

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

**Método de Avaliação de Jogos Educacionais Através de Heurísticas
(AHJED)**

MAX ANDRÉ DE AZEVÊDO SILVA

João Pessoa
2019

Método de Avaliação de Jogos Educacionais Digitais Através de Heurística (AHJED)

Dissertação de mestrado submetida à Coordenação do Curso de Pós- Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Informática.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Claurton de
Albuquerque Siebra

COORIENTADOR: Profa. Dr. Danielle Rousy
Dias da Silva

João Pessoa
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586m Silva, Max Andre de Azevedo.

Método de Avaliação de Jogos Educacionais Através de
Heurísticas (AHJED) / Max Andre de Azevedo Silva. -
João Pessoa, 2019.

65 f. : il.

Coorientação: Danielle Rousy Dias da Silva.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI.

1. Avaliação. 2. Jogos Educacionais. 3. Heurística. I.
Título

UFPB/BC

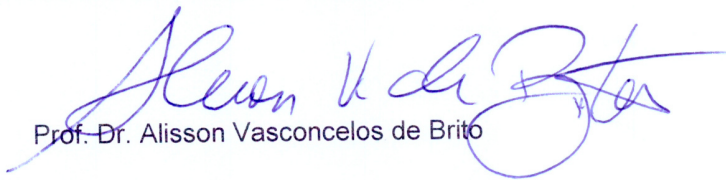


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de
Mestrado de Max Andre de Azevedo Silva, candidato ao
título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de
Computação, realizada em 31 de julho de 2019.

1 Aos trinta e um dias do mês de julho, do ano de dois mil e dezenove, às dezesseis horas, no
2 Centro de Informática da Universidade Federal da Paraíba, em Mangabeira, reuniram-se os
3 membros da Banca Examinadora constituída para julgar o Trabalho Final do Sr. Max Andre
4 de Azevedo Silva, vinculado a esta Universidade sob a matrícula nº 20171006009, candidato
5 ao grau de Mestre em Informática, na área de "Sistemas de Computação", na linha de
6 pesquisa "Sinais, sistemas digitais e gráficos", do Programa de Pós-Graduação em
7 Informática, da Universidade Federal da Paraíba. A comissão examinadora foi composta
8 pelos professores: Clauriton de Albuquerque Siebra (PPGI-UFPB), Orientador e Presidente
9 da Banca, Danielle Rousy Dias da Silva (UFPB), Examinadora externa, Eudisley Gomes dos
10 Anjos, Examinador externo, Nadja da Nobrega Rodrigues (IFPB), Examinadora externa à
11 instituição. Dando início aos trabalhos, o Presidente da Banca, cumprimentou os presentes,
12 comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e passou a palavra ao candidato para que o
13 mesmo fizesse a exposição oral do trabalho de dissertação intitulado "Método de Avaliação
14 de Jogos Educacionais Através de Heurísticas (AHJED)". Concluída a exposição, o
15 candidato foi arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "**aprovado**".
16 Do ocorrido, eu, Alisson Vasconcelos de Brito, Vice-Coordenador do Programa de Pós-
17 Graduação em Informática, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos
18 membros da banca examinadora. João Pessoa, 31 de julho de 2019.

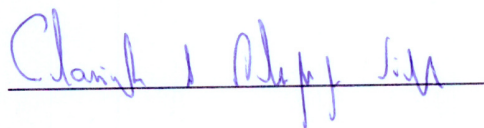

Prof. Dr. Alisson Vasconcelos de Brito

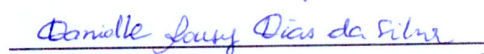
Prof. Dr. Clauriton de Albuquerque Siebra
Orientador (PPGI-UFPB)

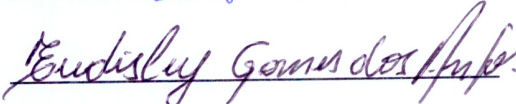
Prof. Dr^a. Danielle Rousy Dias da Silva
Examinadora externa (UFPB)

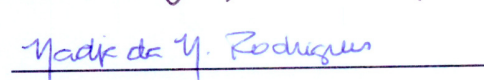
Prof. Dr. Eudisley Gomes dos Anjos
Examinadora externa à instituição (IFPB)

Prof. Dr^a. Nadja da Nobrega Rodrigues
Examinadora externa à instituição (IFRN)









AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jesumira de Azevêdo Maia e Marco Antônio Andrade da Silva, pelo total apoio durante toda minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claurton de Albuquerque Siebra, que me amparou e conduziu nesta trajetória para a realização desta pesquisa.

A coorientadora Prof. Dr. Danielle Rousy Dias da Silva, que acreditou no meu trabalho, me apoiando nos momentos mais difíceis, me motivando e incentivando a sempre continuar.

A Nathalia Mateus de Medeiros, por me acompanhar, ouvir, compartilhar momentos difíceis, sempre com muito companheirismo, amor e verdadeira amizade.

A todos os meus familiares e amigos que sempre me apoiaram, em especial a meu irmão David Glasiel de Azevêdo Marinho, que por tantas vezes me ajudou e me incentivou a continuar acreditando na educação e em um futuro melhor.

RESUMO

O processo de criação de jogos educacionais digitais requer atenção para os aspectos técnicos e pedagógicos, tais aspectos podem ser o fator decisivo entre o sucesso ou insucesso do jogo. A partir disso, buscando garantir uma maior qualidade desses aspectos, é interessante utilizar a avaliação de jogos educacionais. Sendo assim, um dos métodos fortemente utilizados para esse tipo de avaliação é o método baseado em heurística. Esse método tem se mostrado interessante por obter baixo custo e flexibilidade. Ademais, existem propostas de heurísticas para avaliação de jogos educacionais, porém essas propostas demonstram alguns pontos de possíveis melhorias. Dessa forma, esse trabalho apresenta um modelo de avaliação heurística para jogos digitais educacionais, elaborado através da combinação de modelos propostos na literatura, onde esse tem como objetivo avaliar os aspectos técnicos e pedagógicos dos jogos digitais educacionais. Para isso, em primeiro lugar, foi realizado um mapeamento sistemático sobre avaliação de jogos digitais educacionais. Posteriormente, foi realizada uma comparação entre os trabalhos encontrados na literatura, com o objetivo de identificar os métodos e técnicas mais presentes. Logo após isso, foi realizado um experimento com uma técnica de avaliação heurística, posteriormente foi proposto um novo conjunto de heurística esse conjunto foi concebido através da combinação de conjuntos existentes na literatura. E, por fim, foram realizadas validações do conjunto proposto neste trabalho.

Palavras-chave. Avaliação. Jogo educacional digital. Heurística.

ABSTRACT

The process of creating digital educational games requires attention to the technical and pedagogical aspects. Such aspects may be the deciding factor between the success or failure of the game. Seeking to ensure a higher quality of these aspects, it is interesting to use the evaluation of educational games. One of the heavily used methods for this type of evaluation is the heuristic-based method. This method has been shown to be interesting for low cost and flexibility. There are proposals for heuristics to evaluate educational games, but these proposals demonstrate some points of possible improvements. In this way, this work presents a new heuristic evaluation model for digital educational games, in which it aims to propose a better evaluation of the technical and pedagogical aspects of digital educational games. For this, a systematic mapping was first carried out on the evaluation of educational digital games, afterwards a comparison was made between these techniques, soon after an experiment was carried out with a heuristic evaluation technique, later a new set of heuristics was proposed, to evaluate the technical and pedagogical aspects of digital educational games and, finally, validations of the proposed set were made.

Keywords. Evaluation, heuristic, educational digital games.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1.1. Objetivos	14
1.1.2. Objetivos Específicos	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. Jogos Educacionais	16
2.2. Avaliação de Jogos Educacionais Digitais	18
3. TRABALHOS RELACIONADOS	22
4. METODOLOGIA	24
5. COMPARAÇÃO ENTRE CONJUNTO DE HEURÍSTICAS	26
5.1. Conjunto HEDEG	28
6. ENTENDENDO E APLICANDO O CONJUNTO HEDEG	31
6.1. Resultados da avaliação do conjunto HEDEG	33
7. PROPOSTA: AHJED.	35
8. AVALIAÇÃO DO CONJUNTO AHJED	40
8.1. Comparação entre AHJED e HEDEG	40
8.2. Comparação entre AHJED e Google play games	42
8.3. Comparação entre AHJED e MEEGA	44
8.4. Avaliação do jogo Recruta Social utilizando o conjunto AHJED	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultado da avaliação dos jogos

43

Lista de Quadros

Quadro 1 - Aspectos avaliados.	26
Quadro 2 - Conjunto de heurísticas proposto por Valle et al. (2013).	28
Quadro 3 - Detalhamento do conjunto AHJED	37

Lista de Figuras

Figura 1 - Tela inicial do jogo Code combat.	32
Figura 2 - Tela do jogo RoboZZle.	33
Figura 3 - Resultado da avaliação dos conjuntos AHJED e HEDEG.	43
Figura 4 - Resultado da avaliação do jogo Math Land com o conjunto AHJED.	47
Figura 5 - Resultado da avaliação de experiência do jogador com o MEEGA.	48
Figura 6 - Resultado da avaliação da usabilidade com o conjunto MEEGA.	49
Figura 7 - Resultado da avaliação do jogo Recruta social	50

1. INTRODUÇÃO

Os jogos são ferramentas capazes de auxiliar no processo educativo, desde que sejam planejados e trabalhados de uma forma crítica, que possibilite a aprendizagem de uma maneira significativa ao aprendiz (PIETRUCHINSKI et al., 2011). Por esse motivo, a iniciativa de se utilizar jogos para fins educacionais vem sendo amplamente discutida e utilizada (MORENO-GER et al., 2011). Sendo assim, a integração de jogos e a educação têm como finalidade aumentar a motivação dos alunos na aprendizagem, logo, isto é uma boa opção, caso o jogo desenvolvido seja capaz de atender aos quesitos necessários referentes aos elementos de educação e jogo. Com base nisso, acredita-se que a iniciativa de utilizar jogos educacionais digitais (JED) pode ser uma maneira eficiente de auxiliar os alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Medeiros et al. (2013), os jogos educativos têm como objetivo transformar o ato de jogar em um ato de aprender e ensinar, ajudando na construção do conhecimento. Contudo, como avaliar a qualidade de um JED para uso no processo ensino-aprendizagem?

A partir disso, Mohamed e Jaafar (2010) afirma que durante o processo de design e criação de um JED, toda atenção deve ser focada em garantir uma boa interface e o conteúdo deve ser relevante e bem pensado, porque os jogos são propensos a não resultar no produto esperado (SCHULTZ et al., 2005). Ademais, se tratando de um jogo educacional, as preocupações se tornam maiores, haja vista a integração dos elementos dos jogos juntamente aos elementos de educação que resultam uma tarefa não trivial. Dessa forma, os jogos educacionais devem promover uma maneira dinâmica e eficiente de abordar um determinado tema ou assunto desejado de modo que, ao se utilizar o jogo, professores e alunos se sintam envolvidos e motivados no processo de ensino-aprendizagem.

Porém, apesar dos esforços, ainda é preciso melhorar o processo a respeito do desenvolvimento dos jogos educacionais, pois, no trabalho de Yue e Zin (2009) vê-se que 80% dos participantes de jogos educativos afirmam que esses apresentam problemas de interface e usabilidade, o que pode afetar o processo de aprendizagem dos mesmos. Logo, é preciso desenvolver técnicas de apoio dentro desse processo desenvolvimentista dentro dessa perspectiva, de tal forma que esse método possa auxiliar no aumento da potencialidade de sucesso do produto final. Ademais, é importante ressaltar que a avaliação através de heurística demonstra ser a mais utilizada dentre as técnicas encontradas na literatura.

Assim sendo, a avaliação heurística tem demonstrado ser uma boa maneira de avaliação de jogos de computador, a qual pode ser aplicada em todos os estágios do desenvolvimento. Nielsen (1994) define heurística como sendo uma diretriz que serve de ferramenta para avaliação de usabilidade. Ele também afirma que esse tipo de avaliação é comumente utilizado para a avaliação formativa, onde o produto ou sistema ainda está em processo de desenvolvimento. Nesse aspecto, as heurísticas são interessantes, pois possibilitam avaliações prévias do produto que está sendo desenvolvido, fazendo com que a permissão dos ajustes seja realizada durante o ciclo de desenvolvimento, reduzindo o risco da liberação de um produto inadequado para o usuário final. Logo, avaliação através de heurística também pode ser realizada após o jogo finalizado, onde o avaliador poderá se nortear pelo resultado dessa avaliação, e assim obter parâmetros para definir se um determinado jogo é interessante para ser utilizado.

Além disso, a avaliação heurística é entendida como um tipo de avaliação flexível, mas eficiente, que pode ser aplicada em qualquer fase do projeto. Sob essa perspectiva, é importante destacar que essa ação não é feita apenas por especialistas, mas também por leigos, desde que estejam familiarizados com o objeto de análise e guiados pelo conjunto de diretrizes que compõem a avaliação heurística (NIELSEN, 1994). Ademais, essas diretrizes podem ser focadas em vários aspectos, como por exemplo, interface, usabilidade, jogabilidade, *gameplay* e *game design*. Diante disso, uma importante característica da avaliação através de heurística é a necessidade de envolvimento de um pequeno número de avaliadores, que são designados a inspecionar o sistema de acordo com as heurísticas ou diretrizes (MOHAMED E JAAFAR, 2010).

Nesse contexto, acredita-se que é interessante a busca por heurísticas que auxiliem no processo de desenvolvimento dos JEDs, de forma que as mesmas possam identificar os pontos que podem ser o fator de insucesso do jogo. Sob esse ponto, é interessante falar a respeito da necessidade do contexto educacional, porque é essa ferramenta que pode fornecer ao professor ou instrutor uma referência mais precisa da qualidade do jogo. Logo, se acredita que tal caminho pode ampliar o uso de jogos como ferramenta de apoio ao processo educacional.

Sendo assim, dentre as propostas de heurísticas voltadas para avaliação de JEDs encontradas na literatura, está a de Valle et al. (2013). Essa proposta se destaca por ter como

objetivo avaliar dimensões importantes para o bom desempenho de um JED, assim como também se destaca por ser voltado para diversos públicos. Em seu trabalho, Valle et al. (2013) propõe um conjunto de heurísticas intitulado Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais (HEDEG). No entanto, o conjunto HEDEG apresenta algumas limitações, tais como: algumas heurísticas existentes nesse conjunto provocam dúvidas nos avaliadores, como será mostrado mais adiante neste trabalho. Esse fato pode ser um fator de risco no resultado final da avaliação. Outro ponto de melhoria está relacionado as dimensões não avaliadas no conjunto HEDEG, tais como: a inteligência artificial do jogo (DESURVIRE, CAPLAN e TOTH, 2004), a história do jogo (SWEETSER, JOHNSON e WYETH, 2012) e o agente educacional do jogo (MOTOLA et al., 2009). Essas dimensões são importantes para avaliar o fator motivacional dos JEDs e, desse modo, devem ser consideradas na avaliação da qualidade desse tipo de jogo. Portanto, é interessante que se haja um conjunto de heurísticas que seja de mais fácil entendimento por parte dos avaliadores e que esse conjunto busque avaliar, também, as dimensões não avaliadas no conjunto HEDEG.

Dessa forma, esse trabalho lida com problemas relacionados a qualidade dos JEDs, mais especificamente a avaliação de qualidade durante todo o ciclo de vida de um JED. Esse trabalho propõe um conjunto de heurística que busque avaliar de forma mais eficiente, quando comparada com as propostas existentes na literatura, os aspectos técnicos e pedagógicos dos JEDs. O conjunto proposto neste trabalho também busca ser compreensível para especialistas e não especialistas da área de domínio, de modo que ambos possam utilizar o resultado da avaliação como norte para tomada de decisão quanto a utilização do JED como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

1.1.1. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo propor um novo conjunto de heurísticas baseado em Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013), Korhonen e Koivisto (2006), Sweetser, Johnson e Wyeth (2012), Shoukry et al. (2014) e Desurvire (2004). Esses autores foram selecionados por apresentar trabalhos com grande relevância e por contemplarem aspectos importantes quanto a avaliação de JEDs. Esse novo conjunto tem como objetivo contemplar as seguintes dimensões: Interface, jogabilidade, multimídia, inteligência artificial, história do jogo, elementos educacionais e conteúdo. De modo que esse conjunto seja base para

avaliação de jogos educacionais digitais e que possa ser utilizado por profissionais de diferentes tipos de perfis. A este conjunto estamos chamando de AHJED (Avaliação Heurística Para Jogos Educacionais Digitais).

1.1.2. Objetivos Específicos

O primeiro objetivo específico é identificar quais são as técnicas mais utilizadas para avaliar jogos educacionais, de modo que seja possível obter um melhor conhecimento sobre a avaliação de JEDs.

O segundo objetivo específico é fazer comparação entre os métodos heurísticos existentes na literatura, de modo a identificar as dimensões mais recorrentemente avaliadas.

O terceiro objetivo específico é realizar um estudo empírico com propostas de avaliação de JEDs encontradas na literatura. De modo que seja possível identificar pontos fortes e de melhorias dessas propostas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Jogos Educacionais

Crawford (1982) afirma que jogos formam uma parte fundamental da natureza humana. No trabalho Rollings e Adam (2003) é visto que pessoas vêm jogando e criando jogos por centenas de anos. Entretanto não existe uma definição universal para o que vem ser de fato um jogo.

Em seu trabalho, Crawford (1982) define jogo como sendo um sistema formal fechado onde subjetivamente representa um subconjunto de realidade. Como sistema, o autor entende uma coleção de partes de jogos que interagem com outras partes. Como fechado o autor define como sendo um objeto autossuficiente. E como formal, afirma que o jogo apresenta um conjunto de regras explícitas. No trabalho de Salen e Zimmerman (2003) é apresentada a definição de jogo como sendo um sistema no qual os jogadores participam de um conflito artificial, definido pelas regras que resulta em algo quantificável. Já no trabalho de Prensky (2001) é visto que jogos possuem elementos tais como: Regras, objetivos, resultados e feedback, conflito, competição, desafio, oposição, interação e representação ou história. Portanto, embora não haja uma definição única sobre o que vem a ser um jogo, os autores tendem a convergir quanto a elementos, necessariamente, existentes em jogos. Portanto para esse trabalho é definido jogo como um sistema formal que possui regras, objetivos, desafios, feedbacks, interação e representação.

No contexto educacional os jogos podem ser uma boa ferramenta de apoio, trazendo a ludicidade para o ato de aprender e ensinar, podendo aumentar a motivação das pessoas envolvidas. No trabalho de Grubel e Bez (2006) vê-se que jogos educativos podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem e ainda serem prazerosos, interessantes e desafiantes. Porém para tal é necessário que o JED seja desenvolvido com bastante atenção quanto aos aspectos que podem torná-lo mais atrativo e útil no contexto educacional, de modo que esse jogo possa apoiar e motivar as pessoas envolvidas no ambiente de ensino-aprendizagem.

Vários aspectos influenciam significativamente na motivação do jogador. No trabalho de Desurvire, Caplan e Toth (2004) é visto que a história é um aspecto importante em um jogo, impactando diretamente na capacidade de imersão do usuário. Em se tratando de um jogo educacional, envolver o jogador em uma história pode ser uma ótima maneira de agregar valor ao JED, tornando assim o jogo mais envolvente e interessante para o jogador, fazendo com que esse se sinta motivado a interagir com o JED.

Outro aspecto importante para a motivação do jogador é a inteligência artificial (IA) do JED. No trabalho de Sweetser, Johnson e Wyeth (2012) a inteligência artificial é apontada como um dos aspectos importantes para a eficiência dos jogos. Esse aspecto impacta diretamente no quão desafiador e motivacional o jogo pode ser para o jogador, de modo que o jogador se sinta encorajado a continuar jogando. A IA de um jogo educacional pode oferecer um equilíbrio entre a dificuldade do JED e o desenvolvimento do jogador, de modo que o JED possa se adaptar e identificar as dificuldades do jogador, e assim, possa oferecer uma interação mais motivadora.

No trabalho de Motola et al. (2009) é visto que o agente educacional também pode impactar diretamente na motivação do jogador, pois esse é capaz de apoiar o desenvolvimento do jogador, e em conjunto com a IA e uma história envolvente, proporcionar um ambiente altamente motivacional. Motola et al. (2009) afirma que as características humanas (expressões faciais e corporais) acrescidas de uma boa comunicação com usuário de sistemas computacionais, tornam-se sistemas mais atraentes por explorarem outros modos de interação computadorizado. No trabalho de Shoukry, Sturm e Galal-Edeen (2014) é visto que esse aspecto é importante em um JED, de modo a auxiliar e ajudar o jogador a se orientar no ambiente do jogo, tornando, assim, o jogo mais atrativo.

Outro aspecto importante para os JEDs é a sua usabilidade que, segundo Nielsen (1994), é composta por cinco dimensões: aprendizado, memorização, prevenção de erros, eficiência e satisfação. Sendo necessário analisar aquelas mais relevantes para o sistema. No contexto de jogos educativos, as dimensões mais importantes são aprendizado e satisfação. Desurvire (2004) afirma que usabilidade é a gradação com que o jogador aprende, controla e entende o jogo.

Segundo Shell, (2014) existem muitas maneiras de classificar um jogo, mas existem quatro características fundamentais que ele chamou de tétrade elementar, são elas: Mecânica,

história, estética e tecnologia. A mecânica o autor diz ser as regras e procedimentos do jogo. A história do jogo o autor diz ser a sequência de eventos que se desdobram no jogo. A estética, segundo o autor, é a aparência, sons, cheiro, sabor e sentimento do jogo. Já a tecnologia, segundo o autor, é qualquer material e interação que torna o jogo possível.

O processo de desenvolvimento de um jogo não é uma tarefa trivial. Segundo Mello (2012), ao se projetar um jogo, é necessário atentar para vários aspectos, tais como: jogabilidade, mecânica, gameplay e regras. Em se tratando de jogos educacionais, as preocupações vão além dos aspectos do jogo, pois como jogo educacional tem o propósito de apoiar ou prover a aprendizagem, esse tipo de jogo deve ser embasado também em teorias educacionais. Portanto, é interessante que se utilize técnicas que possam nortear a fase de concepção do jogo educacional, de modo que seja possível “prever” como o jogo conseguirá prover a experiência interativa para atender os objetivos instrucionais. Assim como também é importante que se tenha técnica para avaliar o JED já finalizado, buscando identificar indícios de que o JED trará benefícios quando inserido no processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, é interessante que a ferramenta de avaliação possa ser utilizada para avaliar o JED durante todo o ciclo de vida, ou seja, desde a fase de concepção até a fase de aplicação no ambiente de ensino.

Porém, no trabalho de Mohammed e Jaafar (2010), é visto que descobrir se um jogo educacional está apto ou não a ser inserido em um ambiente de aprendizagem não é uma tarefa trivial, pois são necessárias avaliações criteriosas, com a finalidade de se analisar elementos relacionados às características pedagógicas desse tipo de jogo, a sua jogabilidade, interface, entre outros. Desse modo, é de extrema importância que sejam providas técnicas que auxiliem o processo de avaliação desse tipo de jogo, principalmente no que diz respeito à avaliação de qualidade.

2.2. Avaliação de Jogos Educacionais Digitais

No trabalho de Schultz (2005) é visto que a qualidade do software pode ser determinada por quão bem o produto executa cada função que foi planejada. O autor também afirma que dessa forma, a qualidade de um jogo somado a quão bem o jogo foi implementado. Dessa forma é

interessante que se avalie a qualidade dos jogos, de forma que se possa ter indícios pontos fortes e de melhorias.

Vários aspectos podem ser avaliados no jogo, tais como: Usabilidade (PINELLE, 2009), jogabilidade (MOHAMED, 2010), gráficos e sons (SWEETSER, 2012), entre outros. Já no trabalho de Necke (2010) é visto que avaliação de experiência do jogo, avaliação individual de experiência do jogador e avaliação do contexto de experiência do jogador são aspectos que podem ser avaliados em um jogo.

Esses aspectos podem ser avaliados utilizando diversas metodologias e ferramentas. Necke (2010) afirma que a experiência do jogo é realizada através de técnicas tradicionais de avaliação, como por exemplo: Testes unitários (testes automatizados do código do programa) e testes de estresse (teste das limitações do software ou hardware). Como avaliação de experiência do jogador o autor afirma que pode realizada através de metodologias como: Teste psicofisiológico do jogador (monitoramento laboratorial das reações do jogador), rastreo dos olhos (monitoramento dos olhos do jogador) e entrevistas e questionários qualitativos. Ainda segundo Necke (2010) a avaliação do contexto da experiência do jogador pode ser avaliada por método de heurística de jogabilidade.

No trabalho de Liao (2012) o autor identifica técnicas de *Expert-centric Tests* e *User-centric Tests*, onde o primeiro se baseia em testes realizados por especialistas enquanto que o segundo se refere a testes realizados por usuários comuns. No trabalho de Rodio (2013) é destacado que existem duas abordagens para a avaliação de um jogo, a abordagem empírica e abordagem analítica. A abordagem empírica é baseada no desempenho do usuário ou opinião. Já a abordagem analítica consiste em analisar o jogo usando um conjunto de teorias e modelos. Ainda segundo Rodio (2013), a abordagem analítica é mais vantajosa, pois pode ser aplicada nas primeiras etapas do processo de desenvolvimento do jogo e com baixo custo. Dessa maneira a utilização de técnicas de abordagem analítica, durante todo o ciclo de vida de um jogo educacional, é uma proposta interessante. Pois essa prática pode tornar o desenvolvimento do jogo mais assertivo e de menor custo, assim como proporcionar aos professores uma forma de avaliar o JED que se pretende utilizar como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

Das técnicas analíticas encontradas na literatura, a avaliação através de heurística mostrou ser bastante utilizadas. No trabalho de Nielsen (1994), é visto que heurística é uma

boa ferramenta de avaliação para os designers de produtos e profissionais de usabilidade. O autor também afirma que a avaliação heurística é um método de inspeção técnica que normalmente é usado por um especialista para encontrar problema de usabilidade em qualquer produto ou sistema. No trabalho de Mohamed e Jaafar (2010) é visto que a avaliação heurística é comumente utilizada para a avaliação formativa, onde o produto ou sistema ainda está em processo de desenvolvimento. Portanto, esse método pode ser uma boa maneira de aumentar as chances de que o software, seja ele jogo ou não, resulte em um produto final eficaz.

Segundo Jong e Van (2000), a avaliação heurística pode ser distinguida de acordo com seu fundamento. O autor define que as heurísticas podem ser separadas em: heurística baseada em padrões, heurísticas baseadas em teorias, heurísticas baseadas em pesquisa, heurísticas baseadas nos praticantes. As heurísticas baseadas em padrões são baseadas em regras ou padrões acordados entre os especialistas de domínio. As heurísticas baseadas em teorias são concebidas através de teorias amplamente conhecidas e aceitas entre os especialistas. Já as heurísticas baseadas em pesquisas são definidas com base em resultados de pesquisas voltadas para um tema ou área específica do domínio. E por fim, as heurísticas baseadas nos praticantes são baseadas em opiniões e sugestões de praticantes do domínio.

A avaliação através possui baixo custo em comparação com outras, pois para ser executada, é aconselhável a utilização de 3 a 5 avaliadores. No trabalho de Nielsen (1994) é visto que esse tipo de avaliação pode ser utilizado com especialistas de domínio, e no trabalho Mohamed e Jaafar (2010) é visto que esse tipo de avaliação pode ser utilizado também por não especialistas, desde que familiarizados previamente com as heurísticas. Esse tipo de avaliação é comumente utilizado para a avaliação formativa, onde o produto ou sistema ainda está em processo de desenvolvimento. Porém, no trabalho de Mohamed e Jaafar (2010) e Valle et al. (2013) é visto que a avaliação heurística também pode ser utilizada para avaliar o jogo já finalizado, indicando assim que a esse tipo de avaliação pode servir como métrica para que o professor possa obtenha indícios da adequação da utilização de um JED no ambiente de ensino-aprendizagem.

Durante a realização de uma avaliação heurística, os avaliadores buscam problemas em um software, seja ele jogo ou não, através de características que violem as heurísticas pré-definida em um conjunto. Uma vez encontrados esses problemas, os mesmos avaliadores

atribuem notas a eles, que determinam o grau de severidade de cada problema encontrado. Ao final, o coordenador da avaliação consolida os problemas levantados em uma única planilha para análise dos dados coletados.

Dessa maneira, a avaliação através de heurística é uma técnica interessante para ser utilizada como ferramenta de apoio no processo de elaboração, concepção e implantação de um jogo educacional. Visto que a avaliação heurística é uma técnica formalizada, difundida, de baixo custo, pode ser aplicada para diferentes públicos e em todas as fases do ciclo de vida de um JED, de modo a aumentar as chances de que o jogo resulte em um produto final eficaz, assim como também pode servir de indícios para o professor de que o JED será uma ferramenta útil no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, a avaliação através de heurística foi escolhida como o método a ser utilizado neste trabalho como técnica de avaliação de JEDs.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

No trabalho de Desurvire, Caplan e Toth (2004) é apresentado um conjunto de heurísticas para avaliar a jogabilidade do jogo. Esse conjunto é intitulado *Heuristics for Evaluating Playability* (HEP) e foi desenvolvido baseado em uma revisão da literatura, realizada por especialistas em jogabilidade e *game designers*. O conjunto HEP avalia os seguintes aspectos: *Game play*, história, mecânica e usabilidade. O autor indica a utilização desse conjunto de heurística para game designers e desenvolvedores, de modo que possam identificar, previamente, possíveis problemas na jogabilidade no jogo. O autor realizou um experimento comparando os problemas identificados em um jogo por usuários finais e os problemas encontrados utilizando o conjunto HEP. Como resultado, o autor afirma que através do conjunto HEP foram encontrados mais problemas na jogabilidade do jogo avaliado. Portanto, o conjunto HEP mostrou eficiência em sua utilização como ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de um jogo.

No trabalho de Korhonen e Koivisto (2006) é proposto um conjunto de heurística para jogos de dispositivos *mobile*. Esse conjunto busca avaliar os seguintes aspectos: gameplay, usabilidade e mobilidade. Esse conjunto de heurística foi aplicado como ferramenta de avaliação em um jogo em fase de desenvolvimento, e também em outros 5 jogos finalizados. Essas avaliações foram realizadas por especialistas em jogos. Como conclusão desse trabalho, foi afirmado que o conjunto proposto se mostrou eficaz em identificar problemas de usabilidade em jogos para dispositivos mobile.

No trabalho de Mohamed e Jaafar (2010) é apresentado um conjunto de heurísticas voltado para a avaliação de jogos educacionais digitais, intitulado de PHEG. Esse conjunto, diferentemente dos citados até o momento, é voltado especificamente para jogos educacionais. O conjunto PHEG tem como objetivo avaliar os seguintes aspectos: Interface, jogabilidade, multimídia, conteúdo e pedagógico. Esse conjunto é voltado para especialistas ou não especialistas da área de jogos educacionais.

No trabalho de Vale et al. (2013) é apresentado um conjunto de heurística voltados para jogos educacionais digitais, intitulado HEDEG. Esse conjunto tem como objetivo avaliar os seguintes aspectos: Interface, jogabilidade, multimídia, conteúdo e pedagógico. O conjunto

é voltado para especialistas de domínio ou usuário final. Neste trabalho foi realizada uma avaliação do jogo educacional *Carmen Sandiego*. A desse jogo foi realizada utilizando o conjunto PHEG e o conjunto HEDEG. Dois grupos de avaliadores realizaram o experimento, um de especialistas em jogos e outro de alunos do curso de graduação em Ciência da Computação. Posteriormente foi realizada uma comparação entre os resultados. O trabalho conclui que o conjunto HEDEG se mostrou mais eficiente que o conjunto PHEG.

4. METODOLOGIA

Segundo Thomas e Nelson (1996), as pesquisas analíticas envolvem o estudo e avaliação aprofundados de informações disponíveis na tentativa de explicar o contexto de um fenômeno. Deste modo, para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foi adotada a metodologia analítica.

Na fase inicial do trabalho, para tornar possível a compreensão do estado da arte sobre o tema abordado, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura seguindo modelo de Petersen et al. (2008), buscando responder questões referentes a avaliação de jogos. Os detalhes sobre esse mapeamento sistemático podem ser vistos no Apêndice I.

Durante este trabalho também foi realizada uma comparação entre as técnicas utilizadas para a avaliação de jogos. foi realizada após a identificação das principais técnicas de avaliação de JED. Essa atividade teve como objetivo identificar as semelhanças e diferenças entre as propostas de avaliação de JEDs encontradas na literatura.

Após a comparação das técnicas encontradas na literatura, foi possível concluir que a técnica de avaliação heurística é a mais amplamente utilizada. Então, para melhor compreender esse tipo de avaliação, foi realizado um experimento utilizando o conjunto de heurística intitulado HEDEG, proposto por Valle et al. (2013).

Para coleta de dados, este trabalho também utilizou da técnica de entrevista. Onde os avaliadores que realizaram os experimentos foram entrevistados de modo a dar opiniões, sugestões e observações quanto a experiência ao realizar o experimento.

Para a avaliação do conjunto AHJED primeiro foi realizada uma comparação entre o resultado desse conjunto e o conjunto HEDEG, proposto por Vale et al. (2013), referente a avaliação do jogo Code Combat. Posteriormente foi realizado uma comparação entre o resultado de avaliação do conjunto AHJED e a opinião dos usuários finais quanto aos jogos Matemática vs. Dinossauro e Racing Multiplication. Posteriormente, foi realizada uma comparação entre a avaliação do conjunto proposto nesse trabalho e o método MEEGA, proposto por Petri, Wangenheim e Borgatto (2017).

E por fim, foi realizada a avaliação com o conjunto AHJED do jogo Recruta Social. Essa avaliação teve como objetivo identificar se o conjunto AHJED pode servir como ferramenta de apoio para o desenvolvimento de um JED, visto que esse o jogo Recruta Social ainda se encontrava em fase de desenvolvimento quando foi avaliado.

5. COMPARAÇÃO ENTRE CONJUNTO DE HEURÍSTICAS

Buscando melhor compreender a diferença entre as técnicas encontradas na literatura, foi realizado um estudo de comparações entre elas. Após esse estudo se pode concluir que as dimensões avaliadas de jogos e de JEDs se diferem. As técnicas voltadas para jogos convencionais não avaliam aspectos educacionais do jogo. Já as técnicas voltadas para avaliação de JEDs avaliam tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos. Foi possível observar que as dimensões de jogabilidade e interface são recorrentes nas técnicas de avaliação em geral. Já as dimensões de conteúdo e elementos educacionais são recorrentes nas técnicas de avaliação de JEDs. O Quadro 1 exibe as técnicas encontradas na literatura e as dimensões avaliadas por elas.

Quadro 1 - Aspectos avaliados.

Autor(es) (Ano)	Aspecto(s) avaliado(s)
Malone (1982)	Interface
Federoff (2002)	Diversão
Desurvire, Caplan e Toth (2004)	Jogabilidade
Korhonen e Saarenpaa (2006)	Jogabilidade
Song, Lee e Key (2007)	Game design (Interface, Gameplay, narrative e mecânica)
Garzotto (2007)	Usabilidade, conteúdo, diversão e interação social.
Papaloukas e Xenos (2008)	Interface, mecânica e <i>gameplay</i>
Mohamed, Yusoff e Jaafar (2008)	Interface, mecânica e <i>gameplay</i> .
Pinelle e Wong (2009)	Usabilidade
Eagle (2009)	Aprendizagem.
Mohamed e Jaafar (2009)	Interface, jogabilidade, elementos educacionais e multimídia.
Yue e Zin (2009)	Interface, <i>gameplay</i> , mecânica, feedback e imersão.
Suhonen e Vaataja (2010)	Usabilidade, <i>gameplay</i> , história do jogo, conteúdo e educação, interação social e mobilidade.
Huang e Wang (2010)	Não ficou claro.
Mohamed e Jaafar (2010)	Interface, jogabilidade, conteúdo, elementos educacionais e multimídia.
Mohamed e Jaafar (2010)	Interface, Jogabilidade, Conteúdo, Elementos Educacionais e Multimídia.

Diah, Ismail e Ahmad (2010)	Efetividade, eficiência e satisfação.
Nacke, Drachen e Goebel (2010)	Jogabilidade
Barcelos et al. (2011)	Jogabilidade e Usabilidade
Savi, Wangenheim e Borgatto (2011)	Motivação, experiência do usuário e aprendizagem.
Mohamed, Ibrahim e Jaafar (2011)	Interface, jogabilidade, conteúdo, elementos educacionais e multimídia.
Mohamed e Jaafar (2011)	Interface, jogabilidade, conteúdo, elementos educacionais e multimídia.
Rughinis (2012)	Utilidade, cativação, habilidade técnica, conteúdo e socialização.
Eagle e Barnes (2012)	Aprendizagem
Sweetser, Johnson e Wyeth (2012)	Game play, AI, sons e gráficos
Liao e Shen (2012)	Usabilidade
Mohamed, Yusoff e Jaafar (2012)	Interface, jogabilidade, conteúdo, elementos educacionais e multimídia.
Ponnada, A.; Kannan A (2012)	Jogabilidade
Boughzala, Bououd e Michel (2013)	Cenário, teoria do jogo e aspectos pedagógicos.
Cuperschmid e Hildebrand (2013)	Jogabilidade
Rodio e Bastien (2013)	Game play, usabilidade e mecanismo.
Shoukry, Sturm e Galal-Edeen (2014)	Jogabilidade, aprendizagem e usabilidade.
Lima e Salgado (2015)	Motivação e experiência do usuário.
Yılmaz e Durdu (2015)	Usabilidade.
Hicks et al. (2016)	Jogabilidade, aprendizagem, Usabilidade, habilidade do usuário.
Horn et al. (2016)	Motivação e habilidade do usuário.
Andreoli et al. (2016)	Aprendizagem, diversão e imersão.
Petri, Wangenheim e Borgatto (2017)	Motivação, experiência do usuário e aprendizagem.
Ulrich e Helms (2017)	Motivação, aprendizado e jogabilidade.
Yeni e Cagiltay (2017)	Educação, fantasia, integração fantasia- educação e diversão.

Através do quadro apresentado é possível observar que foram encontradas propostas de conjunto de heurísticas para avaliação de jogos que buscam avaliar dimensões tais como: Interface, jogabilidade, multimídia e motivação. Porém essas propostas não avaliam aspectos educacionais dos jogos e dessa maneira não são indicadas para avaliar a qualidade de JEDs. No entanto foram encontradas técnicas voltadas especificamente para avaliação de JEDs, como as propostas em Mohamed e Jaafar (2008), Valle et al. (2013), Andreoli et al. (2016) e Suhonen e Vaataja (2010).

5.1. Conjunto HEDEG

Dentre as propostas de avaliação heurística encontradas na literatura, a de Valle et al. (2013), intitulada HEDEG, se mostrou ser uma das mais interessantes. Esse fato se deu pois o conjunto HEDEG contempla a avaliação de boa parte das dimensões com maiores relevâncias encontradas na literatura, ou seja, o conjunto busca avaliar aspectos técnicos e educacionais mais recorrentes nas ferramentas de avaliação de JEDs. Outro fator importante é que esse conjunto, segundo o autor, pode ser utilizado tanto por especialistas quanto por não especialistas na área de jogos. Essa característica é interessante em uma ferramenta de avaliação de JED, pois dessa maneira essa ferramenta pode ser utilizada, por exemplo, por professores que necessitem averiguar a qualidade do JED que será utilizado como ferramenta de apoio a ao processo de ensino-aprendizagem de um determinado conteúdo.

O conjunto HEDEG busca avaliar as seguintes dimensões: Interface, elementos educacionais, conteúdo, jogabilidade e multimídia. Para realizar essa avaliação cada avaliador deve julgar o nível de satisfação para cada heurística em relação ao JED que está sendo avaliado. Para quantificar esse nível de satisfação os avaliadores devem quantificar cada heurística se baseando nos seguintes quantificadores: 0 - Nenhum problema foi encontrado; 1 - Problema estético; 2 – Problema de baixa prioridade; 3 – Problema de maior prioridade; 4 – Problema catástrofe. O Quadro 2 exibe os detalhes do conjunto HEDEG.

Quadro 2 - Conjunto de heurísticas proposto por Valle et al. (2013).

Interface
IN 1 O usuário conhece sua localização e visualiza facilmente seu status no jogo.
IN 2 Há correspondência entre elementos do mundo real e do ambiente virtual do jogo.
IN 3 O usuário tem o controle livre sobre suas ações no ambiente do jogo.
IN 4 Os elementos existentes no jogo são consistentes e padronizados.
IN 5 Os elementos do jogo são capazes de evitar o erro do usuário.
IN 6 Os elementos do jogo são sugestivos a ponto de permitir que o usuário jogue sem precisar recorrer a manuais e outros tipos de ajuda.
IN 7 Os elementos do jogo permitem que o usuário realize suas tarefas de forma eficiente, ou seja, com menor esforço possível.

IN 8 A quantidade de elementos do jogo é suficiente para que o usuário atinja seus objetivos sem confundi-lo.
IN9 O jogo possui elementos que ajudem o usuário a reconhecer, diagnosticar e se recuperarem dos erros cometidos.
IN10 O jogo possui elementos de ajuda e documentação ao usuário.
Elementos Educacionais
ED1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos do jogo, quais são os objetivos de aprendizagem contemplados por eles.
ED 2 O jogo deve permitir que seus usuários possam ter maior autonomia do processo de aprendizagem, (re)configurando suas atividades, objetivos de aprendizagem, entre outros.
ED 3 Os elementos do jogo são criados de forma a contemplar diferentes níveis de aprendizagem, por exemplo, iniciante, intermediário e avançado.
ED 4 O jogo possui elementos que permitam ao usuário reconhecer seu progresso ao longo do processo de aprendizagem.
ED 5 O jogo oferece ao usuário a possibilidade de escolher o nível de dificuldade do mesmo.
ED 6 O jogo possui característica de adaptabilidade, no sentido de que os pontos fortes e fracos dos usuários são reconhecidos e os elementos do jogo se adaptam a eles.
Conteúdo
CN 1 O conteúdo educacional pretendido para o jogo é representado corretamente por seus elementos (consistente, sem ambiguidade e completo), bem como pelo fluxo de execução do jogo.
CN 2 O jogo possui elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem abordados.
CN 3 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem ser atrativos para o usuário, com base nas especificidades de cada tipo de usuário, por exemplo, em sua faixa etária.
CN 4 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem estar integrados ao jogo.
CN 5 O conteúdo educacional é apresentado de forma implícita ao usuário, por meio dos elementos do jogo.

CN 6 O conteúdo educacional é particionado em tópicos e/ou subtópicos no jogo, por meio de seus elementos.
Jogabilidade
JG 1 O jogo fornece informações suficientes para que o usuário comece a jogar.
JG 2 As teclas de controle do jogo seguem padrões de convenção.
JG 3 Os usuários são capazes de salvar os jogos em diferentes estados ao longo do jogo.
JG 4 Os usuários que completaram com sucesso um estágio do jogo são recompensados.
JG 5 Os elementos do jogo, por exemplo, desafios, não devem frustrar os usuários do jogo.
JG 6 Os elementos do jogo garantem identidade ao usuário, ou seja, é possível que o usuário construa o elemento que o representa no jogo (por exemplo, seu avatar), bem como o cenário em que ele estará envolvido, de acordo com as próprias preferências.
JG 7 Os elementos do jogo dão a sensação de imersão ao usuário, ou seja, permite que ele se sinta parte do ambiente, conseguindo identificar e interagir com objetos do cenário.
JG 8 O jogo possui elementos que permitam ao usuário se comunicar com outros usuários, bem como com objetos do tipo NPC (Non-player Character), com o intuito de alcançar seus objetivos.
JG 9 O jogo é capaz de oferecer ao usuário a capacidade de realizar mais de uma tarefa ao mesmo tempo.
Multimídia
MM 1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos de multimídia do jogo, quais são os objetivos contemplados por eles.
MM 2 Há correspondência entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e os conteúdos de aprendizagem contemplados no mesmo.
MM 3 As combinações entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e apresentadas ao usuário são consistentes e representativas.
MM 4 A qualidade dos elementos de multimídia utilizados é suficiente para que o usuário compreenda seu propósito (objetivo).
MM 5 Os elementos de multimídia do jogo contribuem com a apresentação do conteúdo de aprendizagem, tornando-o mais atrativo.

6. ENTENDENDO E APLICANDO O CONJUNTO HEDEG

Buscando reproduzir os resultados obtidos no trabalho de Valle (2013), foi realizado um experimento com dois jogos, o Code Combat ¹e o RoboZZle². Ambos são voltados para o ensino introdutório de lógica de programação, porém eles se diferem em alguns aspectos, e esse foi o motivo de serem selecionados para a avaliação heurística. No Code Combat, o jogador, inicialmente, pode escolher entre dois personagens, um guerreiro e uma guerreira. Nesse jogo, é possível também escolher entre as linguagens Python, JavaScript, CoffeeScript, Clojure, Lua e IO para resolver os desafios. Os jogadores devem codificar os comandos usando as funções, predefinidas no jogo, de modo que consiga resolver os desafios e passar de fase. Já no jogo RoboZZle o jogador deve resolver os desafios do jogo utilizando os comandos representados por setas. Existe também a possibilidade de utilizar funções e recursividade. Os jogadores podem criar novos desafios ou resolver os desafios propostos por outros jogadores. As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, as telas iniciais do jogo Code Combat e RoboZZle.



Figura 1 - Tela inicial do jogo Code combat.

¹ Code Combat: <https://codecombat.com/>

² RoboZZle: <http://www.robozzle.com/>

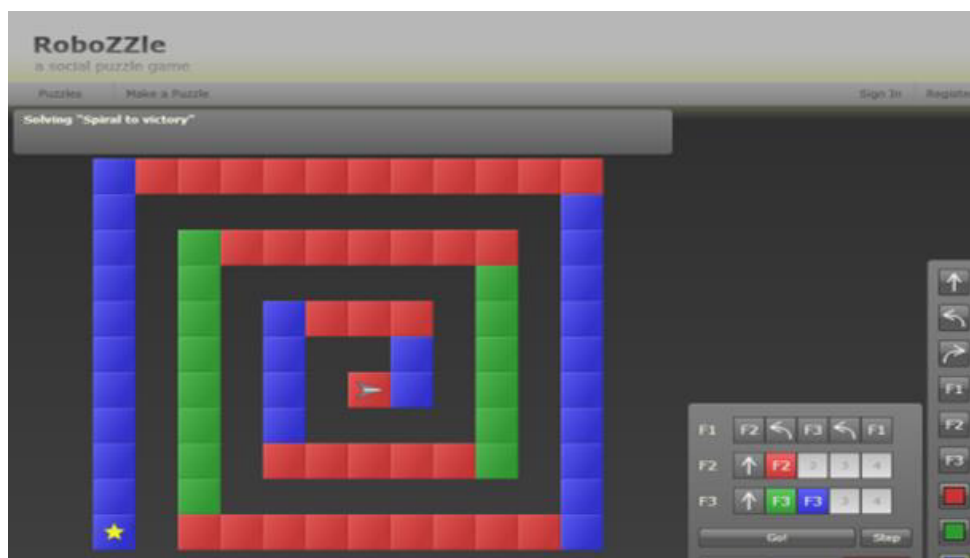


Figura 2 - Tela do jogo RoboZZle.

Os jogos Code Combat e o RoboZZle diferem em aspectos de jogabilidade. Interface e multimídia. Pois no Code Combat é possível escolher personagens de gêneros diferentes, o jogador utiliza linhas de comando da linguagem escolhida para resolver os desafios e existem efeitos visuais e sonoros. No RoboZZle não existem personagens, o jogador interage com uma seta, onde essa seta se move de acordo com os comandos predefinidos pelo jogador. Os comandos são através de figuras, ou seja, o jogador não escreve linhas de código e por fim, o RoboZZle não possui efeitos sonoros.

A avaliação dos jogos foi realizada por quatro avaliadores voluntário, ambos especialistas da área de jogos. Os avaliadores se voluntariaram para participar da avaliação. Dos quatro, dois possuíam experiência em avaliação de jogos utilizando método de avaliação heurística. Cada avaliador utilizou as heurísticas propostas HEDEG para avaliar os dois JEDs. Cada jogador jogou os jogos por tempo indeterminado.

Conforme apresentado no Quadro 2, a avaliação usando o HEDEG possui cinco dimensões (Interface, Jogabilidade, Educacional, Conteúdo e Multimídia). Cada dimensão possui um conjunto de heurísticas. Logo, o avaliador deve quantificar cada uma das heurísticas com os seguintes valores: 0 - Nenhum problema foi encontrado; 1 - Problema estético; 2 – Problema de baixa prioridade; 3 – Problema de maior prioridade; 4 – Problema catástrofe. Após avaliar os jogos, houve reuniões com o objetivo de se discutir o porquê do valor atribuído a cada heurística, assim como relatar a experiência sobre o uso das heurísticas para jogos educacionais.

Para gerar os valores finais da avaliação dos jogos, foram calculadas as médias de cada avaliador referente a cada aspecto contemplado nas heurísticas. Por exemplo, o aspecto Interface possui 10 heurísticas, dessa forma o avaliador atribuiu um valor a cada uma dessas heurísticas, e por fim é calculada a média. Do mesmo modo se procede com os demais aspectos (Educativo, Conteúdo, Jogabilidade e Multimídia). Após ter a média de todos os avaliadores para cada um dos aspectos, é calculada a média novamente, dessa vez com a soma das médias de cada aspecto, dividido pelo total de avaliadores. Essa operação gerou os resultados apresentados a seguir.

6.1. Resultados da avaliação do conjunto HEDEG

Durante o experimento, os avaliadores relataram ambiguidade ou confusão quanto ao entendimento de algumas heurísticas. Na heurística “IN2 - Há correspondência entre elementos do mundo real e do ambiente virtual do jogo”, dois dos quatro avaliadores citaram que a heurística não considera a fantasia dos jogos, portanto os elementos dos jogos não precisam, necessariamente, arrematar a elementos do mundo real. A heurística de Jogabilidade “JG9 - O jogo é capaz de oferecer ao usuário a capacidade de realizar mais de uma tarefa ao mesmo tempo”, causou dúvidas nos quatro avaliadores, onde esses ficaram em dúvida sobre o que é a tarefa citada na heurística.

Algumas heurísticas, segundo os avaliadores, mostraram não ser aplicáveis a todos os tipos de jogos. Como é o caso da “JG 6 - Os elementos do jogo garantem identidade ao usuário, ou seja, é possível que o usuário construa o elemento que o representa no jogo (por exemplo, seu avatar), bem como o cenário em que ele estará envolvido, de acordo com as próprias preferências.”. Três dos quatro avaliadores afirmaram que um jogo não precisa necessariamente gerar identidade no jogador, onde o mesmo pode ser imerso em um mundo totalmente fantasioso. Assim como também afirmaram que a heurística “JG - 8 O jogo possui elementos que permitam ao usuário se comunicar com outros usuários, bem como com objetos do tipo NPC (Non-player Character), com o intuito de alcançar seus objetivos.”, não se aplica a todo tipo de jogo, pois existem jogos que são projetados para serem jogados por um jogador.

Como mostra o Quadro 2, o conjunto HEDEG avalia boa parte dos aspectos mais presentes na literatura. Porém algumas dimensões importantes não são consideradas nesse

conjunto, como por exemplo: História do jogo, (Desurvire, Caplan e Toth, 2004), inteligência artificial (Sweetser, Johnson e Wyeth, 2012), agente educacional (Motola et al., 2009).

Dessa forma é possível observar que o modelo de avaliação proposto por Vale et al. (2013) pode ser acrescido de melhorias. De modo a inserir explicações nas heurísticas, para apoiar o entendimento do avaliador, assim como alterar heurísticas de sentido ambíguo ou confuso, remover heurísticas não bem aplicadas e adicionar novas heurísticas que contemplem dimensões negligenciadas.

7. PROPOSTA: AHJED.

O conjunto de avaliação heurística para jogos educacionais digitais (AHJED) foi elaborado a partir dos seguintes passos: Mapeamento sistemático da literatura, como pode ser visto no capítulo 2.1. Foi realizada também uma comparação entre as dimensões avaliadas das heurísticas encontradas na literatura, como pode ser visto no capítulo 2.2. Por fim foi realizado o estudo empírico sobre avaliação de JEDs, como pode ser visto no capítulo 5. Portanto, baseado nos resultados dessas etapas, o conjunto AHJED foi concebido através de alterações e combinações dos conjuntos propostos por Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013), Korhonen e Koivisto (2006), Sweetser, Johnson e Wyeth (2012), Shoukry et al. (2014) e Desurvire (2004). Esses trabalhos foram selecionados por demonstrarem dimensões importantes na avaliação de jogos digitais educacionais.

O conjunto AHJED possui as seguintes dimensões:

Interface (IN): Referente a elementos que fazem parte da interação dos jogadores com o jogo.

Jogabilidade (JG): Diz respeito à experiência do jogador com a interação com o jogo

Multimídia (MM): Referente aos elementos de multimídia do jogo, tais como sons, animações, vídeos entre outros.

Inteligência Artificial (IA): Essa dimensão é referente a complexidade e consistência dos desafios do jogo.

História do Jogo (HJ): Essa dimensão contempla a história do jogo.

Elementos Educacionais (ED): Referente a experiência educacional que o jogador vivenciará ao interagir com o jogo.

Conteúdo (CN): Essa dimensão é referente ao conteúdo das disciplinas que será abordado no jogo.

Agente Educacional (AE): Essa dimensão é relacionada a atores ou sensores presentes no ambiente virtual que apoiarão o jogador durante a interação com o jogo.

Essas dimensões foram selecionadas para compor o conjunto AHJED por estarem presentes na maioria dos conjuntos de heurísticas voltadas para avaliação de JEDs. Sendo assim, tais dimensões são pontos cruciais para o êxito desse tipo de jogo.

O conjunto AHJED também foram adicionados, a cada uma heurística, um texto explicativo ou exemplo. Essa característica tem por objetivo facilitar o entendimento do conjunto AHJED, de modo que tanto um profissional da área de jogos quanto um da área de educação possa entender exatamente o que a heurística está avaliando. A Quadro 3 apresenta o detalhamento do conjunto AHJED.

Quadro 3 - Detalhamento do conjunto AHJED

Interface
IN 1 O usuário conhece sua localização e visualiza facilmente seu status no jogo. (Por exemplo, o jogador sabe em qual nível está.) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 2 O usuário tem o controle livre sobre suas ações no ambiente do jogo. (Por exemplo, o jogador pode retornar ao menu inicial a qualquer momento) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 3 Os elementos existentes no jogo são consistentes e padronizados. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 4 Os elementos do jogo são capazes de evitar que o usuário execute uma ação acidentalmente. (Por exemplo, evitar que o jogador saia bruscamente do jogo) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 5 Os elementos do jogo são sugestivos a ponto de permitir que o usuário jogue sem precisar recorrer a manuais e outros tipos de ajuda. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 6 Os elementos do jogo permitem que o usuário realize suas tarefas de forma eficiente, ou seja, com menor esforço possível. (Por exemplo, o jogador deve conseguir acessar o menu de itens com poucos cliques) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 7 A quantidade de elementos do jogo é suficiente para que o usuário atinja seus objetivos sem confundi-lo. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
IN 8 O jogo possui elementos que ajudem o usuário a reconhecer, diagnosticar e se recuperarem dos erros cometidos. (Por exemplo, o jogo possui o botão de voltar ou tentar novamente) Valle et al. (2013)
IN 9 O jogo possui elementos de ajuda e documentação ao usuário. Valle et al. (2013)
Jogabilidade
JG 1 O jogo fornece informações suficientes para que o usuário comece a jogar. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)

JG 2 As teclas de controle do jogo seguem padrões de convenção. (Por exemplo, o jogo possui botões de “Menu”, “Sair”, “Ativar e desativar som” e etc.) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
JG 3 Os usuários são capazes de salvar os jogos em diferentes estados ao longo do jogo. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
JG 4 Os usuários que completaram com sucesso um estágio do jogo são recompensados. (Por exemplo, o jogador libera uma fase ou conquista à medida que vence os desafios do jogo) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
JG 5 Os elementos do jogo, por exemplo, desafios, não devem frustrar os usuários do jogo. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
JG 6 Os elementos do jogo dão a sensação de imersão ao usuário, ou seja, permite que ele se sinta parte do ambiente, conseguindo identificar e interagir com objetos do cenário. Valle et al. (2013)
JG 7 O jogo possui elementos que permitam ao usuário se comunicar com outros usuários, bem como com objetos do tipo NPC (<i>Non-player Character</i>), com o intuito de alcançar seus objetivos. Valle et al. (2013)
JG 8 O jogador tem o senso de controle sobre o personagem e pode usar tática e estratégias. Kohonen (2009)
Multimídia
MM 1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos de multimídia do jogo, quais são os objetivos contemplados por eles. (Por exemplo, o jogador entende que um determinado som foi emitido porque ele cometeu um erro no jogo) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
MM 2 Há correspondência entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e os conteúdos de aprendizagem contemplados no mesmo. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
MM 3 As combinações entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e apresentadas ao usuário são consistentes e representativas. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
MM 4 A qualidade dos elementos de multimídia utilizados é suficiente para que o usuário compreenda seu propósito (objetivo). Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
MM 5 Os elementos de multimídia do jogo contribuem com a apresentação do conteúdo de aprendizagem, tornando-o mais atrativo. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
Inteligência Artificial
IA 1 A inteligência artificial do jogo é consistente. (Por exemplo, os desafios do jogo não são incoerente ou impossíveis de serem vencidos) Sweetser, Johnson e Wyeth (2012)
IA 2 A Inteligência Artificial do jogo é equilibrada com a habilidade do jogador. (Por exemplo, o jogo não exige do jogador uma habilidade que ele ainda não possua) Sweetser, Johnson e Wyeth (2012)

IA 3 A inteligência Artificial do jogo é resistente o suficiente para que os jogadores tenham que tentar táticas diferentes contra ela. (Por exemplo, os desafios ou obstáculos não se repetem de modo que o jogador sempre os vença da mesma forma) Sweetser, Johnson e Wyeth (2012)
IA 4 A inteligência artificial do jogo não apresenta falhas ou incoerências. (Por exemplo, os desafios ou obstáculos não se comportam de forma incoerente com o jogo) Sweetser, Johnson e Wyeth (2012)
História do jogo (Não aplicável a todo tipo de jogo)
HJ 1 O jogador entende a história do jogo de forma clara e consistente. Desurvire (2004)
HJ 2 A história promove a imersão. Desurvire (2004)
HJ 3 O jogo transporta o jogador para um nível de envolvimento emocional (por exemplo, susto, ameaça, emoção, recompensa, punição) e visceral (por exemplo, sons de ambiente). Jogador está interessado nos personagens, porque (1) eles são como eu; (2) eles são interessantes para mim, (3) os personagens se desenvolvem com o decorrer da ação do jogo. Desurvire (2004)
Elementos Educacionais
ED1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos do jogo, quais são os objetivos de aprendizagem contemplados por eles. (Por exemplo, ao ultrapassar um obstáculo, o jogador deve ter consciência de qual foi o conteúdo utilizado para tal.) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
ED 2 O jogo deve permitir que seus usuários possam ter maior autonomia do processo de aprendizagem, (re)configurando suas atividades, objetivos de aprendizagem, entre outros. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
ED 3 Os elementos do jogo são criados de forma a contemplar diferentes níveis de aprendizagem, por exemplo, iniciante, intermediário e avançado. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
ED 4 O jogo possui elementos que permitam ao usuário reconhecer seu progresso ao longo do processo de aprendizagem. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
ED 5 O jogo oferece ao usuário a possibilidade de escolher o nível de dificuldade do mesmo.
ED 6 O jogo possui característica de adaptabilidade, no sentido de que os pontos fortes e fracos dos usuários são reconhecidos e os elementos do jogo se adaptam a eles. Valle et al. (2013)
ED 7 Permite personalização das jogadas por parte do instrutor. (Por exemplo, o instrutor que está utilizando o jogo para apoiar a aprendizagem, é capaz de customizar ou criar novos desafios e obstáculos).
ED 8 O jogo possui mecanismos para verificar o desempenho do jogador. (Por exemplo, o jogo possui uma tela com o registro das ações realizadas. Desse modo, é possível identificar pontos fortes e fracos do desempenho do jogador).
Conteúdo
CN 1 O conteúdo educacional pretendido para o jogo é representado corretamente por seus elementos (consistente, sem ambiguidade e completo), bem como pelo fluxo de

execução do jogo. (Por exemplo, um jogo que tem como objetivo ensinar a operação de adição, possui números ou elementos que o represente, assim como o fluxo do jogo obedece a ordem gradativa de dificuldade de operações de adição) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
CN 2 O jogo possui elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem abordados. (Por exemplo, em um jogo de informática, onde o conteúdo de aprendizagem abordado é programação de computadores, o jogo deve possuir documentos e elementos de ajuda explicando os conceitos do tema.) Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
CN 3 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem ser atrativos para o usuário, com base nas especificidades de cada tipo de usuário, por exemplo, em sua faixa etária. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
CN 4 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem estar integrados ao jogo. Valle et al. (2013)
CN 6 O conteúdo educacional é particionado em tópicos e/ou subtópicos no jogo, por meio de seus elementos. Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013)
Agente Educacional
AE 1 A interação com o agente educacional é ágil. (Por exemplo, o jogador pode acessar rapidamente, a qualquer momento do jogo, as telas de ajuda sobre conteúdos educacionais.) Shoukry (2005)
AE 2 O agente educacional fornece <i>feedback</i> ao jogador. Shoukry (2005)
AE 3 O jogador percebe sentimentos através de figuras, ações ou nomes do agente educacional. Shoukry (2005)
AE 4 O jogador sempre recebe <i>feedbacks</i> educados e expressivos. Shoukry (2005)

Como os demais conjuntos de heurísticas, esse trabalho também adota 4 quantificadores para as heurísticas, são eles: 0 - Nenhum problema foi encontrado; 1 – Problema não prioritário; 2 – Problema de baixa prioridade; 3 – Problema de maior prioridade; 4 – Problema catástrofe.

8. AVALIAÇÃO DO CONJUNTO AHJED

Para avaliar o conjunto de heurística propostos neste trabalho foram realizadas quatro etapas. A primeira etapa foi uma comparação entre a avaliação através do conjunto AHJED e do conjunto HEDEG (Valle et al., 2013). Essa etapa teve como objetivo identificar se o conjunto AHJED é capaz de identificar problemas no JED que o conjunto HEDEG não identifica.

A segunda etapa consistiu em realizar uma comparação entre a avaliação com o conjunto AHJED e a avaliação do usuário final. Pois é interessante que os resultados obtidos através da avaliação heurística sejam coerentes com a avaliação dos usuários finais.

A terceira etapa consistiu na comparação dos resultados obtidos avaliando um JED com o conjunto AHJED e com o modelo MEEGA, proposto no trabalho de Petri, Wangenheim e Borgatto (2017). Essa etapa teve como objetivo identificar a coerência entre os resultados obtidos com o conjunto AHJED e com outra técnica que não a de avaliação através de heurística.

Por fim, foi realizada uma avaliação, utilizando o conjunto AHJED, de um JED ainda em fase de desenvolvimento. Essa etapa teve como objetivo identificar se o conjunto AHJED é realmente capaz de identificar problemas ainda durante a fase de desenvolvimento do jogo.

Durante todas as etapas realizadas durante o processo de avaliação do conjunto AHJED também foram realizadas entrevistas com os avaliadores, com o intuito de coletar opiniões e sugestões de melhorias. Todas as etapas foram realizadas por avaliadores de diferentes perfis, não apenas especialistas em jogos. Esse fato se deu para que pudesse coletar informações de não especialistas em jogos, e assim, colher evidências que o conjunto AHJED pode ser utilizado por professores para avaliar os jogos que se pretende inserir no ambiente de ensino.

8.1. Comparação entre AHJED e HEDEG

Buscando avaliar os resultados desse trabalho, foi realizado um experimento utilizando o conjunto AHJED. Esse experimento constituiu em realizar uma avaliação do JED Code

Combat. Esse experimento teve como objetivo a possibilidade de comparar os resultados obtidos da avaliação do AHJED com os resultados obtidos da avaliação utilizando o HEDEG (Capítulo 5). O experimento também teve como objetivo coletar feedbacks dos avaliadores quanto ao entendimento e utilidade das heurísticas que compõem o conjunto AHJED.

A avaliação foi realizada por 3 especialistas, um da área de educação e dois da área de jogos. Os avaliadores receberam os links para terem acesso ao jogo e ao conjunto de heurística. O conjunto não foi apresentado previamente para eles, desse modo o entendimento foi totalmente baseado na leitura da própria heurística. Esse fator é importante, pois o conjunto AHJED tem como objetivo fornecer uma ferramenta que possa ser utilizada tanto por especialistas em jogos, quanto por especialistas em educação, então é importante que as heurísticas sejam autoexplicativas.

Os avaliadores usaram o tempo que acharam necessário para jogar e para realizar a avaliação. Após a avaliação, foram realizadas entrevistas com eles. Todos eles afirmaram que a inserção de exemplos e explicações de cada heurística do AHJED ajuda consideravelmente o entendimento. Esse fato é importante, pois gera um impacto diretamente no resultado da avaliação, de modo que os avaliadores possam julgar cada heurística com mais convicção.

Os avaliadores foram indagados quanto a importância de se avaliar os aspectos de inteligência artificial, história do jogo e agente educacional de um JED. Todos eles afirmaram que os aspectos são de extrema importância e que devem ser avaliados. Isso mostra um indício de melhoria do conjunto AHJED em relação ao HEDEG, pois o HEDEG não contempla tais aspectos.

Após o resultado do experimento não foi possível afirmar que o conjunto AHJED é melhor que o HEDEG, porém é necessário realizar mais experimentos com mais especialistas da área de jogos e da área de educação. Porém se pode concluir que o conjunto AHJED mostrou indícios de melhorias quanto ao conjunto HEDEG.

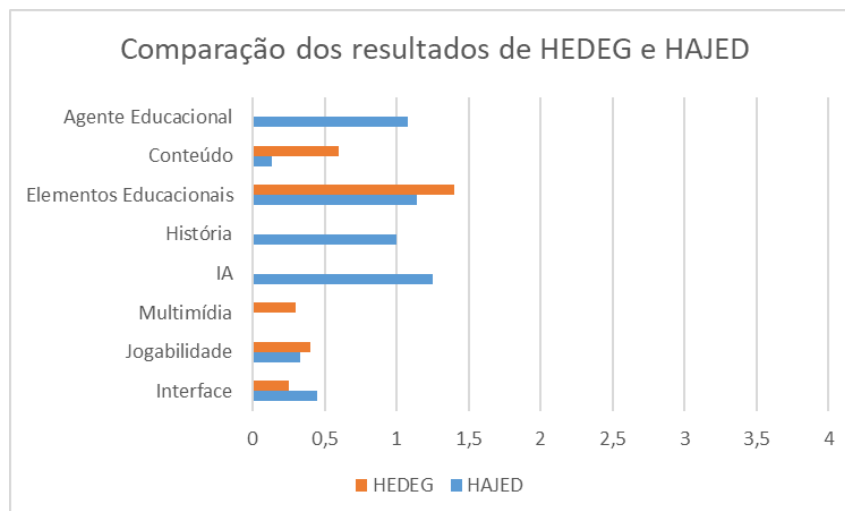


Figura 3 - Resultado da avaliação dos conjuntos AHJED e HEDEG.

A Figura 3 exibe detalhadamente os resultados obtidos através de cada conjunto. Se pode concluir que os resultados das dimensões interface, jogabilidade, multimídia, elementos educacionais e conteúdo tiveram resultados semelhantes, tanto no conjunto AHJED quanto HEDEG. Isso demonstra uma coerência de entendimento das heurísticas, porém os avaliadores do conjunto AHJED não foram previamente apresentadas as heurísticas do conjunto, já os avaliadores que utilizaram o conjunto HEDEG foram previamente apresentados e apresentaram dúvidas. Esse fato é um indício de que o conjunto AHJED obteve um melhor resultado em ter melhor entendimento por parte dos avaliadores. É possível concluir também que o jogo apresenta problema não prioritário nas dimensões de IA, história do jogo e agente educacional.

8.2. Comparação entre AHJED e Google play games

Para complementar a validação do conjunto AHJED foi realizada também uma comparação entre o resultado da avaliação heurística e o resultado da avaliação dos usuários de jogos da *Google Play Games* (GPG). Esse experimento foi motivado pelo fato que é importante verificar se o conjunto AHJED obtém resultados coerentes com a opinião dos jogadores. Pois é de extrema importância que o resultado de uma avaliação heurística seja um reflexo do que irá impactar diretamente na satisfação do jogador.

Na plataforma GPG, os jogos podem ser avaliados pelos jogadores, onde esses atribuem uma quantidade de estrelas aos jogos. Logo, o principal objetivo desse experimento foi buscar indícios de que o resultado da avaliação realizada com o AHJED seria coerente com a avaliação dos usuários na plataforma GPG.

O experimento foi realizado com dois jogos: Matemática vs. Dinossauro³ e Racing Multiplication⁴. Ambos têm como objetivo o ensino de matemática para crianças. Ambos são gratuitos, instaláveis na plataforma Android e podem ser acessados na GPG. O critério de seleção desses jogos foi a quantidade de estrelas que cada um possui pela avaliação dos usuários. Matemática vs. Dinossauro, até o momento da seleção, possuía quatro estrelas, e o *Racing Multiplication* possuía três.

Os jogos foram avaliados por quatro avaliadores, dois especialistas em tecnologia e dois especialistas em educação, ambos sem experiência em avaliação heurística para jogos educacionais digitais. Não foi fornecida nenhuma informação quanto à autoria do conjunto utilizado, de modo a evitar resultados tendenciosos. Os avaliadores instalaram os jogos em smartphones, jogaram por tempo indeterminado e posteriormente atribuíram valores, que julgaram justo, para cada uma das heurísticas contida no conjunto AHJED. Após esse processo, cada avaliador gerou uma média para cada uma das dimensões. Então, foram coletadas as médias de cada dimensão que cada avaliador gerou e foi gerada a média das médias de cada uma das dimensões. Por fim foi realizada uma entrevista com os avaliadores, buscando identificar as dificuldades quanto ao entendimento das heurísticas do conjunto AHJED.

Tabela 1 - Resultado da avaliação dos jogos

Aspectos Avaliados	Matemática vs. Dinossauro	Racing Multiplicatio n
Interface	0,3	1,4
Jogabilidade	0,5	1,4
Inteligência Artificial	1	1,1
Multimídia	0,3	3

³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mathvsdinosaurs.mathgamesforkids>

⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mymathgames.multipracing>

História do Jogo	-	-
Elementos Educacionais	0,8	2,3
Conteúdo	1,3	2,7
Agente Educacional	3	4

Segundo o resultado da avaliação, como mostra a Tabela 1, o jogo Matemática vs. Dinossauro obteve uma pontuação melhor que o *Racing Multiplication*, obtendo médias, superiores às do *Racing Multiplication*, em todos os aspectos avaliados. Desse modo é possível perceber indícios de que o conjunto AHJED obteve resultado coerente com a avaliação dos usuários da GPG.

Os avaliadores não relataram dúvidas quanto o conjunto AHJED, demonstrado que esse conjunto possui um fácil entendimento. Os avaliadores também confirmaram a importância das dimensões avaliadas do conjunto AHJED.

8.3. Comparação entre AHJED e MEEGA

Buscando validar o conjunto AHJED quanto a outras técnicas de avaliação de JEDs que não são compostas por heurísticas, foi realizado um experimento de comparação com o conjunto MEEGA (Petri, Wangenheim e Borgatto, 2017). Esse experimento teve como objetivo verificar a coerência entre os resultados obtidos através da utilização das ferramentas AHJED e MEEGA.

O modelo MEEGA é apresentado no trabalho de Petri, Wangenheim e Borgatto (2017). Esse modelo de avaliação é baseado no método GQM (Goal/Question/Metric) e é composto por questões de modo a identificar o perfil dos avaliadores e também os seguintes aspectos do jogo: Motivação, experiência do usuário e aprendizagem. Esse método é direcionado para os usuários finais, no caso, estudantes que irão utilizar o método para avaliar um jogo educacional digital. Esse conjunto se mostrou ser uma boa ferramenta para avaliação de JED. Essa ferramenta, assim como o conjunto AHJED, é voltado para profissionais da área de jogos ou da área de educação.

As ferramentas de avaliação foram utilizadas para avaliar o jogo Math Land⁵, que é um jogo educativo, voltado para a plataforma mobile e tem como público alvo crianças e adultos. O objetivo instrucional do Math Land é reforçar as principais operações matemáticas: adição, subtração, multiplicação, classificação de maior para menor, divisão e números negativos.

A avaliação foi realizada por 10 alunos do 4º período do curso de Pedagogia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Dos 10 alunos, 9 era da faixa etária entre 22 e 28 anos, contendo 9 mulheres e 1 homem.

Inicialmente os avaliadores foram apresentados aos conceitos de jogos, jogos educacionais e avaliação de jogos educacionais. Posteriormente foram divididos em dois grupos, A e B. O grupo A era composto por 4 alunos e o grupo B composto por 6 alunos. O grupo A utilizou o conjunto AHJED e o grupo B utilizou o conjunto MEEGA. Então, após a separação dos grupos, foi iniciada a etapa de avaliação do jogo educacional Math Land.

É importante ressaltar que os alunos não foram apresentados as heurísticas do conjunto AHJED nem as questões do conjunto MEEGA. De modo que foi possível concluir que mesmo os avaliadores não sendo especialistas de domínio, não tiveram dificuldades quanto ao entendimento das ferramentas. Isso demonstra que tanto o conjunto AHJED quanto o MEEGA são de fácil compreensão e podem ser utilizadas por professores ou especialistas da área de jogos.

A Figura 7 apresenta o resultado da avaliação do conjunto AHJED. É possível perceber que, de maneira geral, o jogo apresenta problemas nenhuma ou baixa prioridade. Onde os problemas maiores se concentram nas dimensões de agente educacional, elementos educacionais, conteúdo e história do jogo.

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EducaGames.MathLand>

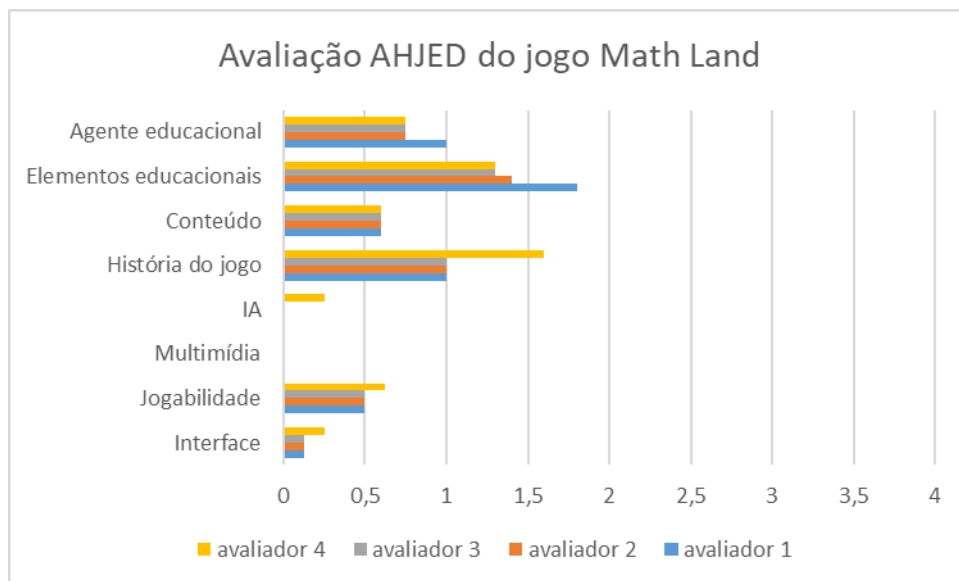


Figura 4 - Resultado da avaliação do jogo Math Land com o conjunto AHJED.

De maneira geral, o jogo obteve resultados parecidos na avaliação com o método MEEGA. Como detalha as Figuras 4, 5 e 6, o JED Math Land apresentou maiores discordâncias quanto a interação social. Porém, não apresentou nenhum problema grave nos aspectos avaliados pelo MEEGA. Esse fato é um indício de que os conjuntos AHJED e MEEGA, apesar de partirem de abordagens diferentes, obtiveram resultados coerentes.

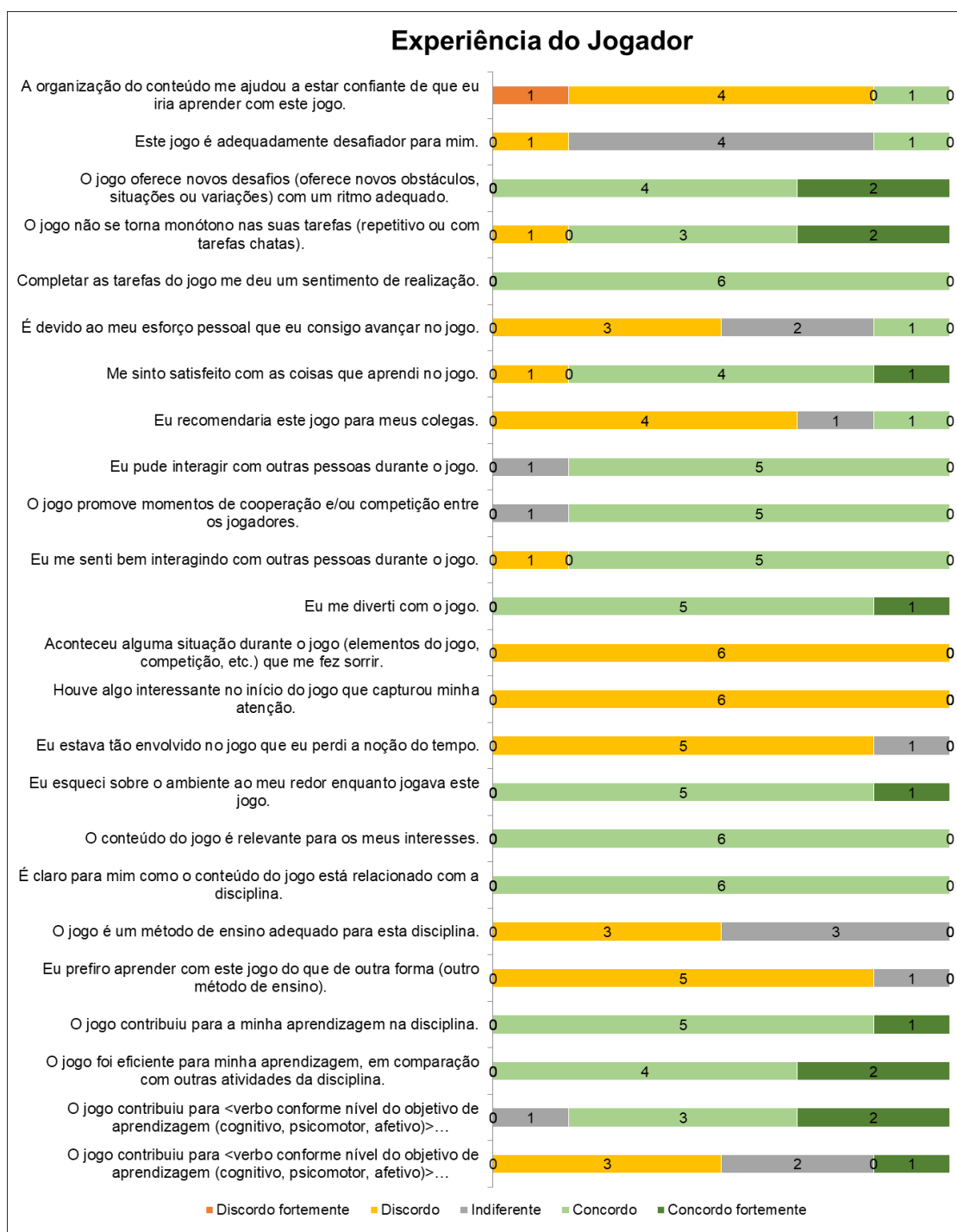


Figura 5 - Resultado da avaliação de experiência do jogador com o MEEGA.

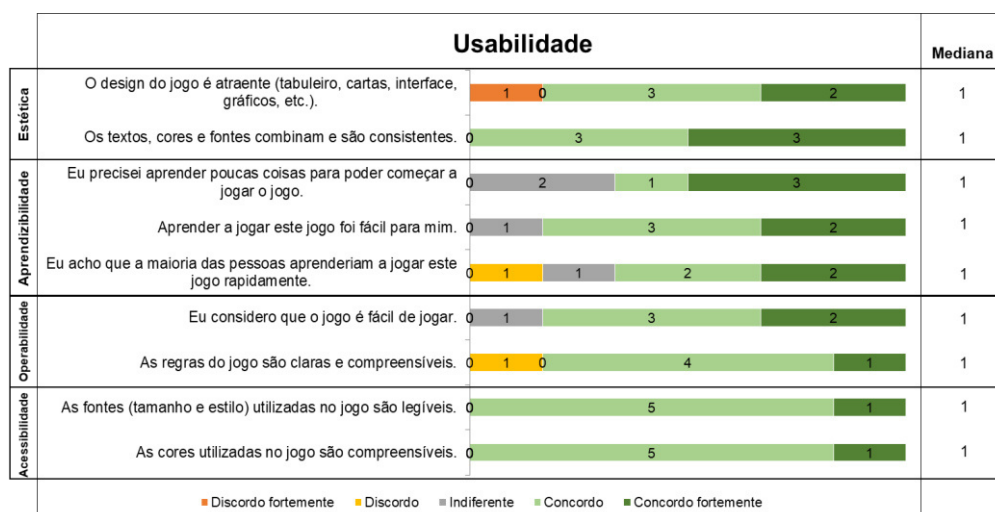


Figura 6 - Resultado da avaliação da usabilidade com o conjunto MEEGA.

Durante o processo de avaliação, alguns avaliadores do conjunto AHJED apresentaram dúvidas quanto ao significado do quantificador “ 1- Problema estético”, mostrando dificuldade em atribuir esse quantificador a heurísticas que não são da dimensão de interface. Por esse motivo se decidiu alterar o quantificador “ 1- Problema estético”, do conjunto AHJED, para “1 – Problema não prioritário”.

8.4. Avaliação do jogo Recruta Social utilizando o conjunto AHJED

Com o objetivo de identificar a contribuição do conjunto AHJED durante o desenvolvimento de um jogo, foi realizada a avaliação de um JED em processo de construção.

O jogo utilizado para essa etapa da avaliação d AHJED foi o Recruta Social. Esse jogo está sendo desenvolvido por graduandos do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal da Paraíba. O jogo Recruta Social está desenvolvido para a plataforma mobile e tem como objetivo instrucional conscientizar o jogador quanto a importância da reciclagem e demais atividades que trazem benefícios para a sociedade em geral. Para isso, o jogo possibilita um universo de aventura com vários objetivos que devem ser concluídos para que o jogador possa evoluir no jogo.

A avaliação foi realizada por 3 alunos com experiência em testes de sistemas web. Os avaliadores são alunos do último período do curso de Ciência da Computação do Centro

Universitário de João Pessoa – Unipê. Os avaliadores receberam o executável do jogo para ser instalado em seus smartphones e também o link para que tivessem acesso ao conjunto AHJED. Os avaliadores jogaram o jogo por tempo indeterminado e realizaram a avaliação no momento e local onde acharam o mais adequado. O conjunto AHJED não foi apresentado anteriormente aos avaliadores, de modo que fosse possível coletar possíveis dúvidas e/ou dicas de melhoria.

A Figura 7 ilustra os resultados obtidos da avaliação do jogo Recruta Social, através do conjunto AHJED. É possível concluir que, de maneira geral, não foi identificado algum problema crítico ou problema catástrofe por parte dos avaliadores. Os pontos de maior criticidade foram os de Elementos educacionais e Inteligência artificial. As heurísticas com maiores notas de criticidade foram: JG 3 - Os usuários são capazes de salvar os jogos em diferentes estados ao longo do jogo; IA 2 - A Inteligência Artificial do jogo é equilibrada com a habilidade do jogador. (Por exemplo, o jogo não exige do jogador uma habilidade que ele ainda não possua); ED 3 - Os elementos do jogo são criados de forma a contemplar diferentes níveis de aprendizagem, por exemplo, iniciante, intermediário e avançado e ED 8 - Permite personalização das jogadas por parte do instrutor. (Por exemplo, o instrutor que está utilizando o jogo para apoiar a aprendizagem, é capaz de customizar ou criar novos desafios e obstáculos).



Figura 7 - Resultado da avaliação do jogo Recruta social

Após a avaliação do jogo Recruta social os avaliadores foram entrevistados para que pudessem dar feedbacks sobre o entendimento das heurísticas, sobre a experiência da realização da avaliação utilizando o conjunto AHJED e também sobre as impressões gerais quanto ao jogo. Os avaliadores não relataram qualquer dúvida sobre o entendimento das heurísticas, afirmando, unanimemente, que o conjunto é claro e autoexplicativo. Os avaliadores também afirmaram que o conjunto AHJED aborda aspectos importantes para a concepção de um bom jogo. Um ponto negativo relatado pelos avaliadores foi o tamanho do conjunto, onde dois relataram que o conjunto AHJED é extenso.

9. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os Jogos Educacionais Digitais (JEDs) têm sido amplamente utilizado como ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem proporcionando práticas educacionais atrativas. Porém, a inserção dos JEDs no meio educacional parte de suposições quanto a sua qualidade, sem que haja uma avaliação formal que possa servir de métrica para o real benefício dessa inserção. Portanto é necessário que os JEDs sejam avaliados antes de serem utilizado como ferramenta de apoio ao processo educacional. Essa avaliação pode ser realizada tanto por especialistas de jogos quanto por professores que queiram utilizar JEDs nas disciplinas que ministra aulas. Então é interessante que haja ferramentas que possam avaliar a qualidade do JED e que possa ser utilizada por especialistas e não especialistas da área de jogos.

Nesse trabalho foi possível observar que existem diversas técnicas de avaliação de software, incluindo JEDs, dentre elas a Avaliação Heurística tem se destacado por proporcionar benefícios, tais como: Avaliação rápida, baixo custo financeiro, eficiência, pode ser utilizada em qualquer fase do desenvolvimento do software. No entanto as propostas de heurísticas para avaliação de JEDs apresentam algumas limitações, tais como: descrição técnica ou subjetivas para não especialistas da área de jogos, direcionadas apenas para especialistas de domínio, não avaliam ou avaliam superficialmente aspectos importantes como: a inteligência artificial, história do jogo e agente educacional.

Sendo assim o conjunto AHJED foi criado proposto com o intuito de oferecer uma ferramenta de avaliação de JED que possa apresentar melhorias quanto às limitações citadas anteriormente. Para isso foi necessário utilizar heurísticas propostas por Mohamed e Jaafar (2012), Valle et al. (2013), Desurvire (2004), Korhonen e Koivisto (2006) e Shoukry et al. (2014), assim como adicionar explicações e exemplos em cada uma das heurísticas, para que essas heurísticas ficassem mais claras e de fácil entendimento.

Para validar as melhorias propostas no conjunto AHJED desenvolvido neste trabalho, se realizou três experimentos que foram: comparação com conjunto HEDEG, avaliando do jogo Code Combat, comparação com a opinião dos usuários da Google Play Games, avaliando os jogos Matemática vs Dinossauro e Racing, comparação com a ferramenta MEEGA avaliando o jogo Math Land. Como resultado desses experimentos foi possível perceber que o conjunto AHJED se mostrou de mais fácil entendimento por parte de não

especialistas e especialistas. Também se pode concluir que o AHJED apresenta resultados coerentes com os resultados da Google Play Games e também coerente com os resultados do MEEGA. Assim como foi possível observar que o conjunto AHJED é capaz de identificar pontos de melhorias durante a fase de desenvolvimento do software.

Encontrar especialistas de domínio foi uma das maiores dificuldades na validação desse trabalho. Esse fator pode ter sido uma ameaça a validação desse estudo. Contudo, as ferramentas utilizadas para a validação desse estudo foram apresentadas de forma imparcial, de modo não influenciar a opinião dos avaliadores. Outro ponto de melhoria da avaliação foi o fato de não ter sido realizada uma coleta maior de informação sobre os perfis dos avaliadores, pois dessa forma seria possível cruzar essas informações e extrair quais perfis se identificam mais com a utilização da técnica de avaliação heurística para avaliar JEDs.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, R. et al. A Framework to Design, Develop, and Evaluate Immersive and Collaborative Serious Games in Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*. New York. V. 11, n. 1, p. 1 – 22, 2016.
- Backlund, P.; Hendrix, M. Educational Games – Are They Worth The Effort?. Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2013 5th International Conference. 2013.
- Battistella, P. E.; Petri, G.; Gresse Von Wangenheim, C.; Von Wangenheim, A. e Martina, J. E. Sortia 2.0: Um jogo de ordenação para o ensino de Estrutura de Dados. XII – Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Florianópolis/SC, 2016.
- Boughzala, I., Bououd, I., Michel, H. Characterization and Evaluation of Serious Games: A perspective of their use in higher education. Hawaii International Conference on System Sciences. 2013.
- Brink, K. V. D; Jager, R. S; Tost, S. PEDACTICE: Educational Multimedia in School. An Evaluation Study. The University of Edinburgh, Moray House School of Education, Centre for Educational Sociology, September. 1999.
- Clanton, C. An interpreted demonstration of computer game design. CHI 98 summary: Human Factors in Computing Systems. 1998.
- Crawford, C. The Art of Computer Game Design. 1982.
- Cuperschmid, A. R. M; Hildebrand, H. R. Avaliação Heurística de Jogabilidade Counter-Strike: Global Offensive. SBC – Proceedings of SBGames 2013.
- Desurvire, H. Caplan, M. Toth, J. A. Using Heuristics to Evaluate the Playability of Games. Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). Viena. 2004.
- Diah, N. M., Ismail, M., Ahmad, S. Usability testing for educational computer game using observation method. International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP). p, 157-161. 2010.
- Diaz, P., Sicilia, M. A. Evaluation of Hypermedia Educational Systems: Criteria and Imperfect Measures. International Conference on Computers in Education. 2002.
- Dondlinger, M. J. Educational Video Game Design: A Review of the Literature. Journal of Applied Educational Technology, Spring/Summer, v. 4, n. 1. 2007.
- Eagle, M. J., Barnes, T. A learning objective focused methodology for the design and evaluation of game-based tutors. Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education. p, 99-104. 2012.
- Eagle, M. Level Up: A Frame work for the Design and Evaluation of Educational Games. International Conference on the Foundations of Digital Games, Orlando, FL, USA, April 26-30, 2009.

- Federoff, M.A. (2002). Heuristics and Usability Guidelines for the Creation and Evaluation of Fun in Video Games. MS Thesis, Department of Telecommunications, Indiana University, Bloomington, Indiana, USA, 2002.
- Garzotto, F. Investigating the Educational Effectiveness of Multiplayer Online Games for Children. Proceedings of the 6th international conference on Interaction design and children. p, 29-36. 2007.
- Gibson, B., Bell, T. Evaluating of Games for Teaching Computer Science. Workshop in Primary and Secondary Computing Education. Novembro. Aarhus, Dinamarca. 2013.
- Gresse Von Wangenheim, C.; Savi, R.; Borgatto, A. F. Deliver! An Educational Game for Teaching Earned Value Management in Computing Courses. Information and Software Technology, 54(3), March. 2012.
- Grubel, M.J. e Bez, M.R. (2006). Jogos Educativos. Rev. Novas Tecnologias Educ., 4, 1-7.
- Hannu Korhonen, Janne Paavilainen, Hannamari Saarenpää. Expert Review Method in Game Evaluations – Comparison of Two Playability Heuristic Sets. Tampere, FINLAND. 2009.
- Hays, R. T. The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. DTIC. 2005.
- Henricks, T. S. Caillois's Man, Play, and Games An Appreciation and Evaluation. American Journal of PLAY. 2010.
- Hicks, D., Eagle, M., Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Edwards, T., Barnes, T. Using game analytics to evaluate puzzle design and level progression in a serious game. Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge Pages 440-448. 2016.
- Horn, B., Hoover, A. K., Barnes, J., Folajimi, Y., Smith, G., Hartevelde, C. Opening the Black Box of Play: Strategy Analysis of an Educational Game. Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Pages 142-153. 2016.
- Huang, Q., Wang, W. Design and Implementation of an Intelligent System for Electronic Game's Educational Evaluation. 2nd International Workshop on Database Technology and Applications. 2010.
- J. Nielsen, Heuristic evaluation. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- Jong, M., Van, D. G. Thea. Characterizing web heuristics. Technical communication Thea. Characterizing web heuristics. Technical communication, v. 47, n. 3, p. 311-326, 2000.
- Jesse Schell, The Art of Game Design: A Book of Lenses, A. K. Peters, Ltd., Natick, MA, 2014.
- Korhonen, H., Koivisto, E. M. I. Playability heuristics for mobile games. Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services, Helsinki, Finland, 2006.

- Liao, Y. H., Shen C. Y; Heuristic Evaluation of Digital Game based Learning A Case Study. Fourth IEEE International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning. 2012.
- Lima, G. R. L., Salgado, A. L., F, A. P. Evaluation of the user experience and intrinsic motivation with educational and mainstream digital games. Proceedings of the Latin American Conference on Human Computer Interaction. 2015.
- Malone, T. W. Heuristics for Designing Enjoyable User Interfaces: Lessons from Computer Games. Conference on Human Factors in Computing Systems. Pp, 63-68. 1982.
- Marzarano, A., Notti, A. M. Educational Assessment. International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems. 2014.
- Medeiros, T. J., da Silva, T. R., & da Silva Aranha, E. H. Ensino de programação utilizando jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. RENOTE, 11(3), 2013.
- Mello, V. Perani, L. Gameplay x playability: defining concepts, tracing differences. XI SBGames. Brasília. 2012.
- Mohamed, H., Ibrahim, H., Jaafar, A. Methodology to Evaluate Interface of Educational Computer Game. International Conference on Pattern Analysis and Intelligent Robotics. p, 28-29. Putrajaya, Malaysia. 2011.
- Mohamed, H., Jaafar, A. AHP_HeGES: Tools to Evaluate Usability of Educational Computer Game (UsaECG). International Conference on User Science and Engineering. 2011.
- Mohamed, H.; Jaafar, A. Conceptual Framework for a Heuristics Based Methodology for Interface Evaluation of Educational Games. International Conference on Computer Technology and Development. 2009.
- Mohamed, H.; Jaafar, A. Development and Potential Analysis of Heuristic Evaluation for Educational Computer Game (PHEG). Computer Sciences and Convergence Information Technology (ICCIT). International Conference. 2010
- Mohamed, H.; Jaafar, A. Heuristics Evaluation in Computer. Games. International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP). p, 188-193. 2010.
- Mohamed, H.; Jaafar, A. Playability Heuristics Evaluation (PHE) Approach for Malaysian Educational Games. International Symposium on Information Technology. 2008.
- Mohamed, H.; Yusoff, R., Jaafar, A. Quantitive analysis in a heuristic evaluation for Usability of Educational Computer Game (UsaECG). International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management. 2012.
- Moreno-Ger, P. et al., Educational game design for online education, Computers in Human Behavior (2008), doi:10.1016/j.chb.2008.03.012.
- MOTOLA, Ronaldo et al . Architecture for animation of affective behaviors in pedagogical agents. J. Braz. Comp. Soc., Campinas , v. 15, n. 4, p. 3-13, Dec. 2009

- Nacke, L.E., Drachen, A., Goebel, S. Methods for Evaluating Gameplay Experience in a Serious Gaming Context. *International Journal of Computer Science in Sport*, vol. 9 no. 2. Darmstadt. Germany. 2010.
- Papaloukas, S., Xenos, M. Usability and education of games through combined assessment methods. *Proceedings of the 1st international conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, Athens, Greece, July 15-19, DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1389586.1389670>. 2008.
- Petri, G. C., Wangenheim, G. V. How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*. 2017.
- Petri, G., Wangenheim, G. V., Borgatto, G. A. F. A Large-scale Evaluation of a Model for the Evaluation of Educational Games. *INCoD/GQS*. 2016.
- Pietruchinski, M. H.; Neto, J. C.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S. Os jogos educativos no contexto do SBIE: uma revisão sistemática de Literatura. *Anais do XXII SBIE - XVII WIE*. Aracaju, 21 a 25 nov.2011.
- Pinelle, D., Wong, N., Stach, T., Gutwin, C. Usability Heuristics for Networked Multiplayer Games. *international conference on Supporting group work*. pp, 169-178. 2009.
- Ponnada, A., Kannan A. Evaluation of Mobile Games using Playability Heuristics. *ICACCI'12*, August 3-5. Chennai, T Nadu, India. 2012.
- Prensky, M. Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill. *Computers in Entertainment*, v. 1, n. 1, Oct. 2003.
- Prensky, M. Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the horizon*, vol. 9, no. 5, pp. 1–6, 2001.
- Rafael, S., Wangenheim, C. G. V., Borgatto, A. F. A Model for the Evaluation of Educational Games for teaching Software Engineering. *25th Brazilian Symposium on Software Engineering*. 2011.
- Rodio, F., Bastien J. M. C. Heuristics for Video Games Evaluation: How Players Rate Their Relevance for Different Game Genres According to Their Experience. *IHM'13*, November 13–15. Bordeaux, France. 2013.
- Rollings, A., & Adams, E. In: Andrew Rollings and Ernest Adams on game design: *GamePlay*. 1.ed. Estado Unidos da América, 2003.
- Rughinis, R. Serious games as input versus modulation: different evaluations of utility. *Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers*. p, 175-184. 2012.
- Salen, K., Zimmerman, E. *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press, 2003.
- Savi, R., Wangenheim, C. G. Von., Borgatto, A. F., A Model for the Evaluation of Educational Games for teaching Software Engineering. *25th Brazilian Symposium on Software Engineering*. p, 193 – 204. 2011.

- Schultz, C. P. Bryant, R. Langdell, T. Game Testing All In One. United States of America: Thomson. 487 p. 2005.
- Shoukry, L.; C, Sturm.; Galal-Edeen, G. H. Pre-MEGa: A Proposed Framework for the Design and Evaluation of Preschoolers' Mobile Educational Games. *Innovations and Advances in Computing, Informatics, Systems Sciences, Networking and Engineering* Vol. 313. Electrical Engineering, pp. 385-390. 2014.
- Siang, A. C. Rao, R. K. Theories of Learning: A Computer Game Perspective. *Proceedings of the IEEE Fifth International Symposium on Multimedia Software Engineering*. 2003.
- Song, S., Lee, J. Key. Key factors of heuristic evaluation for game design: Towards massively multi-player online role-playing game. *Int. J. Human-Computer Studies*. Pp, 709-723. DOI:10.1016/j.ijhcs.2007.01.001. 2007.
- Suhonen, K., Vaataja, H. Assessing the Applicability of Modular Playability Heuristics for Evaluating Health-Enhancing Games. *International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. p, 147-150. 2010.
- Sweetser, P., Johnson, D., Wyeth, P. GameFlow Heuristics for Designing and Evaluating Real-Time Strategy Games. *IE '12*. Auckland, NZ, New Zealand. 2012.
- Szwoch, M. Evaluation of affective intervention process in development of affect-aware educational video games. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*. 2016.
- TC Reeves, JR Okey - Constructivist learning environments: Constructivist learning environments: Case studies in instructional design, 1996.
- Thomas, Jerry R. e Nelson, Jack K. (1996) *Research methods in physical activity*. 3.ed. Champaign : Human Kinetics.
- Ulrich, F., Helms, N. H. CREATING EVALUATION PROFILES FOR GAMES DESIGNED TO BE FUN: An Interpretive Framework for Serious Game Mechanics. *Journal Simulation and Gaming archive*. V, 48. p, 695-714. 2017.
- Valle, P. H. D., Vilela, R. F., Júnior, P. A. P., Inocêncio, A. C. G. HEDEG - Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais. XVIII Conferência Internacional sobre Informática na Educação. 9–11 Dezembro. Porto Alegre. Rio Grande do Sul. Brasil. 2013.
- Whitton N, “The place of game-based learning in an age of austerity” *Electronic Journal of e-Learning* Volume 10 Issue 2, 2012, (pp249 - 256), available online at www.ejel.org. 2012.
- 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, <https://doi.org/10.1108/PROG-07-2016-0050>. 2017.
- Yılmaz, B. Durdu, P. O., Heuristic Evaluation of a mobile hand-writing learning application. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). 2015.

APÊNDICE I

Para a realização dessa pesquisa foi utilizado um mapeamento sistemático (MS) da literatura. Segundo Petersen et al. (2008), Este tipo de metodologia provê uma visão geral da área, identificando e classificando o tipo de pesquisa e os resultados. E Dias et al. (2013) afirma que o MS fornece um procedimento sistemático e objetivo para identificar a natureza e extensão de estudos empíricos que estão disponíveis a fim de responder questões de pesquisa.

A avaliação de um jogo não é uma tarefa trivial, e em se tratando de um jogo educacional essa atividade se torna ainda menos trivial. Portanto, algumas iniciativas foram tomadas buscando definir um método ou processo de avaliação de jogos educacionais digitais. Este trabalho fornece um processo definido que é dividido em três fases: 1 – Definição da pesquisa, 2 – Coleta do estudo e 3 – síntese do resultado.



Processo de Mapeamento Sistemático.

Na primeira fase foi elaborado um protocolo, buscando definir e nortear a pesquisa. Nesse documento foram definidos aspectos importantes da pesquisa, tais como: Objetivo da pesquisa, questões a serem respondidas, chaves e engenhos de busca. Na segunda fase foi realizada a busca por estudos primários, sendo essa busca baseada nos critérios de inclusão e exclusão pré-definidos no protocolo. Na terceira fase, os estudos selecionados foram mapeados através de um esquema de seleção, buscando assim, responder as questões de pesquisa deste trabalho.

Uma revisão utilizando mapeamento sistemático requer um conjunto de fato para diminuir o viés da pesquisa [Dias et al. 2013]. Portanto, buscando guiar o pesquisador e minimizar os

riscos, foi criado um protocolo do mapeamento. Onde esse protocolo contém as questões a serem respondidas, os critérios de inclusão e exclusão, definições das chaves e dos engenhos de busca e o processo de extração dos dados.

O objetivo deste trabalho é entender, identificar e caracterizar as principais técnicas utilizadas para a avaliação de jogos digitais educacionais. Desse modo, foram elaboradas algumas questões específicas relacionadas a esse tipo de avaliação.

- **Q1. Quais são as técnicas existentes para avaliação de jogos educacionais?**

Objetivo: identificar os tipos de propostas relacionadas a avaliação de jogos educacionais digitais.

- **Q2. Em qual estágio do desenvolvimento do jogo essa técnica é utilizada?**

Objetivo: identificar em quais etapas do processo do desenvolvimento de um jogo educacional digital as técnicas são utilizadas.

- **Q3. Para qual público são direcionadas essas técnicas?**

Objetivo: as técnicas podem ser direcionadas para públicos diferentes, por exemplo, podem ser direcionadas para especialistas em jogos, especialistas em educação, jogadores e/ou professores.

- **Q4. Como é expresso o resultado final da avaliação?**

Objetivo: são várias as maneiras de se mostrar os resultados obtidos através de uma avaliação. Por exemplo, pode ser uma média, um gráfico, uma nota e etc.

- **Q5. Quais dimensões dos jogos educacionais digitais são avaliadas?**

Objetivo: Quais dimensões são levadas em consideração na proposta de avaliação. Por exemplo: Objetivos, interface, teorias educacionais que embasam o jogo e etc.

Para a realização da coleta dos dados deste trabalho, primeiramente foi elaborada uma estratégia de busca. Esta estratégia buscou definir quais seriam os engenhos de busca utilizados para a realização deste trabalho, e também definir quais seriam os critérios de inclusão e exclusão de seleção destes.

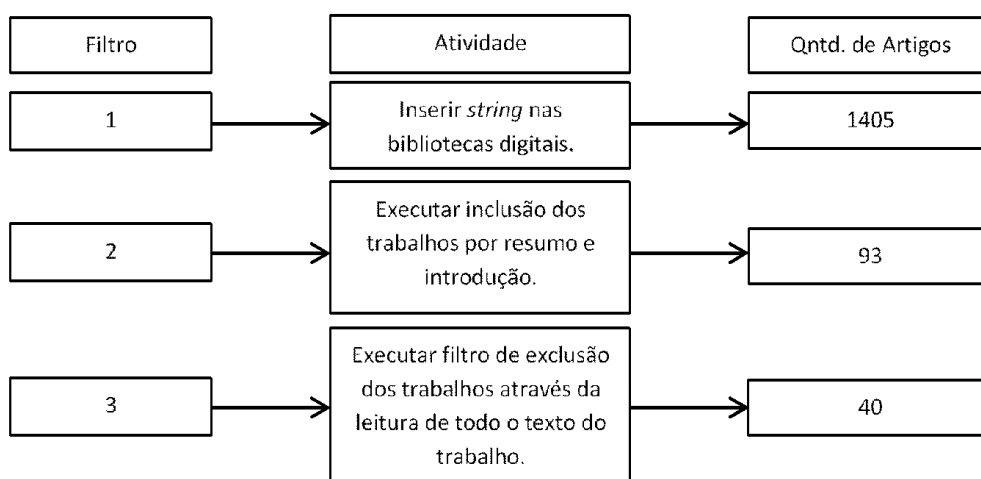
As palavras-chave utilizadas para a construção da string de busca foram baseadas nos termos mais frequentes nas questões de pesquisa. Desse modo, os termos mais frequentes nas questões são: Jogos educacionais e avaliação. Portanto a string de busca resultante foi:

- Avaliação: “evaluation”;
- Jogos educacionais: “Educational game”.

A busca utilizando a string à cima foram realizadas em três bibliotecas digitais: IEEE Explorer, ACM Digital Library e Scopus. Essas bibliotecas foram escolhidas por apresentar uma alta qualidade nos trabalhos indexados, aumentando assim, a qualidade e a

confiabilidade deste estudo. A pesquisa foi realizada no período de 18 a 25 de Setembro de 2015. Desse modo, apenas trabalhos que foram indexados até esse período, foram considerados neste estudo.

Após a definição da string e das bibliotecas digitais a serem utilizadas, foi iniciado a busca. Essa busca foi dividida em três partes, onde a primeira consistiu em inserir a string de acordo com cada uma das bibliotecas digitais. Essa primeira etapa resultou em 1405 artigos no total. Após essa etapa, foi realizada a seleção dos trabalhos por título e resumo, totalizando em 93 artigos. Por fim, foi realizada a seleção por leitura completa dos trabalhos, totalizando em 30 artigos. A Figura 2 ilustra o processo de seleção dos trabalhos.



Estágio e resultado do processo de busca

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos no protocolo, de modo que esses critérios foram utilizados para definir se um trabalho seria incluído ou excluído do mapeamento. Portanto, os seguintes critérios de inclusão foram utilizados.

- Estudos primários publicados em conferências e periódicos que tratem de avaliação de jogos educacionais digitais.

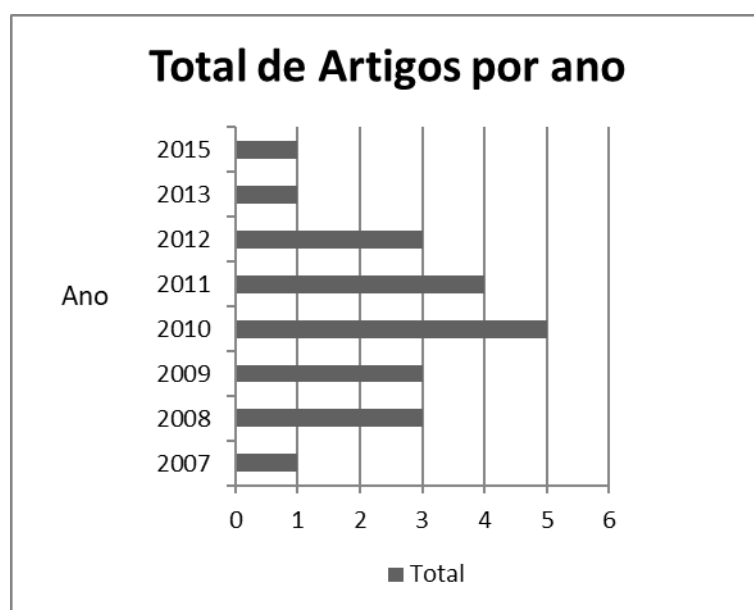
Desse modo, os trabalhos que contemplaram o critério acima, foram incluídos no mapeamento. De maneira análoga, foi aplicado o segundo filtro, porém esse foi utilizado para excluir trabalhos que satisfizesse os seguintes critérios:

- Artigos resumidos com menos de duas páginas;
- Artigos que não estão disponíveis para download;
- Artigos que não abordam a avaliação de jogos digitais educacionais;

- Artigos que não sejam estudos primários.

Resultados

Após a realização da leitura dos artigos selecionados, buscou-se responder as perguntas que motivaram a realização deste estudo. Portanto, essa sessão visa demonstrar, de maneira clara, o processo de extração dos dados da pesquisa, assim como as respostas obtidas para cada questão de pesquisa.



Total de artigos publicados por ano.

Na figura acima é possível observar a quantidade de artigos publicados por ano, referente à avaliação de jogos educacionais. É possível observar que houve um alto índice de publicação nos anos de 2010 e 2011, e que desde então houve uma redução na quantidade de trabalhos publicados sobre o tema. Essa redução da quantidade de trabalhos nos anos recentes pode ser um reflexo do sucesso dos trabalhos anteriores ou uma evidência de carência de trabalhos atuais sobre o tema.

- Quais são as técnicas existentes para avaliação de jogos educacionais?

Esta questão da pesquisa tem como objetivo identificar os tipos de propostas relacionadas à avaliação de jogos educacionais digitais. Desse modo, foi possível identificar diferentes tipos de técnicas para esse tipo de avaliação. Dos 20 trabalhos resultantes, onze (55%) trabalhos utilizaram a avaliação heurística como método de avaliação. Dois (10%) trabalhos utilizaram

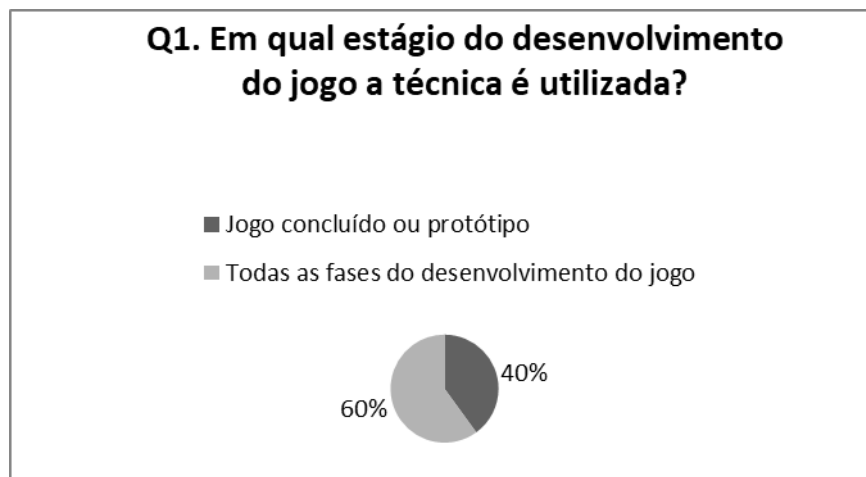
o método de observação do jogador. Dois (10%) trabalhos fornecem um modelo proposto pelos autores, onde esses modelos servem de guia para a avaliação dos jogos digitais educacionais. Três (15%) dos trabalhos utilizaram avaliação através de questionário com o jogador. E, por fim, dois (10%) trabalhos utilizaram sistemas inteligentes para avaliar os jogos.

Portanto, os dados mostram que dentre as técnicas de avaliação de jogos educacionais digitais, a avaliação através de heurística é comumente utilizada, esse fato indica que esse tipo de avaliação pode ser uma boa técnica para garantir a qualidade de um jogo educacional digital. A aplicação de questionário com o jogador também mostrou ser uma técnica comumente utilizada, demonstrando assim, que esse tipo de avaliação também pode garantir a qualidade final do jogo. As demais técnicas demonstraram menos recorrência, porém isso não significa que a utilização dessas não pode garantir um bom produto final.

- Em qual estágio do desenvolvimento do jogo a técnica é utilizada?

Esta questão de pesquisa tem como objetivo identificar em quais etapas do processo do desenvolvimento de um jogo educacional digital as técnicas são utilizadas. Na Figura 4 se observa que a maioria das técnicas de avaliação pode ser utilizada em todos os estágios do desenvolvimento. Essa característica é interessante, pois o custo de correção ou de alteração do jogo nas fases iniciais é consideravelmente menor em relação ao custo de correção ou alteração nas fases finais.

Dos artigos que propõem técnicas para avaliação em todas as fases do jogo, a maioria utiliza a avaliação heurística. Portanto, pode-se concluir que a avaliação heurística é um método que pode ser utilizado em qualquer fase do desenvolvimento do jogo.



Estágios do desenvolvimento onde as técnicas de avaliação são aplicadas.

Essa questão tem como objetivo identificar para qual (ou quais) público alvo a técnica é direcionada. Como pode ser visto na Tabela 1, dos vinte trabalhos resultantes, seis são direcionados para especialistas de domínio (jogos e educação) e um é direcionado para especialista e usuários finais. Os especialistas de domínio geralmente utilizam a técnica de avaliação heurística, porém essa técnica também pode ser direcionada a jogadores finais.

As técnicas dedicadas apenas a usuários finais totalizaram em cinco trabalhos, mostrando que o usuário final também é comumente utilizado para a realização da avaliação do produto. Na tabela também é possível verificar que existem poucas técnicas direcionadas a professores, evidenciando assim uma necessidade para de que sejam providas mais técnicas para esse público, visto que o professor é um ator importante no processo de utilização de jogos educacionais como forma de apoio ao processo de ensino/aprendizagem.

Rótulos de Linha	Quantidade de trabalhos
Desenvolvedores	2
Especialistas de domínio	6
Especialistas e usuários finais	1
<i>Gamedesigners</i> ou avaliadores	2
Não ficou claro	2
Professores	1
Sistema automático	1
Usuários finais	5

- Como é expresso o resultado final da avaliação?

Essa questão da pesquisa tem como objetivo identificar as formas utilizadas para exibir os resultados finais após a avaliação dos jogos digitais educacionais. Como resultado do estudo foi possível perceber que uma quantidade significativa de trabalhos não deixa clara a maneira utilizada para a exibição dos resultados da pesquisa, totalizando em sete (35%). A mesma quantidade de trabalhos utiliza a exibição dos resultados através de tabelas, contendo os valores da avaliação. Esses valores são derivados de cálculo de médias e geralmente são resultados obtidos através da avaliação heurística. Outra maneira utilizada é a utilização de gráficos estatísticos, totalizando em 15% dos trabalhos. Esses gráficos são gerados a partir da massa de dados gerada pelos questionários respondidos por usuários finais.

- Quais dimensões dos jogos educacionais digitais são avaliadas?

Essa questão da pesquisa tem como objetivo identificar quais dimensões são levadas em consideração na proposta de avaliação. Essa questão é pertinente, visto que um jogo educacional deve atender aos aspectos técnicos e pedagógicos inerentes a esse tipo de software.

Através deste estudo foi possível identificar que a maioria das técnicas de avaliação proposta contempla tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos, pois 70% dos trabalhos propõem técnicas que contemplam ambos os aspectos. Apenas 10% dos trabalhos avaliam apenas aspectos pedagógicos, e 25% avaliam apenas aspectos técnicos. Os aspectos pedagógicos mais avaliados são: Aprendizagem, conteúdo, elementos educacionais, motivação e interação social. E os aspectos técnicos mais avaliados são: Usabilidade, gameplay, história do jogo, jogabilidade, imersão, mobile, multimídia e Interface.