distribuição eletrônica dele é 1 S1, e ele não chega no segundo período. Com isso aqui, pode induzir o aluno a responder a esse dois... mas ele tem um elétron então a distribuição eletrônica dele é 1 S1. Do hélio é 2 S2... ah agora fiquei na dúvida se essa resposta depende desta dica, porque se depender da dica, a resposta é essa, se não for, resposta é essa.

Usuário 1 - O desafio é...qual a unidade do bloco? Isso aqui é um 8 ou meia? É, porque tem bloco S... bloco B. Só que aqui na verdade, isso aqui também está ultrapassado.. essa questão conceitual aqui. . . . a gente na verdade trabalha, depois posso mostrar na tabela: as duas primeiras colunas são bloco S e as seis ultimas la do canto o bloco P, o meio é o bloco D e as duas de baixo a gente chama de bloco F. Então aqui é uma outra classificação, não seria blocos, seriam elementos.... ééé, de transição. Então a resposta que quer passar aqui é transição, que é essa coisa B aqui. A gente usa isso pouco, isso aqui envolve uma química ou pouco mais avançada. Então é uma sugestão que eu deixo né. . . Ééé, talvez reformular isso daqui né para bloco D, que seria no meio da tabela, para não discutir tanto essa coisa de elemento de transição, porque isso aí depende disso daqui. . . um conhecimento mais avançado de química que a gente não discute lá no ensino médio. Então assim, é uma crítica que eu faço enquanto formador da área. . . a gente ensina umas coisas que nem vê isso com os meninos. Porque eu particularmente não ensinava isso aqui para eles. . . eu só trabalhava isso aqui ó, elementos do bloco F, bloco P, bloco D. Mas essa coisa de transição é uma química um pouco mais avançada que a gente só discute no ensino superior. Então é uma sugestão que eu. . . eu dou também.

Os questões levantadas foram relacionadas ao conteúdo teórico encontrado no aplicativo educacional, contendo informações que estão atualmente desatualizadas ou mesmo incorretas, como visto na afirmação a seguir:

Professor Especialista A - Outra coisa, os experimentos está associado com os elementos, não necessariamente, não sei... mas por exemplo, a gente não trabalha com elementos específicos, a gente trabalha com grupos. Separar elementos é complicado, normalmente estão ligados átomo a átomo, então essa coisa de um experimento e sair ou perder alguns elementos...por exemplo, não é oxigênio elemento, é O₂. A gente trabalha essa questão mas tem que ter cuidado... o que é o sódio, o que é material metálico, que que é ozônio, que é O₃. Então tem que saber o que é substância ou elemento mesmo.

Tais comentários eram esperados e atentam uma necessidade de se trabalhar Jogos Educacionais não como produtos, mas como serviços² que representa o fornecimento de jogos de vídeo ou conteúdo de jogos em um modelo de receita contínua. Na prática, isso é desenvolver uma continuidade de melhorias, atualizações e modificações com updates após seu lançamento. Conteúdos que passam por constantes atualizações e modificações podem ser um ponto fraco de um *serious games* desenvolvido como produto por se tornar obsoleto em um limitado espaço de tempo.

Comentários relacionados ao Conteúdo também foram realizados sobre sua apresentação em conjunto com argumentos estéticos, de jogabilidade e interação:

Usuário 1 - Tá...hammm...beleza. Primeiro período. Acho bacana a pergunta e assim, é uma dúvida e uma sugestão: esse jogo seria para apresentação da tabela periódica ou seria uma avaliação? Mais como uma questão avaliativa...Se eles não foram apresentados então seria bom se fosse desenvolvido concomitantemente ao debate da tabela periódica.

Usuário 1 - Aqui pode ser que essas coisas aqui induzam a ele falar a primeiro período. Mas aqui não tem relação direta a ser do primeiro período, na verdade, tem a ver com esse último

² Para maiores informações sobre a questão *Games as Product* (GaaP) e *Games as Service* (GaaS), ver e CAI et al (2014).

elétron aqui. E como tem dois aqui não sei se fica claro para os alunos. Então vai depender muito da forma de como o jogo vai ser trabalhado.

Usuário 1 - Bom, não sei, mas parece que está faltando (elementos) aqui. Aqui também está faltando. E outros não estão faltando... temos que observar esses elementos e grupos.

Usuário 6 - Nossa, qual o nome do bloco B da tabela periódica. . . gases nobres não é, família do boro não é, pegadinha. Metais de transição. Nossa acertei. Não sabia. Terceiro período é a terceira linha? Não. . . tsc. . . nossa não lembro nada disso, terceiro período do...3A, hmm. . . eu não sei...ah errei, não é o carbono, eu não sei mesmo, estou chutando.

Usuário 6 - Ahhh acho que família é a coluna, período é a linha. Eu tenho que ir na tabela então,. pelo que entendi.

Jogos educacionais fornecem um contexto atraente para envolver as crianças em atividades que oferecem conteúdo educacional substancial e feedback personalizado. No entanto, os criadores de tais jogos não podem tirar o máximo proveito do poder do meio, se o conteúdo educacional não estiver efetivamente integrado à estrutura do jogo. Isso inclui: combinar tópicos ou conceitos educacionais específicos com a mídia mais apropriada; colocar o conteúdo educacional no centro do jogo para que as crianças se envolvam no comportamento do mundo real ou pensem enquanto jogam; e construir feedback e sugestões de estruturas de maneira a apoiar e integrar as crianças a conteúdos desafiadores. É importante observar que apenas colocar o conteúdo educacional com destaque na tela não é o mesmo que torná-lo parte integrante do jogo (FISCH, 2005).

Quando o conteúdo educacional é realmente essencial para o jogo, os dois funcionam juntos sem problemas (por exemplo, História em jogos como *Civilization* ou *Assassins Creed*). O jogo fornece uma razão convincente para se engajar no conteúdo educacional, e usuários exercitam naturalmente as habilidades e os conhecimentos-alvo no decorrer do jogo. Além disso essa abordagem incentiva usuários a verem o conteúdo educacional como divertido e útil, não porque o conteúdo é apresentado ao lado de outros elementos que atraem a atenção, mas porque eles estão se divertindo e alcançando objetivos usando o próprio conteúdo educa-

cional. Isso porém não foi visto no jogo de química avaliado: conteúdo e jogabilidade competiram entre si pela atenção do jogador, em vez de serem elementos complementadores.

Pelo número de pontos interligados nestes comentários, foi presumível sua união com o a categoria Sobre Questões Pedagógicas (CQP).

4 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Gunther (2003) em seu trabalho sobre como elaborar um questionário, defende que há três caminhos que podem ser percorridos para compreender o comportamento humano: (1) observar o comportamento que ocorre naturalmente no âmbito real; (2) criar situações artificiais e observar o comportamento ante tarefas definidas para essas situações; (3) perguntar às pessoas sobre o que fazem (fizeram) e pensam (pensaram). Cada uma das três famílias de técnicas para conduzir estudos empíricos e observação, experimento e survey que apresentam vantagens e desvantagens .

Observando nossa forma de coleta de dados e informações obtidas, podemos dizer que satisfazemos pelo menos dois dos três caminhos: criamos uma situação artificial e observamos o comportamento de avaliadores ante tarefas; e perguntamos o que fizeram e pensaram. Ao desenvolvermos esse questionário, foi levado em conta dois princípios que Gunther (2003) aborda: base conceitual, que determinará os conceitos a serem investigados e população alvo, ou amostra. O questionário elaborado foi desenvolvimento de um questionário previamente desenvolvido e possui dupla função: ferramenta de avaliação de jogos e framework de suporte para desenvolvimento de jogos. O público alvo é então dividido em duas amostras, usuários potenciais e desenvolvedores.

Após analisados as informações obtidas por meio das avaliações de usabilidade, é proposta uma nova ferramenta que busca contribuir para o desenvolvimento e avaliação de jogos eletrônicos. Baseada no questionário GUESS apresentado, a ferramenta aqui proposta busca atender as necessidades e exigências que jogos eletrônicos educacionais requisitam.

Além de uma simplificação de tópicos e fatores, como por exemplo, a união de Fatores de Entrosamento e Fatores de Prazer, foram adicionados elementos relacionados ao objetivo do jogo educacional, sua capacidade de unir jogabili-

dade com aprendizado, questões relacionadas a conteúdo e necessidades pedagógicas.

Alguns fatores, apesar de não terem sido relatados pelas avaliações de usabilidade, foram modificados ou alterados em um adiantamento a avaliações de outros modelos de jogos educacionais. Pela linearidade do game avaliado, fatores como Liberdade Criativa não foram explorados nem citados na avaliação, mas se encaixam em jogos que permitem tais possibilidades, como em *role play games* em geral.

Outro elemento também adicionado ou modificado sem utilização dos parâmetros obtidos pelas avaliações são fatores de Conectividade Social por conta da ausência de elementos online no game avaliado, mas passíveis de estarem presentes outros jogos educacionais.

Um novo fator também é apresentado: *Fatores de Conteúdo e Questões Pedagógicas*, sendo este a maior acréscimo. Em *Videogames e Aprendizado*, Squire (2015) apresenta, por experiência pessoal, vários *videogames* e os relacionamentos que eles criaram com alunos. O amplo conhecimento e as realizações pelo autor permeiam seus exemplos de vários jogos e seu impacto nas interações sociais, comunidades de aprendizado e cultura. Squire inicia com a pergunta: por que estudar *videogames*? O autor assume que o estudo de jogos pode contribuir enormemente na busca educacional de alcançar o aluno da era digital, concordando que os jogos têm um potencial único de ensinar e aprender, diferente de qualquer outro meio. O autor também defende que o brincar possibilita o crescimento intelectual e social do participante a longo prazo e permeia seu repertório de aprendizado e afirma que o conteúdo, as metas que se sobrepõem, a resolução contínua de problemas, as interações sociais e as culturas de jogos são aspectos críticos do aprendizado através dos jogos. Afirma porém que: "sempre que deixamos uma criança aprender, em vez de despertar sua curiosidade intelectual, falhamos"(Página 15).

Para este autor, a capacidade de identificar e desenvolver um bom jogo educacional é vital para que um aluno permaneça engajado, empolgado, interativo, resolva problemas e aprenda simultaneamente e articula vários critérios para apoiar o desenvolvimento de bons jogos educacionais. Tais critérios incluem: os jogos devem ser um trabalho colaborativo de designers e educadores; eles devem ser divertidos e acadêmicos; eles devem ser divertidos e perspicazes; eles devem ser sofisticados, comprovadas técnicas de design; jogos devem fornecer redes sociais, interações em grupo, despertar interesses e inspirar criatividade.

Ignorar a suposta bipolaridade entre “divertido” e “educativo” é o que *Fatores de Conteúdo e Questões Pedagógicas* busca contornar. Apesar de modificações terem sido realizadas ao longo de todo o questionário, o principal do que analisar um jogo educacional encontra-se nessa fase do questionário, tanto porque é aqui que diversos fatores se convergem: uma vez que trabalhar conjuntos de forma separada pode resultar em problemas futuros, os fatores elaborados nesta fase do questionário tratam de responder como eles colaboram (ou atrapalham) entre si.

Como facilitador, os nove fatores serão avaliados por meio de **emojis** e não por nota numérica (de 1 á 4), de acordo com as figuras a seguir:

Figura 4.1 – Fonte: Autoria própria



4.1 E-GUESS

4.1.1 Fatores de Usabilidade/Jogabilidade

- Eu acho que é fácil aprender a jogar o jogo e aprendo com o jogo.
- Eu achei os controles do jogo fáceis.
- Eu sempre soube como atingir meus objetivos no jogo.
- Eu achei a interface do jogo fácil de navegar.
- Eu achei o menu do jogo amigável.
- Eu sempre sei meu próximo objetivo após terminar um evento no jogo.

- Eu sinto que as informações que o jogo providência (mensagens, ajudas, etc) são claras.
- A jogabilidade está de acordo com os objetivos educacionais propostos pelo jogo

4.1.2 Fatores de Narrativa

- Eu acho os personagens do jogo bem desenvolvidos e representam o conteúdo.
- A história do jogo é condizente com o conteúdo apresentado.
- A fantasia ou história providenciada pelo jogo ajudam no processo de ensino-aprendizado.
- Eventos emocionais do jogo cooperam no processo de ensino-aprendizado do conteúdo.
- Eu estou interessado em ver como os eventos do jogo se desenvolvem.
- Eu consigo entender claramente a história do jogo e sua relação com o conteúdo.

4.1.3 Fatores de Entrosamento do Jogador e Prazer

- Eu me sinto desconectado do mundo enquanto jogo.
- Eu não ligo de checar eventos que estão ocorrendo no mundo real enquanto jogo.
- Eu não consigo dizer quando estou cansado enquanto jogo.
- Algumas vezes eu perco noção de tempo enquanto jogo.
- Eu temporariamente me esqueço de preocupações diárias enquanto jogo.

- Eu passei mais tempo jogando do que esperava.
- O jogo coopera na atenção em relação ao conteúdo.
- Eu acho o jogo divertido.
- Eu me divirto jogando.
- Eu provavelmente irei recomendar o jogo a outras pessoas.

4.1.4 Fatores de Liberdade Criativa

- Eu sinto que o jogo me permite ser criativo.
- Eu me sinto criativo quando jogo.
- Eu sinto que o jogo me dá liberdade de agir da maneira que quero.
- Eu sinto que o jogo permite me expressar.
- Eu posso explorar coisas no jogo.
- Eu sinto que minha curiosidade é estimulada ao jogar.
- Eu acho que o jogo é único e original

4.1.5 Fatores de Estética de Áudio

- Eu gostei dos efeitos de som do jogo.
- Eu gostei da música no jogo.
- Eu sinto que os efeitos de áudio do jogo aumentam a imersão e experiência, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.
- Eu sinto que os efeitos de áudio e música se encaixa com o estilo do jogo e conteúdo proposto.

4.1.6 Fatores de Gratificação do Jogador

- Eu sinto suspense se irei ou não vencer ou aprender o conteúdo apresentado no jogo.
- Eu me sinto satisfeito ao vencer e entender um desafio do jogo.
- Eu quero fazer o melhor possível durante o jogo.
- Eu me sinto focado na minha própria performance de aprendizado enquanto jogo.
- Eu me sinto constantemente motivado a conhecer o conteúdo e a avançar para o próximo estágio.
- Eu sinto que minhas habilidades e conhecimentos melhoraram durante o curso do jogo.

4.1.7 Fatores de Conectividade Social

- Eu acho que o jogo suporta interações sociais entre jogadores.
- Eu gosto de jogar com outros jogadores.
- Eu aproveitei as interações sociais dentro do jogo.
- Eu gostei de como as interações sociais ajudam a relacionar conteúdo e aprendizado.

4.1.8 Fatores de Estética Visual

- Eu gostei dos gráficos visuais do jogo.
- Eu acho que os gráficos se encaixam com o estilo e conteúdo do jogo.
- Eu achei o jogo visualmente atraente.

- Os gráficos e efeitos visuais ajudam na assimilação do conteúdo.
- Os gráficos e efeitos visuais são condizentes com o conteúdo.

4.1.9 Fatores de Conteúdo e Questões Pedagógicas

- O conteúdo está condizente com o que o jogo propõe
- A jogabilidade é um fator facilitador no processo de ensino-aprendizagem.
- O jogo atende as necessidades pedagógicas do conteúdo ou tema que propõe.
- O jogo permite aplicar conhecimentos adquiridos em situações reais.
- O jogo permite a auto avaliação de conhecimentos do jogador
- O jogo promove conhecimento via recursos lúdicos

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES

Videogames possuem algumas vantagens sobre outras técnicas de aprendizado: possuem maior alcance e atraem crianças e adultos, tanto homens quanto mulheres. Alguns estudos indicam que *videogames* produzem alterações químicas no cérebro que promovem o aprendizado, e enquanto outras pesquisas demonstraram que os *videogames* são melhores do que uma palestra ou uma aula convencional (MAYO, 2007).

FISCH (2005) defende que talvez uma das formas de maior impacto de um jogo educacional ocorre “*offline*”, muito tempo depois que o computador é desligado. Os jogos de computador podem fornecer um contexto interessante para a introdução de novos conceitos, tópicos e habilidades que as crianças podem continuar a explorar posteriormente por meio de leituras, discussões ou atividades *offline*. Em alguns casos, os jogos podem estimular atividades *offline* no meio do jogo, como o autor relata em casos de jovens estudantes adultos recorrendo a livros didáticos para obter informações que seriam úteis para se jogar durante o *Civilization*. Em outros, os jogos podem servir como trampolins para atividades pós-jogo ou discussões com pais ou colegas. Essas atividades podem ser espontâneas e não planejadas, estimuladas pelas próprias crianças, se seu interesse foi despertado por algo no jogo. De fato, essas atividades *offline* podem até ser educacionalmente mais ricas do que o próprio jogo, especialmente se o jogo não foi originalmente projetado para servir como uma experiência educacional.

Porém, garantir esses benefícios porém se mostram um problema: como validar e avaliar um jogo educacional? Medições de software são considerada importantes para melhorar o processo do software. No entanto, o ensino de medição de software continua sendo uma questão desafiadora. Embora jogos e simulações sejam considerados ferramentas poderosas para a aprendizagem, sua eficácia na aprendizagem não é estabelecida (WANGENHEIM, 2008).

Um sentimento comum expresso por aqueles que tentam se libertar dos aspectos ruins do design de software (e jogos) indiferente ao usuário e dominado por programadores é: "Peça a opinião do usuário" (ROOT; DRAPER; 1983). Ainda moderno, o método de questionário que desenvolvemos aqui é uma proposta de avaliação de jogos educacionais baseada no questionário GUESS. Posteriormente intitulada E-Guess (Educational GUESS), essa ferramenta busca satisfazer um dos trabalhos futuros planejados pelos autores originais que reconheceram que a ferramenta desenvolvida não é compatível com jogos educacionais ou *serious games*. A ferramenta aqui apresentada possui modificações consideráveis, principalmente relacionada a questões de conteúdo e pedagogia, além de simplificação e redução de fatores considerados redundantes.

A ferramenta proposta neste trabalho também elucidou pontos importantes no desenvolvimento de um jogo educacional, realizando apontamentos que são comumente ignorados durante a fase de projeto. Dificuldades no cronograma e na execução das avaliações foram encontradas: a proposta de avaliação se mostrou mais complexa do que inicialmente esperado pois cada fator analisado apresentou discussões e apontamentos relevantes para o desenvolvimento de um game educacional. Além disto, dificuldades quanto a própria realização da avaliação de usabilidade se mostrou dificultosa por conta da organização de horários e acesso a material adequado: inicialmente planejado com câmeras e gravadores de som em uma sala acusticamente isolada, as avaliações foram em maioria realizadas e gravadas com câmeras caseiras, celulares, microfones e headsets. Apesar de não comprometer o resultado final da pesquisa, dificultou por exemplo a fase de transcrição por ter sido realizada manualmente, em vez por um software caso o áudio pudesse ter sido gravado em uma sala com isolamento acústico e microfone profissional.

Considerações foram levantadas: mesmo utilizando uma ferramenta já validada como base para uma nova e um jogo educacional em desenvolvimento para

obtenção de dados quali-quanti, o uso de apenas um jogo educacional restrito a área de educação química é um fator limitante que pode ter ocultado informações essenciais para uma boa avaliação e validação de um jogo educacional.

Outro ponto a ser levado em conta é que determinados fatores analisados pelas avaliações de usabilidade não são bem explorados individualmente academicamente e há ainda menos referências quando tratados em jogos educacionais: o que é uma boa jogabilidade? Qual o papel da jogabilidade no processo de ensino-aprendizado? Qual a incumbência de uma boa narrativa na apresentação de um conteúdo educacional? História fictícias podem ser apresentadas para ensino de conteúdos históricos? E qual importância do áudio em manter a atenção e interesse do usuário estudante? Tais perguntas foram feitas à medida que as avaliações de usabilidade foram analisadas e modularizadas em categorias e subcategorias. A recomendação do autor é que cada fator seja estudado isoladamente visando a criação de uma base sólida de informações para elaboração e aperfeiçoamento de novas ferramentas de desenvolvimento e avaliação de jogos educacionais, mesmo que tal atomização possa levar a complicações quando tratados separadamente: uma boa jogabilidade por si só não garante um bom jogo, assim como pode se mostrar prejudicial para o processo de ensino-aprendizado, como demonstrado no jogo aqui avaliado.

Trabalhos futuros em relação a ferramenta apresentada está sua validação e aperfeiçoamento via avaliações de variações diferentes de jogos educacionais que revelariam fatores ocultos que não foram explorados neste trabalho. Uma metodologia de ensino de uma disciplina pode não ser a mesma para outra, o que exigiria uma alteração de requisitos no desenvolvimento e avaliação de um jogo educacional. A busca por uma maior abstração desta ferramenta na tentativa de abrangimento de diferentes áreas de ensino é um então trabalho contínuo e duradouro.

6 CONCLUSÃO

Entre as contribuições para área de educação mediada por tecnologias temos uma revisão sobre o papel de jogos educacionais, tanto suas possibilidades quanto suas dificuldades. A abordagem de aprendizado digital baseada em jogos e jogos sérios em geral são possibilidades a serem utilizadas como uma ferramenta educacional com o propósito de melhorar o processo de ensino aprendizado dos alunos, ajudá-los a melhorar suas habilidades sociais, desenvolver seu pensamento crítico, habilidades de tomada de decisão e resolução de problemas.

Após as avaliações e transcrições terem sido realizadas, uma estudo sobre cada fator (Usabilidade, Entrosamento, Narrativa, Gratificação, etc) exigiu um estudo sobre seu impacto em jogos educacionais; com alguns exigindo maior atenção que outros, outros possuindo pouca ou nenhuma bibliográfica sobre (como Fatores de Áudio). A própria abordagem de separar e categorizar esses fatores pode ser levado em discussão, levando em conta que alguns deve ser intrinsecamente conectados quando trabalhados sobre um jogo educacional. Para esta ferramenta proposta, é recomendado agora sua validação para correção de eventuais falhas ou redundâncias.

Contribuições para o projeto de desenvolvimento do game da tabela foram positivas: apesar das críticas e problemas identificados em cima do jogo, tais resultados não devem ser vistos como negativos. A identificação e elucidação dos problemas identificados por este trabalhos servem de horizonte para que tais erros sejam corrigidos e futuramente, não sejam repetidos em novos projetos. O Jogo da Tabela, apesar de estar incompleto, se encontra em duas posições positivas: a primeira é que está no caminho certo de desenvolvimento e pode alcançar seus objetivos educacionais após as falhas identificadas por essa pesquisa serem tratadas; segundo é que a própria ferramenta se mostrou um excelente objeto de estudos sobre jogos educacionais, pois apesar de trazer falhas que podem comprometer seu potencial educacional, não apresentou bugs de software consideráveis, o que mos-

tra um software tecnicamente robusto e pode ser aplicado como objeto de estudo exclusivo para áreas da educação.

As contribuições, tanto pessoais quanto para o projeto de desenvolvimento do jogo da tabela, o qual participei desde o início de sua concepção, foram significativas: o arco de estudos realizados durante o programa de mestrado sobre tecnologias educacionais revisaram e tornaram meu pensamento sobre o uso de jogos educacionais mais crítico; não necessariamente em relação ao potencial de jogos educacionais, mas como devem ser projetados, produzidos e aplicados. Apesar da reafirmação do potencial educacional de *videogames*, possuo uma visão mais crítica sobre sua produção e desenvolvimento pela exigência de recursos de difícil acesso: custo de equipamento, equipes multidisciplinares, profissionais de diversas áreas que vão de roteiristas, designers, programadores, músicos, pedagogos, etc. Em compensação a este pensamento crítico, essa pesquisa me fez refletir sobre Abordagem Baseada em Jogos, a qual propõe de maneira pragmática que não é necessário um *serious game* para se obter apoio no processo de ensino-aprendizagem, mas sim utilizar um jogo comercial comum que, quando trabalhado com a orientação de um professor ou tutor, pode extrair resultados positivos em áreas distintas utilizando um único game sem a necessidade de um desenvolvimento *ad hoc* de um novo jogo.

Para trabalhos futuros é recomendado um estudo exaustivo sobre cada categoria e fatores de jogos educacionais, e se possível, criação de um núcleo para estudos prolongados pois assim como a tecnologia força novos paradigmas para sociedade, ela também altera e torna resultados obtidos rapidamente obsoletos.

7 REFERÊNCIAS

AGYEI, Douglas D.; VOOGT, Joke. Examining Factors Affecting Beginning Teachers' Transfer of Learning of ICT-Enhanced Learning Activities in Their Teaching Practice. **Australasian Journal of Educational Technology**, 2014, Vol.30(1), p.92-105

BLANCK, J. G. Vygotsky: o homem e sua causa. In : MOLL, Luis C. Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

BRUNER, Jerome. Interaction de guidage, étayage et développement. Acessado em: 6 junho de 2009.

CAI, WEI; CHEN, MIN; LEUNG, VICTOR CM. "Toward Gaming as a Service"(PDF). **IEEE Internet Computing: 12–18**. 2014

CHEVALLARD, Yves. Les processus de transposition didactique et leur théorisation, Contribution. In: Arsas G., Chevallard Y., Martinand J.-L., Andrée Tiberghien (éds), La transposition didactique à l'épreuve. La Pensée sauvage, Grenoble, p. 135-180, 1994.

COSTA, L. F. da; RAMALHO, F. A. A usabilidade nos estudos de uso da informação: em cena usuários e sistemas interativos de informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.15, n.1, p. 92-117, jan./abr. 2010.

COSTA TORRES, Camila; ISSY ABRAHÃO, Júlia. A atividade de teleatendimento: uma análise das fontes de prazer e sofrimento no trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 31, n. 114, 2006.

DUYNIN, A. V. "Digital TV Prompts Nielsen Ratings Revamp". **Financial Times**. Junho de 2006. Acessado dia 20 de Agosto de 2019.

FREIRE, P. *Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Ed. **Paz e Terra**, Rio de Janeiro, 1992.

FREITAS, S; Are Games Effective Learning Tools? A Review of Educational Games. **Educational Technology & Society**, 21(2),p. 74–84. 2017

FISCH, Shalom, M. Making Educational Computer Games “Educational”. **Proceeding IDC '05 Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children**. Páginas 56-61. ISBN:1-59593-096-5 doi>10.1145/1109540.1109548. 2005.

GEE, James. Paul. Bons videogames e boa aprendizagem. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 167-178, jan. 2009.

GUNTHER, Hartmut. Como Elaborar um Questionário. Laboratório de Psicologia Ambiental Universidade de Brasília. **Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais**, 2003, Nº 01 Instituto de Psicologia. 2003

HAWLITSCHKEK, A.; JOECKEL, S. Increasing the effectiveness of digital educational games: The effects of a learning instruction on students' learning, motivation and cognitive load. **Computers in Human Behavior**. Elsevier. 2017

HERRMAN, J. "Why Nielsen Ratings Are Inaccurate, and Why They'll Stay That Way". Splitsider. 31 de Janeiro de 2011. <https://www.vulture.com/2011/01/why->

nielsen-ratings-are-inaccurate-and-why-theyll-stay-that-way/. Acessado dia 20 de Agosto de 2019.

IBRAHIM, Roslina. JAAFAR, Azizah. Educational Games (EG) Design Framework: Combination of Game Design, Pedagogy and Content Modeling. **International Conference on Electrical Engineering and Informatics**. Selangor, Malaysia. 2009.

JANCHESKI, M. THE ROLE AND IMPORTANCE OF COMPUTER GAMES IN EDUCATION, **INTED**. Proceedings, pp. 7564-7573. 2017

JUNIOR, A. de M.. O VIDEOGAME NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA. **Grupo de Pesquisas em Educação Física Escolar da FEUSP/CNPq**. 2006

JU, E; WAGNER, C. Personal computer adventure games: Their structure, principles, and applicability for training. **The Data Base for Advances in Information Systems**, 28(2): 78–92. 1997

KALONDE, Gilbert. MOUSA, Rabab. Technology Familiarization to Preservice Teachers Factors that Influence Teacher Educators' Technology Decisions. **Journal of Educational Technology Systems**. Vol 45, Issue 2, 2016.

KIELGAST, Soeren; HUBBARD, Bruce A. Valor agregado à informação: da teoria à prática. **Ciência da informação**, v. 26, n. 3, 1997.

KUSHNIRUK AW, PATEL VL. Cognitive and usability engineering methods for the evaluation of clinical information systems. **Journal of Biomedical Informatics**. 2004;37:56-76.

LAMB, ANNETA, FIRESTONE, ETOPIO. A meta-analysis with examination of moderators of student cognition affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games and simulations. **Computer in Human Behavior** 80, páginas 158-167, 2018.

LAUESEN, S. User interface designer: a software engineering perspective. **Harlow**, England: Addison-Wesley, 2005.

LÉVY, Pierre. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 4.ed. São Paulo: **Loyola**. 2003.

LEE, Kwan Min; JEONG Eui Jun; PARK, Namkee; RUY, SeoungHo. Effects of Interactivity in Educational Games: A Mediating Role of Social Presence on Learning Outcomes, **International Journal of Human-Computer Interaction**, 27:7, 620-633, 2011. DOI: 10.1080/10447318.2011.555302

LEWIS, J. R. IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. **International Journal of Human-Computer Interaction**, 7:1, 57-78. 1995.

LOPE, Arcos, Medina-Medina, Paderewski, Guiérrez-Vela. Design Methodology for Educational Games based on Graphical Notations: Designing Urano. **Entertainment Computing** .18. Páginas 1- 14. 2017.

MARTINS, R. X.; CARDOSO, A. M.; SILVEIRA, A. C; ALVAREGA, R. C.; Desenvolvimento de um Jogo Educativo para Aprendizagem da Tabela Periódica. **In: X Conferência Internacional de TIC na Educação**. Challenges 2017, 2017,

Braga/PT. Universidade de Minho. Pag.585-603. 2017

MAGEN-NAGAR, Noga; MASKIT, Ditzza. Integrating ICT in teacher colleges - A change process. **Journal of Information Technology Education: Research**, 15, 211-232. 2016.

MAYO J. Games for science and engineering education. **Communications of the ACM**, 50 (7), pp. 30-35. 2007

MORATORI, Patrick Barbosa. Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem? 2003. 28f. **Dissertação (Mestrado de Informática aplicada à Educação)** - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MUILENBURG, Lin Y; BERGE, Zane L.; REVISITING TEACHER PREPARATION. Responding to Technology Transience in the Educational Setting. **Quarterly Review of Distance Education**, Vol.16(2), p.93-105. 2015

NICHOLSON, Scott. Making Gameplay Matter: Designing Modern Educational Tablet Games. **Knowledge Quest**, Volume. 40 n.1. Páginas: 60-65. 2011

NIELSEN, J. Usability Engineering. 1st edition. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.

NIELSEN, J. Why You Only Need to Test with 5 Users. Nielsen Norman Group World Leaders in Research-Based User Experience. 19 de Março, 2000. Endereço: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. Acessado dia 22 de Julho de 2019

PIAGET, J. Play, dreams and imitation in childhood. W. W. Norton & Company, New York. 1951

PIERCE, Neil; CONLAN, Owen; WADE, Vincent. Adaptive Educational Games: Providing Non-invasive Personalised Learning Experiences. **Second IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning**. Páginas 28 - 35. 2008

PEERDEMAN, Peter. Sound and Music in Games. **VU Amsterdam**, Abril de 2010.

PIVEC, Maja; KEARNEY, Paul. Games for learning and learning from games. *Organizacija*, v. 40, n. 6, 2007.

SANTAELLA, M. Lúcia. O Que é Semiótica. São Paulo: Brasiliense, (**Coleção Primeiros Passos**), 2003.

SQUIRE, Kurt. Video Games and Learning: Teaching and Participatory Culture in the Digital Age (Technology, Education–Connections (The TEC Series)). **Technology, Education–Connections (The TEC Series)**. Publicação: Teachers College. ISBN-10: 0807751987. ISBN-13: 978-0807751985. 2011

RAWLINS, Peter; KEHRWALD Kehrwald, Benjamin. Integrating Educational Technologies into Teacher Education: A Case Study. **Innovations in Education and Teaching International**, 2014, Vol.51(2), p.207-217

RAY, B. B; POWELL, A; JACOBSEN, B. Exploring Preservice Teacher Perspectives on Video Games as Learning Tools. **Journal of Digital Learning in Teacher**

Education, 31:1, 28-34, 2014.

ROCHA, R.; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI, S. Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. **Brazilian Symposium on Computers in Education** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). 2015

SENA, S.; SCHMIEGELOW, S. S.; PRADO, G. M. B. C.; SOUSA, R. P. L.; FIALHO, F. A. P. Aprendizagem baseada em jogos digitais: a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos. **CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação**. V. 14 Nº 1, julho, 2016.

SHABALINA, O; MOZELIUS, P; MALLIARAKIS, C; TOMOS, F; BALAN, O. C.; BLACKKEY, H; GERKUSHENKO, G; Combining Game-flow and Learning Objectives in Educational Games. Conference: **8th European Conference on Games Based Learningm ECGBL**, At Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning, Volume: Volume 2 pp 529-537. 2014.

SEGAL, A. "Nielsen Ratings: An Inaccurate Truth". **The Cornell Daily Sun**. 2007. <https://web.archive.org/web/20070430012300/http://cornellsun.com/node/23180>. Acessado dia 20 de Agosto de 2019.

SMOLKA, A. L. B. O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. *Cadernos Cedes*, (50), 26-40. 2000

SWELLER, John. Visualizations and instructional design. In: **Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning** (ed. R. Ploetzner), pp. 1501–1510. Knowledge Media Research Centre, Tubingen, Ger-

many, 2002.

SILVEIRA, A. C ; ALVARENGA, R. C. ; MARTINS, R. X. . DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA AUXÍLIO DO ENSINO DA TABELA PERIÓDICA. In: **ESUD 2017**, 2017, Rio Grande/RS. XIV Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. Rio Grande: Editora da FURG, 2017. v. 11. p. 81-91. 2017.

SOYLUCICEK, Seza. Graphic design on educational computer games. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. Volume 46. Páginas 2083-2087. 2012

TONDEUR, Jo; BRAAK, Johan; SIDDIQ, Fazilat; SCHERER, Ronny. Time for a new approach to prepare future teachers for educational technology use: Its meaning and measurement. **Computers & Education**. Volume 94, Páginas 134-150. Março de 2016.

VIEIRA, E. A. O.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, R. X. RELATO DE EXPERIÊNCIA: PRIMEIRA APRESENTAÇÃO DE UM GAME EDUCACIONAL EM UMA FEIRA DE INOVAÇÃO. **CIET/EnPED: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**. V.4. 2018.

VIGOTSKY. L desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Crítica, Barcelona. 1979.

YENI, S.; CAGILTAY, K. A heuristic evaluation to support the instructional and enjoyment aspects of a math game", **Program**, Vol. 51 Issue: 4, pp.406-423. 2017.

YOUNG Michael F., SLOTA S., CUTTER A. B., JALETTE G., MULLIN G., LAI

B., SIMEONI Z., TRAN M., YUKHMENTKO M. Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. **Review of Educational Research**. Vol 82, Issue 1, pp. 61 - 89. Publicado 1 de Março de 2012. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>. 2012

WANGENHEIM, Christiane Gresse von; THIRY, Marcello, KOCHANSKI Djone. Empirical evaluation of an educational game on software measurement. Publicado online: 1 Outubro de 2008. **Springer Science + Business Media**, LLC 2008 Editor: Forrest Shull. *Empir Software Eng* (2009) 14:418–452. DOI 10.1007/s10664-008-9092-6. 2008

WHALEN, Zach. Play Along - An Approach to Videogame Music. *Game Studies*. **The international Journal of Computer game Research**. Volume 4, issue 1. Novembro de 2004.

YENI, S.; CAGILTAY, K. A heuristic evaluation to support the instructional and enjoyment aspects of a math game", **Program**, Vol. 51 Issue: 4, pp.406-423. 2017

YOUNG Michael F., SLOTA S., CUTTER A. B., JALETTE G., MULLIN G., LAI B., SIMEONI Z., TRAN M., YUKHMENTKO M. Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. **Review of Educational Research**. Vol 82, Issue 1, pp. 61 - 89. First Published March 1, 2012. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>. 2012

ZHONGGEN, Yu. A Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade. Hindawi **International Journal of Computer Games Technology**. Volume 2019, Article ID 4797032. 2019

