

AHJED - Avaliação Heurística para Jogos Educacionais Digitais

Max Azevêdo

Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Brazil
max.azvd@gmail.com

Danielle Rousy

Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Brazil
danielle.rousy@gmail.com

Clairton Siebra

Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Brazil
clairton@ci.ufpb.br

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.

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. Buscando garantir uma maior qualidade desses aspectos, é interessante utilizar a avaliação de jogos educacionais. 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. Existem propostas de heurísticas para avaliação de jogos educacionais, porém essas propostas demonstram alguns pontos de possíveis melhorias. Dessa forma, esse trabalho apresenta um novo modelo de

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

- ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.
- License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.
- Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

avaliação heurística para jogos digitais educacionais, onde esse tem como objetivo propor uma melhor avaliação dos aspectos técnicos e pedagógicos dos jogos digitais educacionais. Para isso, primeiramente foi realizado um mapeamento sistemático sobre avaliação de jogos digitais educacionais, posteriormente foi realizada uma comparação entre essas técnicas, logo após foi realizado um experimento com uma técnica avaliação heurística, posteriormente foi proposto um novo conjunto de heurística, que possui como objetivo avaliar os aspectos técnicos e pedagógicos dos jogos digitais educacionais e, por fim, foram realizadas validações do conjunto proposto.

Author Keywords

Avaliação, jogos educacionais digitais, heurística.

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous; See <http://acm.org/about/class/1998> for the full list of ACM classifiers. This section is required.

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 [19]. Por esse motivo, a iniciativa de se utilizar jogos para fins educacionais vem sendo amplamente discutida e utilizada [14]. A integração de jogos e educação, a fim de aumentar a motivação dos alunos na aprendizagem, é uma boa opção prática se o jogo desenvolvido for capaz de atender a todos os quesitos necessários referentes aos elementos de educação e de 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.

Durante o processo de criação de um JED, toda atenção deve ser focada em garantir uma boa interface e o conteúdo deve ser relevante e bem pensado [12]. Pois jogos podem não resultar no produto esperado [25]. E em se tratando de um jogo educacional as preocupações se tornam maiores, visto que integrar os elementos de jogo junto com elementos de educação não é uma tarefa trivial. Dessa forma, os jogos educacionais devem prover uma maneira divertida 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.

Em [4] é apresentada uma revisão de 48 artigos sobre a eficiência de jogos educacionais, e se conclui que os JEDs mostraram ser eficientes para diferentes grupos de jogadores e para diferentes atividades (matemática, atitudes, eletrônica e economia). Alguns esforços têm sido realizados para auxiliar o processo de avaliação e criação de jogos educacionais, como por exemplo em [32], [1] e [31]. Mas, apesar dos esforços, ainda é preciso melhorar o processo de desenvolver JEDs, pois, em [33] vê-se que a maioria dos jogos educacionais muitas vezes se assemelham a cadernos de exercícios digitais e não utilizam o poder dos jogos como mídia interativa. Logo, técnicas de apoio no processo de desenvolvimento dos JEDs são importantes, de tal forma que essas técnicas possam auxiliar no aumento da potencialidade de sucesso do produto final, garantindo assim, a sua qualidade. E uma técnica comumente utilizada é a avaliação da qualidade do produto através de heurística.

A avaliação heurística tem demonstrado ser uma boa maneira de avaliação de jogos de computador, e pode ser aplicada em todos os estágios do desenvolvimento. Em [5] é definida heurística como uma diretriz que serve de ferramenta para avaliação de usabilidade. Em [5] se afirma também 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, e dessa forma, permitem que ajustes sejam realizados durante o ciclo de desenvolvimento, reduzindo o risco da liberação de um produto inadequado para o usuário final.

A avaliação heurística é entendida como um tipo de avaliação flexível, mas eficiente, que pode ser aplicada em qualquer fase do projeto, não só por especialistas, mas também por leigos, desde que familiarizados com o objeto de análise e guiados pelo conjunto de diretrizes que compõem a avaliação heurística [5]. Essas diretrizes podem ser focadas em vários aspectos, como por exemplo, interface, usabilidade, jogabilidade e *gameplay*. Outra 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 [11].

Nesse contexto, acredita-se que é interessante a busca por heurísticas que auxiliem no processo de desenvolvimento de JEDs, de forma que as mesmas possam identificar os pontos que podem ser o fator de insucesso do jogo, assim como também possam fornecer ao professor ou instrutor uma referência mais precisa da qualidade do JED. Acredita-se que esse caminho pode ampliar o uso de jogos como ferramenta de apoio ao processo educacional.

Dentre as propostas de heurísticas voltadas para avaliação de JEDs encontradas na literatura, está a vista em [30]. 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. Esse trabalho 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 [3], a história do jogo [29] e o agente educacional do jogo [15]. 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.

Esse artigo lida com problemas relacionados a qualidade dos JEDs, mais especificamente a avaliação da qualidade durante todo o ciclo de desenvolvimento de um JED, e tem como principal contribuição a proposta de um conjunto de heurística intitulado AHJED (Avaliação Heurística para Jogos Educacionais Digitais), que tem como objetivo avaliar a qualidade de JEDs. Baseando-se nas avaliações realizadas neste artigo, é possível concluir que o conjunto AHJED se mostra eficiente e apresenta vantagens quanto a outros conjuntos de avaliação de JEDs propostos na literatura, assim como também os resultados obtidos através da avaliação com o conjunto AHJED mostra coerência com os resultados obtidos através de avaliação de JEDs com usuários finais.

A fim de organizar a discussão e proposta descritas neste artigo, ele está dividido nas seguintes sessões: A sessão 2 apresenta conceitos sobre a avaliação de jogos educacionais digitais. A sessão 3 analisa os trabalhos relacionados. A sessão 4 descreve a metodologia utilizada para a realização do estudo apresentado neste artigo. A sessão 5 apresenta o conjunto proposto neste artigo. A sessão 6 exibe as avaliações realizadas com o conjunto proposto deste artigo. E por fim, a sessão 7 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. AVALIAÇÃO DE JOGOS EDUCACIONAIS DIGITAIS

Jogos formam uma parte fundamental da natureza humana [2]. Em [24] 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. Portanto, baseado nas definições encontradas em [2], [26] e [22], para esse trabalho jogo é definido como um sistema formal que possui regras, objetivos, desafios, feedbacks, interação e representação.

O processo de desenvolvimento de um jogo não é uma tarefa trivial. Dessa maneira, ao se projetar um jogo, é necessário atentar para vários aspectos, tais como: Jogabilidade, mecânica, *gameplay* e regras [9]. Deve-se atentar também para a gradação com que o jogador aprende, controla e entende o jogo [3].

Em se tratando de JED, as preocupações vão além dos aspectos do jogo, pois JED tem o propósito de apoiar ou prover a aprendizagem. Em [10] é afirmado que descobrir se um JED está apto ou não a ser inserido em um ambiente de aprendizagem não é uma tarefa trivial, visto que são necessárias avaliações criteriosas, com a finalidade de se analisar elementos relacionados às características pedagógicas. Desse modo é interessante que se utilize técnicas/ferramentas 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.

Vários aspectos podem ser avaliados em JEDs, tais como: Usabilidade [20], jogabilidade [10], gráficos e sons [29], entre outros. Esses aspectos podem ser avaliados utilizando diversas metodologias e ferramentas. Em [23] 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 o autor, 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 a etapa de desenvolvimento de um jogo educacional, é uma proposta interessante. Pois essa prática pode tornar o desenvolvimento do jogo mais assertivo e de menor custo.

Das técnicas analíticas encontradas na literatura, a avaliação através de heurística mostrou ser bastante utilizada. Em [5] é visto que heurística é uma boa ferramenta de avaliação. 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. Em [10] 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 garantir que o software, seja ele jogo ou não, resulte em um produto final eficaz.

Em [6] é visto que avaliação heurística pode ser distinguida de acordo com seu fundamento. De modo que heurísticas podem ser separadas em: heurística baseada em padrões, heurísticas baseadas em teorias, heurísticas baseadas em pesquisa e 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. 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 de heurística é amplamente utilizada e também possui baixo custo em comparação com outras, pois para ser executada, é aconselhável a utilização de 3 à 5 avaliadores. Em [5] é visto que esse tipo de avaliação pode ser utilizado com especialistas de domínio, e em [10] é visto que esse tipo de avaliação pode ser utilizado também por não especialistas.

Durante a realização de uma avaliação heurística, os avaliadores buscam problemas em um software através de características que violem as heurísticas pré-definidas 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 do desenvolvimento de um JED. Visto que a avaliação heurística é uma técnica formalizada, difundida, de baixo custo e pode ser aplicada para diferentes públicos e em todas as fases do desenvolvimento dos JEDs. Portanto, a avaliação através de heurística foi escolhida como o método a ser utilizado neste trabalho como técnica de avaliação de jogos digitais educacionais.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Em [3] é apresentado um conjunto de heurísticas para avaliar a jogabilidade do jogo convencionais. Esse conjunto é intitulado Heuristics for Evaluating Playability (HEP) e foi desenvolvido baseado em uma revisão da literatura, realizada por especialistas em jogos. O conjunto HEP avalia os seguintes aspectos: Gameplay, história, mecânica e usabilidade. O autor indica a utilização desse conjunto de heurística para game designers ou 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 no desenvolvimento de um jogo.

Em [7] 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 jogo e como conclusão desse trabalho, foi afirmado que o conjunto proposto se mostrou eficaz em identificar problemas de usabilidade em jogos para dispositivos mobile.

Em [12] é apresentado um conjunto de heurísticas voltado para a avaliação de jogos educacionais digitais, intitulado de Heuristics Evaluation for Educational Games (PHEG). Esse conjunto é voltado especificamente para jogos educacionais e 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.

Em [30] é apresentado um conjunto de heurística voltados para jogos educacionais digitais, intitulado de Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais (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 finais. Nesse trabalho foi realizada uma avaliação do jogo educacional Carmen Sandiego. Onde esse jogo foi avaliado utilizando o conjunto HEDEG e o conjunto PHEG proposto em [12]. 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.

Percebe-se que os trabalhos relacionados obtiveram sucesso na utilização de heurísticas como forma de quantificar a qualidade de jogos. Desse modo foram realizados estudos e experimentos utilizando as propostas desses trabalhos.

4. METODOLOGIA

Para a realização desse estudo, foram executados os seguintes passos:

- A. Comparação entre as técnicas para avaliação de jogos encontradas na literatura;
- B. Experimento de avaliação de JEDs através de heurística;
- C. Elaboração do novo conjunto de heurística para avaliação de JEDs (AHJED).
- D. Validação do conjunto AHJED.

4.1. Comparação entre técnicas para avaliação de jogos

Com o objetivo de identificar as propostas de técnicas voltadas para avaliação de jogos na literatura, foi realizada uma revisão nas bases *ACM Digital Library*, *IEEE Explre e Scopus*. Através dessa revisão foram encontradas propostas de conjunto de heurísticas para avaliação de jogos, como as de [3], [5], [6], [7] e [29]. Esses trabalhos 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 [12], [30], [32] e [31]. Esses trabalhos buscam avaliar as seguintes dimensões: Jogabilidade, interface, conteúdo e elementos educacionais.

Durante essa etapa foram realizadas comparações entre as dimensões que os trabalhos buscam avaliar. Foi possível concluir que as principais dimensões foram Interface, jogabilidade, multimídia, motivação, elementos educacionais e conteúdo. Entre os trabalhos encontrados, os que apresentaram conjunto de heurísticas que buscam avaliar a maior parte dessas dimensões foram os de [12] e [30]. Por esse motivo, esses trabalhos foram selecionados para realizar um experimento de avaliação de JEDs.

4.2. Experimento de avaliação de jogos educacionais digitais

Como exibido anteriormente nesse trabalho, o conjunto proposto em [30], intitulado HEDEG, se mostrou ser um dos mais interessantes encontrados na literatura. Pois o conjunto HEDEG contempla a avaliação de boa parte das dimensões com maiores relevâncias encontradas na literatura e também por ser direcionada para especialistas e não especialistas de domínio.

Desse modo, foi realizado um experimento de avaliação de dois JEDs utilizando o conjunto HEDEG. Esse experimento teve como objetivo verificar os resultados da avaliação através desse conjunto, assim como coletar opiniões dos avaliadores, de forma a identificar pontos fortes e menos fortes do conjunto HEDEG. Os detalhes sobre esse conjunto de heurística são vistos em [30].

Para a realização desse experimento foram selecionados dois jogos, o *Code Combat* e o *RoboZZle*. Esses jogos foram escolhidos por apresentarem o mesmo objetivo instrucional, que é o ensino de lógica de programação, porém com abordagens diferentes. Em ambos o jogador utiliza comandos pré-definidas para solucionar problemas. Porém no *Code Combat*, o jogador deve digitar os comandos a serem executados. Nesse jogo também é possível escolher personagens de diferentes gêneros e o jogo também apresenta 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 o *RoboZZle* não possui efeitos sonoros.

A avaliação dos jogos foi realizada por 4 avaliadores, onde cada jogador jogou os jogos por tempo indeterminado. 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 foi calculada a média. Do mesmo modo se procedeu com os demais aspectos (Educativo, Conteúdo, Jogabilidade e Multimídia). Então após ter a média de todos

os avaliadores para cada um dos aspectos, foi 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.

Como resultado desse experimento foi possível concluir que o jogo *Code Combat* obteve melhores resultados comparado ao jogo *RoboZZle*. As heurísticas de elementos educacionais buscam identificar problemas pedagógicos no jogo. Desse modo, ambos os jogos, apresentam alguns problemas, onde o *Code Combat* e o *RoboZZle* atingiram médias 1,4 e 2,5 respectivamente. As heurísticas de Conteúdo são relacionadas à representação do conteúdo através do jogo. O *Code Combat* atingiu média 0,6 e o *RoboZZle* obteve média 1,9. As heurísticas de Jogabilidade buscam identificar problemas relacionados interação do jogador com o jogo. O *Code Combat* atingiu uma média de 0,4. Indicando assim, que o jogo fornece informações eficientes para o jogador e possui uma boa interação. Já o jogo *RoboZZle* atingiu uma média de 2,0, indicando que o jogo apresenta problemas de baixa prioridade no que diz respeito a sua jogabilidade. As heurísticas de Multimídia são relacionadas aos aspectos de sons, gráficos e animações. Observa-se que o jogo *RoboZZle* atingiu uma média relativamente insatisfatória, de 2,1. E o *Code Combat* atingiu uma média de 0,3.

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 jogos, pois existem jogos que são projetados para serem jogados por um jogador.

Dessa forma é possível observar que o modelo de avaliação proposto em [30] 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.

5. AHJED

O conjunto de avaliação heurística para jogos educacionais digitais (AHJED) foi elaborado a partir dos passos citados anteriormente. Portanto, baseado nos resultados dessas etapas, o conjunto AHJED foi concebido através de alterações e combinações dos conjuntos propostos em [13], [3], [30], [7] e [28]. 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 a 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 narrativa 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 jogo 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 pode ser utilizado tanto por profissionais da área de jogos quanto por profissionais de educação que queiram avaliar a qualidade de um JED. 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 Tabela 1 apresenta o detalhamento do conjunto AHJED.

Tabela 1 - 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.) [13] e [30]
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) [13] e [30]
IN 3 Os elementos existentes no jogo são consistentes e padronizados. [13] e [30]
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) [13] e [30]
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. [13] e [30]
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) [13] e [30]
IN 7 A quantidade de elementos do jogo é suficiente para que o usuário atinja seus objetivos sem confundir-lo. [13] e [30]
IN 8 O jogo possui elementos que ajudem o usuário a reconhecer, diagnosticar e se recuperar dos erros cometidos. (Por exemplo, o jogo possui o botão de voltar ou tentar novamente) [30]
IN 9 O jogo possui elementos de ajuda e documentação ao usuário. [30]
Jogabilidade
JG 1 O jogo fornece informações suficientes para que o usuário comece a jogar. [13] e [30]
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.) [13] e [30]
JG 3 Os usuários são capazes de salvar os jogos em diferentes estados ao longo do jogo. [13] e [30]
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) [13] e [30]
JG 5 Os elementos do jogo, por exemplo, desafios, não devem frustrar os usuários do jogo. [13] e [30]
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. [30]
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. [30]
JG 8 O jogador tem o senso de controle sobre o personagem e pode usar tática e estratégias.[7]
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) [13] e [30]
MM 2 Há correspondência entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e os conteúdos de aprendizagem contemplados no mesmo. [13] e [30]
MM 3 As combinações entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e apresentadas ao usuário são consistentes e representativas. [13] e [30]
MM 4 A qualidade dos elementos de multimídia utilizados é suficiente para que o usuário compreenda seu propósito (objetivo). [13] e [30]
MM 5 Os elementos de multimídia do jogo contribuem com a apresentação do conteúdo de aprendizagem, tornando-o mais atrativo. [13] e [30]

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) [29]
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) [29]
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) [29]
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) [29]
História do jogo (Não aplicável a todo tipo de jogo)
HJ 1 O jogador entende a história do jogo de forma clara e consistente. [3]
HJ 2 A história promove a imersão. [3]
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. [3]
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.) [13] e [30]
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. .[13] e [30]
ED 3 Os elementos do jogo são criados de forma a contemplar diferentes níveis de aprendizagem, por exemplo, iniciante, intermediário e avançado. [13] e [30]
ED 4 O jogo possui elementos que permitam ao usuário reconhecer seu progresso ao longo do processo de aprendizagem. [13] e [30]
ED 5 O jogo oferece ao usuário a possibilidade de escolher o nível de dificuldade do mesmo. [30]
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. [30]
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 orem gradativa de dificuldade de operações de adição) [13] e [30]
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.) [13] e [30]
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. [13] e [30]
CN 4 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem estar integrados ao jogo.[30]
CN 6 O conteúdo educacional é particionado em tópicos e/ou subtópicos no jogo, por meio de seus elementos. [13] e [30]
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.) [28]
AE 2 O agente educacional fornece <i>feedback</i> ao jogador. [28]
AE 3 O jogador percebe sentimentos através de figuras, ações ou nomes do agente educacional. [28].
AE 4 O jogador sempre recebe <i>feedbacks</i> educados e expressivos. [28].

Esse trabalho também propõe 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. A Tabela 2 exibe detalhadamente todas as heurísticas que compõem o conjunto AHJED.

6. AHJED

Para avaliar o conjunto de heurística propostos nesse trabalho, foi realizado um estudo comparativo entre o conjunto AHJED e o conjunto proposto em [30], com o objetivo de comparar os resultados obtidos entre as técnicas de avaliação. Posteriormente é mostrado uma comparação do resultado do conjunto AHJED com a avaliação dos usuários do Google Play Games. Por fim, é exibido uma comparação do conjunto AHJED com a ferramenta proposta em [17].

6.1. Comparação entre AHJED e HEDEG

Buscando avaliar os resultados desse trabalho, foi realizado um experimento utilizando o conjunto AHJED. Esse experimento se constituiu em realizar uma avaliação do JED jogo *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 conjunto proposto em [30]. 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 de acesso ao jogo e ao conjunto AHJED. 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. E após a avaliação, foram realizadas entrevistas com os avaliadores.

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 indicio 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, pois 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.

A Figura 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 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 indicio 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.

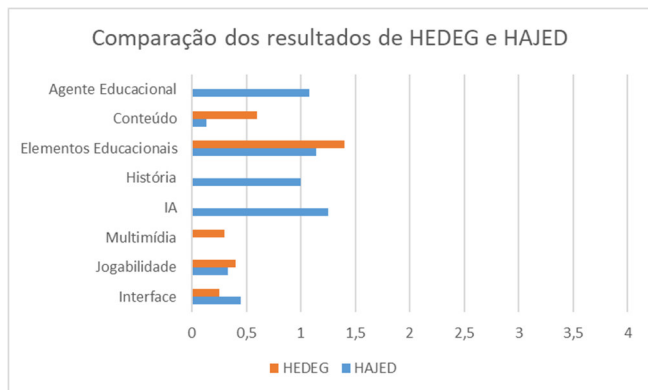


Figura 1 - Resultado da avaliação dos jogos.

6.2. Comparação entre AHJED e usuários finais

Para fazer a validação do conjunto AHJED foi realizada uma comparação entre o resultado da avaliação heurística e o resultado da avaliação dos usuários de jogos da Google Play Games (GPG). Essa validação teve como objetivo 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. Dinossauro e Racing Multiplication. 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. Logo, 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 de JEDs. Esses avaliadores não são os mesmos avaliadores que realizaram a avaliação apresentada no capítulo 6.1 e 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 2 - Resultados das avaliações dos jogos.

Aspectos Avaliados	Matemática vs. Dinossauro	Racing Multiplication
Interface	0,3	1,4
Jogabilidade	0,5	1,4
Inteligência Artificial	1	1,1
Multimídia	0,3	3
História do Jogo (Não aplicável a todos os jogos)	-	-
Elementos Educacionais	0,8	2,3
Conteúdo	1,3	2,7
Agente Educacional	3	4

Segundo o resultado da avaliação, como mostra a Tabela 2, 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.

6.3. 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 proposto em [17]. 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 em [17] e foi selecionado por ser uma ferramenta de abordagem diferente da avaliação heurística. Essa ferramenta, assim como o conjunto AHJED, é voltada para profissionais da área de jogos ou da área de educação. Porém a ferramenta MEEGA parte de uma abordagem de avaliação de programas de treinamento.

As ferramentas de avaliação foram utilizadas para avaliar o jogo *Math Land*, 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 10 alunos do 4 período curso de Pedagogia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Inicialmente os avaliadores foram apresentados aos conceitos de jogos, jogos educacionais e avaliação de jogos educacionais. Posteriormente foram divididos em dois grupos, o grupo A, com 4 alunos e o grupo B, com 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.

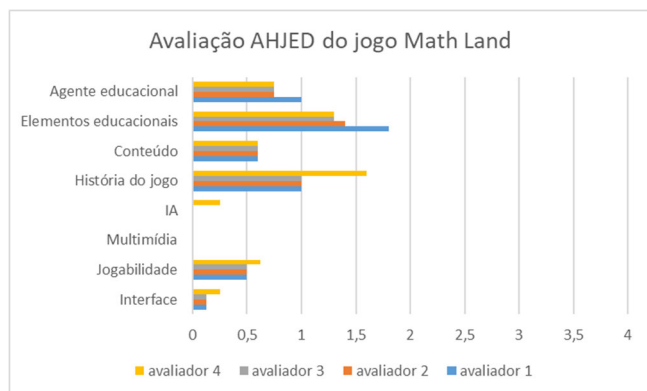


Figura 2 - Resultado da avaliação do jogo *Math Land*.

De maneira geral, o jogo obteve resultados parecidos na avaliação com o método MEEGA. Como detalha o Apêndice 1, 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.

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 prioritário”. Outro ponto importante apontado por alguns avaliadores foi a extensão das heurísticas, de modo que os

avaliadores observaram que algumas heurísticas são muito extensas e isso pode tornar a avaliação cansativa e desinteressante.

7. 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 m ferramentas que possam avaliar a qualidade do JED e que possa ser utilizada por especialistas e não especialistas da área de jogos

Sendo assim o conjunto AHJED foi criado com a proposta de oferecer uma ferramenta de avaliação de avaliação de JED que possa resolver as limitações citadas anteriormente. Para isso foi necessário utilizar heurísticas propostas em [13], [3], [30], [7] e [28]. E também 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 nesse 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 e *Racing Multiplication*, 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.

Como trabalhos futuros se pretende realizar mais experimentos avaliando outros JEDs. Se pretende também coletar mais opiniões de especialistas de domínio e não especialistas de domínio sobre o entendimento das heurísticas. Se pretende também realizar um experimento sobre a eficiência do conjunto AHJED em avaliar JEDs mobile em relação as propostas em [7], [21], [28] e [32].

8. REFERÊNCIAS

1. Andreoli, R., Colrolla, A., Faggiano, A., Malandrino, D., Pirozzi, D., Ranaldi, M., Santangelo, G., Scarano, V. A Framework to Design, Develop, and Evaluate Immersive and Collaborative Serious Games in Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*. 2016.

2. Crawford, C. *The Art of Computer Game Design*. 1982.
3. 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.
4. Hays, R. T. The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. DTIC. 2005.
5. J. Nielsen, *Heuristic evaluation*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Mello, V. Perani, L. Gameplay x playability: defining concepts, tracing differences. XI SBGames. Brasília. 2012.
10. 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
11. Mohamed, H.; Jaafar, A. Heuristics Evaluation in Computer. Games. International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP). p, 188-193, 2010.
12. Mohamed, H.; Jaafar, A. Playability Heuristics Evaluation (PHE) Approach for Malaysian Educational Games. International Symposium on Information Technology. 2008.
13. 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.
14. Moreno-Ger, P. et al., Educational game design for online education, *Computers in Human Behavior*. doi:10.1016/j.chb.2008.03.012, 2012.
15. 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, 2009
16. 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.
17. Petri, G. C., Wangenheim, G. V. How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*. 2017.
18. 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.
19. 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, p.21-25, 2011.
20. Pinelle, D., Wong, N., Stach, T., Gutwin, C. Usability Heuristics for Networked Multiplayer Games. international conference on Supporting group work. p. 169-178. 2009.
21. Ponnada, A., Kannan A. Evaluation of Mobile Games using Playability Heuristics. ICACCI'12, August 3-5. Chennai, T Nadu, India. 2012.
22. Prensky, M. Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the horizon*, vol. 9, no. 5, p. 1–6, 2001.
23. 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.
24. Rollings, A., & Adams, E. In: Andrew Rollings and Ernest Adams on game design: *GamePlay*. 1.ed. Estado Unidos da América, 2003.
25. 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.
26. Salen, K., Zimmerman, E. *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press, 2003.
27. Schultz, C. P. Bryant, R. Langdell, T. *Game Testing All In One*. United States of America: Thomson. 2005.
28. 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*, p. 385-390, 2014.
29. Sweetser, P., Johnson, D., Wyeth, P. *GameFlow Heuristics for Designing and Evaluating Real-Time Strategy Games*. IE '12. Auckland, NZ, New Zealand. 2012.
30. 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.

31. 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.
32. 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.
33. Zin, M. N. A., Yue. W. S. History educational games design. International Conference on Electrical Engineering and Informatics. p. 269-275, [10.1109/ICEEI.2009.5254775](https://doi.org/10.1109/ICEEI.2009.5254775). 2009.