

Desenvolvimento e Avaliação da Usabilidade em Aplicativo Desktop para o Ensino da Programação Orientada a Objetos

Williany Thalita A. Veras¹, José Elvis S. S. Nogueira¹, João Emerson N. Silva¹,
Richarlyson A. D’Emery¹

¹Unidade Acadêmica de Serra Talhada – Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UAST - UFRPE) – Caixa Postal 063 – 56.900-000 – Serra Talhada – PE – Brasil

{williany.veras, elvis.nogueira150, joaoniculau, ricodemery}@gmail.com

Abstract. *The usability has been increasingly used in software development, in view of the fact that it seeks to facilitate the execution of user’s tasks. JAvatar is an educational game that seeks to promote learning about object-oriented programming concepts. Therefore, it is necessary to evaluate the usability of the game in both pedagogical and design concepts. This article shows the researches made in the software, the data were collected through questionnaires and it was analyzed using Chi-square and SUS tests. The results were positive, and it demonstrates that the game contributes to the teaching of POO.*

Resumo. *A usabilidade vem sendo cada vez mais utilizada na construção de softwares, pois ela procura facilitar a execução de tarefas dos usuários. O JAvatar é um jogo educacional que busca promover o aprendizado sobre os conceitos de programação orientada a objetos. Assim, é necessário avaliar a usabilidade do jogo tanto nos conceitos pedagógico e de design. Esse artigo exhibe as investigações realizadas na aplicação, os dados foram coletados através de questionários e sua análise se deu através dos testes Qui-Quadrado e SUS. Os resultados foram positivos, e demonstram que o jogo contribui para ensino de POO.*

1. Introdução

Em meio aos progressos no campo da computação, o uso de tecnologias em sala de aula vem transformando os padrões de ensino e de aprendizagem. Os jogos para fins educativos estão sendo cada vez mais utilizados no ambiente acadêmico, pois tornam a aprendizagem mais atrativa. Assim, aqueles que proporcionam um maior nível de interatividade com os usuários são mais necessários, uma vez que empregam os conceitos da usabilidade.

Este artigo busca avaliar a usabilidade relacionada a aspectos pedagógicos e de *design* da ferramenta JAvatar, um jogo educacional que busca estimular o aprendizado da Programação. Esta avaliação tem como finalidade identificar as falhas de usabilidade, bem como se o mesmo contribui para o processo de aprendizagem de Programação Orientada a Objeto. Assim foi empregado o método quantitativo para análise de usabilidade da aplicação, usando as heurísticas propostas por Nielsen (1994) e perguntas sobre a usabilidade pedagógica, que foram encontradas através de pesquisas realizadas na internet.

A estrutura deste artigo está dividida da seguinte forma: na Seção 2, serão apresentados os referenciais teóricos sobre a usabilidade de software. Na Seção 3, o jogo JAvatar é exposto, através de imagens. Assim, como também são demonstrados os objetivos, as estruturas da aplicação e suas funcionalidades. Já na Seção 4, mostra como foi realizada a avaliação da ferramenta, e na Seção 5 os resultados. Por fim, a Seção 6 exhibe a conclusão deste trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1. Usabilidade de Software

A usabilidade foca em princípios de boas práticas que buscam fazer com que o usuário obtenha sucesso na execução de suas tarefas. Segundo Cybis (2010) a essência da usabilidade é o acordo entre interface, usuário, tarefa e ambiente.

2.2. Avaliação Heurística

A avaliação heurística é um método de avaliação de interfaces que segue um grupo de princípios de usabilidade (heurísticas), verificando as interfaces com o usuário, com a finalidade de localizar falhas de usabilidade.

A Avaliação não deve ser vista como uma fase única dentro do processo de design e muito menos uma atividade a ser feita somente no final do processo e “se der tempo”. Idealmente, a avaliação deve ocorrer durante todo o ciclo de vida do design e seus resultados utilizados para a melhoria gradativa da interface. [Rocha and Baranauskas 2003]

As avaliações heurísticas foram propostas originalmente por Nielsen em 1990 e buscam revisar a interface, dando importância à experiência do usuário.

2.3. Heurísticas de Nielsen

As 10 heurísticas foram inventadas para auxiliar o processo de avaliação de interfaces.

As heurísticas são: visibilidade do estado do sistema, equivalência entre o sistema e o mundo real, liberdade e controle do usuário, consistência e padrões, prevenção de erro, reconhecer ao invés de lembrar, flexibilidade e eficiência de uso, estética e design minimalista, auxiliar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar ações erradas, ajuda e documentação.

2.4. Trabalhos Relacionados

2.4.1. POOkémon

O Pookémon é um jogo de perguntas e respostas sobre Programação Orientada a Objetos, que é baseado no clássico jogo de monstros, mas a habilidade de vencer do jogador está condicionada ao seu conhecimento acerca do conteúdo de Programação Orientada a Objetos (POO).

2.4.2. Play(code)

A plataforma *Play(code)* é um ambiente de ensino que estimula o aprendizado utilizando perguntas e respostas, as questões vinculadas ao *Play(code)* são criadas e gerenciadas de forma colaborativa.

3. Objetivo e Funcionalidade do Software

3.1. Objetivo

JAvatar é um jogo de perguntas e respostas, que tem como objetivo estimular, aprimorar e facilitar a aprendizagem da Programação Orientada à Objeto.

3.2. Estrutura e Funcionalidades do Software

À linguagem escolhida para a implementação do jogo foi JAVA, por ser a mais utilizada na disciplina de Modelagem de Programação Orientada a Objetos (MPOO) no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) da UFRPE/UAST. O padrão arquitetural utilizado foi o MVC, pois o mesmo separa componentes maiores possibilitando a reutilização de código e desenvolvimento paralelo de maneira eficiente. Para facilitar a atualização de conteúdo as perguntas e respostas foram armazenados em um arquivo XML.

Por causa da dificuldade de memorização de determinados conceitos da disciplina de MPOO, o JAvatar foi definido como jogo de perguntas e respostas (Quiz), em que as questões seriam referentes à POO e sempre iriam aparecer de forma aleatória. As ações dos personagens durante a batalha dependerão do desempenho do jogador.

3.3. Regras

As regras baseiam-se em jogos comuns de quiz. O jogador tem direito a escolher uma resposta por rodada. Caso a resposta escolhida esteja correta, o jogador receberá 10 pontos, e ele poderá escolher entre acumular os pontos, atacar o oponente ou se defender de um ataque. Caso o jogador erre o oponente irá atacá-lo, se ele errar duas perguntas seguidas será atacado com pontuação de dano dobrada. À partida é finalizada quando a vida de um dos personagens for zerada.

3.4. Elementos visuais e interativos

A Figura 1(a) mostra o menu do jogo, com botões de customizar, som, info, sobre e jogar. Enquanto na Figura 1(b) mostra o painel customizar, onde o jogador irá inserir o nome, e escolher seu personagem. Ao selecionar o personagem, o mesmo irá aparecer no menu inicial junto ao nome, como mostra a Figura 1(c), que também mostra o painel de som, onde o jogador poderá escolher se a música tema e os efeitos sonoros irão tocar. Já à Figura 1(d), mostra o painel de ajuda, onde se é explicado que as ações do jogo serão feitas utilizando o *mouse*.



Figura 1. Telas do jogo JAvatar: (a) inicial, (b) customizar, (c) configuração do som, (d) Ajuda

A Figura 2(a) mostra as informações do jogo, como o nome da desenvolvedora. Enquanto na Figura 2(b) é exibida a tela de combate, que contém o questionário com as perguntas, os personagens, os botões de atacar e defender, e as barras de vida. Como mostrado na Figura 2(c), quando o jogador erra uma questão ele é atacado pelo oponente, porém se acertar (Figura 2(d)) e clicar no botão defender, quando o mesmo errar novamente o seu personagem terá como se defender como mostra a Figura 3(a).



Figura 2. Telas do jogo JAvatar: (a) informações, (b) tela do jogo, (c) tela do jogo - jogador sendo atacado, (d) tela do jogo - jogador acertando a pergunta

Ao fim da partida, como mostrado na Figura 3(b), irá aparecer ao jogador se ele venceu ou perdeu, e todas suas ações serão bloqueadas, permitindo apenas voltar ao menu.



Figura 3. Telas do jogo JAvatar: (a) tela do jogo - jogador sendo atacado, mas defendendo, (b) tela do jogo - final do jogo.

3.5. Definição de perguntas e respostas

As perguntas e respostas foram retiradas do site Qconcurso da disciplina de Programação do conteúdo de Java.

4. Avaliação de usabilidade

4.1 Questionário

Para realização do procedimento de avaliação, foram pesquisadas questões afirmativas a partir de critérios de usabilidade pedagógica e de *design*, utilizando como principal método, a avaliação heurística de Nielsen. Pois o objetivo das heurísticas é fazer uma avaliação da qualidade da interface em relação à usabilidade, e assim, detectar precocemente problemas desta.

As questões de 1 a 6 (Quadro 1) são realizadas para traçar o perfil dos usuários. O questionário sobre usabilidade de *design* é composto por 10 perguntas as quais seguem a escala de Likert (1932) como métrica da avaliação, dividindo-se da seguinte forma: Discordo totalmente (DT), Discordo (D), Neutro (N), Concordo (C) e Concordo totalmente (CT). O questionário também segue a mesma escala e é composto por seis perguntas sobre a usabilidade pedagógica, quais estão presentes nos Quadros 2 e 3.

Quadro 1. Questionário de perfil de usuário

| Questão | Questionamento | Fontes |
|---------|--|--------------------|
| 1 | Sexo? | Nascimento (2016) |
| 2 | Há quanto tempo você utiliza um computador? | |
| 3 | Quantas horas por semana, em média, você utiliza o computador? | |
| 4 | Qual sua experiência como jogador(a) de games? | Albuquerque (2011) |
| 5 | Se possui ou já possuiu hábito de jogar, onde isso normalmente acontece? | |
| 6 | Quanto tempo, em média, você utiliza jogando por semana (em horas)? | SurveyMonkey |

Quadro 2. Questionário de usabilidade pedagógica

| Questão | Questionamento | Fontes |
|---------|---|------------------------------------|
| 7 | Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas. | Mombach, Castro, and Santos (2018) |
| 8 | O jogo é tão interessante que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele. | |
| 9 | Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis. | |
| 10 | À ambientação do jogo (Batalha de Personagens do Avatar) é um tema atrativo e auxilia na compreensão dos conceitos. | Lopes (2012) |
| 11 | O uso do jogo JAvatar contribui para o aprendizado. | Medeiros (2014) |
| 12 | O jogo é atrativo, envolvendo e motivando você ao desafio de concluir o jogo. | |

Quadro 3. Questionário de usabilidade de design

| Questão | Questionamento | Heurística | Fontes |
|---------|--|--|--|
| 13 | Você conseguiu compreender, de forma clara, como o jogo funciona. | Visibilidade de status do sistema | Ghelardi, Otsuka and Kawakami (2012) |
| 14 | O sistema possui feedback rápido indicando em qual interface você está acessando no momento. | | Oliveira and Savoine (2011) |
| 15 | O sistema utiliza palavras, termos, expressões e conceitos familiares ao usuário. | Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real | Oliveira; Savoine, 2011. |
| 16 | As informações aparecem em uma ordem lógica e natural como se fossem representações do mundo real. | | |
| 17 | As maneiras de realizar ações semelhantes são consistentes. | | |
| 18 | O sistema possui padrões e estilos consistentes. | Consistência e Padrões | Raposo (2018) Oliveira and Savoine (2011) |
| 19 | Os objetos, ações e opções estão sempre visíveis ao usuário. | Reconhecer ao invés de lembrar | Raposo (2018) |
| 20 | As ações do personagem faz sentido para você. | | Breyer (2008) |
| 21 | O sistema possui mensagens de erros com linguagem simples. | Auxílio no Reconhecimento, Diagnóstico e | Oliveira and Savoine (2011) |
| 22 | O sistema possui mensagens de erros que indicam precisamente o problema. | | |

Os dados foram utilizados no teste de *Qui-Quadrado* (X^2) de dois critérios. O *Qui-Quadrado* é um teste que verifica se a frequência com que um determinado acontecimento observado em uma amostra se desvia significativamente ou não da frequência com que ele é esperado.

Para o teste de *Qui-Quadrado* utilizou-se a fórmula: $\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

Onde:

- \sum - soma de todos os valores observados e esperados
- O_i - frequência observada (f_o)
- E_i - frequência esperada (f_e): Para a realização desse cálculo da frequência esperada, aplicou-se a seguinte fórmula [Levin and Fox, 2004 apud Gomes, 2012]:

Onde: $f_e = \frac{tl \cdot tc}{tt}$

- tl - soma do valor total da respectiva linha
- tc - soma do valor total da respectiva coluna
- tt - soma do valor total da tabela

Baseado nos resultados desse teste verificam-se as hipóteses definidas:

- Hipótese Nula (H_0) - A usabilidade oferecida pelo JAvatar não contribui para o processo de ensino e aprendizagem de POO.
- Hipótese Alternativa (H_1) - A usabilidade oferecida pelo JAvatar contribui para o processo de ensino e aprendizagem de POO.

4.2. System Usability Scale (SUS)

A técnica foi criada por John Brooke em 1986, e pode ser usada para validar várias aplicações e interfaces. O SUS ajuda a avaliar a efetividade, eficiência e a satisfação.

Depois de coletar os resultados, os seguintes métodos foram seguidos para chegar até a pontuação final.

- Para as respostas ímpares, subtraia-se 1 da pontuação que o usuário respondeu;
- Para as respostas pares, subtraia-se a resposta de 5;
- Somatória de todos e depois houve a multiplicação por 2.5.

4.3. Entrevista

Após a avaliação quantitativa, foi realizada uma avaliação qualitativa, onde os participantes estavam livres para falar sua opinião sobre o jogo. Assim, eles falaram sobre problemas encontrados no decorrer da avaliação e como melhorar o jogo através de sugestões.

Como por exemplo: Houve uma questão que desequilibrou o visual do jogo, pois a imagem da pergunta era grande, e isso prejudicava a composição e o balanceamento da aplicação, foi proposto modificar essa questão. Outros problemas mais simples também foram verificados, como o fato de a música do jogo parar de tocar repentinamente.

4.4. Modificações no Jogo

Depois de observar os resultados das avaliações quantitativa e qualitativa, buscou-se melhorar os problemas expostos pelos participantes. Assim o som foi melhorado, a música foi colocada em um *loop* infinito e os efeitos especiais foram aperfeiçoados. Também foi inserida uma tela de ajuda (Figura 4 (a)) mais apropriada, onde é demonstrado as ações dos botões atacar e defender. As perguntas que continham imagens grandes foram substituídas, em busca de melhorar o equilíbrio visual do jogo (Figura 4 (b)). E para tornar o jogo mais frenético foi limitado o número de questões em que o usuário pode pular (Figura 4 (c)) e também foi adicionado um cronômetro (Figura 4 (d)), agora o participante terá 10 minutos para finalizar o jogo.

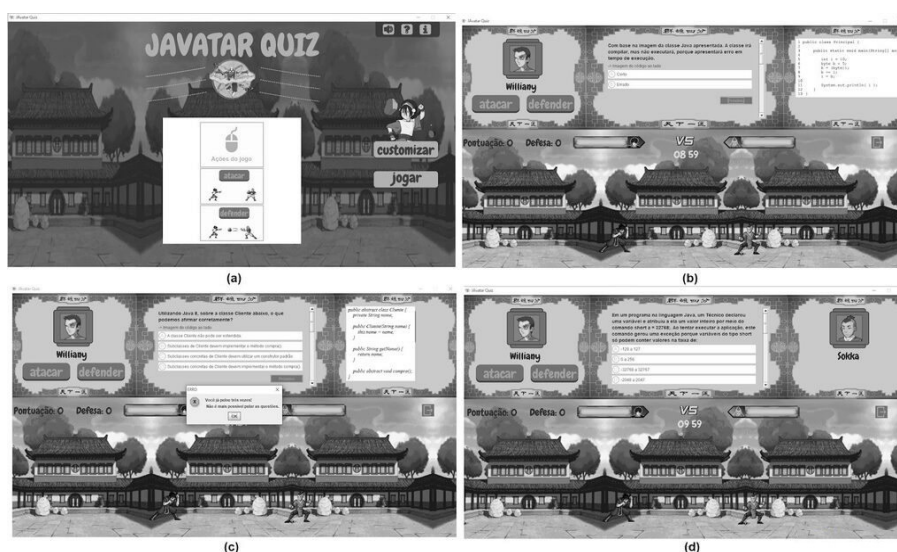


Figura 4. Modificações no JAvatar

Analisando as respostas obtidas na Seção 5, foi observado que alguns participantes tiveram dificuldades em entender as mensagens de erro/aviso apresentadas

pelo jogo. Assim, as mensagens foram modificadas, para uma linguagem mais fácil de ser entendida, como mostra a Figura 4 (c).

5. Resultado

A avaliação foi realizada na UAST em Serra Talhada, Pernambuco, com 20 alunos do curso de BSI da UAST/UFRPE. Foi realizada uma análise dos dados coletados para apresentar o perfil dos usuários participantes. Notou-se que o sexo masculino era maioria entre os entrevistados, também foi observado que muitos utilizam o computador mais de 10 horas por semana, e costumam jogar de 3 a 5 horas semanais.

5.1. Aplicação de testes estatísticos

As Tabelas 1 e 2 apresentam os dados coletados das frequências observadas (f_o) e esperadas (f_e). Essas frequências são utilizadas para calcular o *Qui-quadrado* das usabilidades pedagógicas e de *design*, como é observável nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 1. Frequências observadas das usabilidades

| Métricas | Usabilidade Pedagógica | Usabilidade <i>Design</i> | Total |
|---------------------|------------------------|---------------------------|-------|
| Discordo Totalmente | 0 | 7 | 7 |
| Discordo | 4 | 0 | 4 |
| Neutro | 18 | 30 | 45 |
| Concordo | 47 | 85 | 132 |
| Concordo Totalmente | 51 | 78 | 129 |
| Total | 120 | 200 | 320 |

Tabela 2. Frequências esperadas das usabilidades

| Métricas | Usabilidade Pedagógica | Usabilidade <i>Design</i> |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| Discordo Totalmente | 2,625 | 4,375 |
| Discordo | 1,5 | 1,5 |
| Neutro | 18 | 30 |
| Concordo | 49,5 | 82,5 |
| Concordo Totalmente | 48,375 | 80,625 |

Tabela 3. Cálculo 2 para as respostas do questionário de acordo com a usabilidade pedagógica.

| Métricas | f_o | f_e | $f_o - f_e$ | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ |
|---------------------|-------|--------|-------------|-----------------|-----------------------|
| Discordo Totalmente | 0 | 2,625 | -2,625 | 6,890 | 2,625 |
| Discordo | 4 | 1,5 | 2,5 | 6,25 | 4,166 |
| Neutro | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| Concordo | 47 | 49,5 | -2,5 | 6,25 | 0,126 |
| Concordo Totalmente | 51 | 48,375 | 2,625 | 6,890 | 0,142 |
| | | | | 2 | 7,060 |

Tabela 4. Cálculo 2 para as respostas do questionário de acordo com a usabilidade de *design*.

| Métricas | fo | fe | fo-fe | (fo-fe)² | (fo-fe)²/fe |
|---------------------|----|--------|--------|----------|-------------|
| Discordo Totalmente | 7 | 4,375 | 2,625 | 6,890 | 1,575 |
| Discordo | 0 | 1,5 | -1,5 | 2,25 | 2,5 |
| Neutro | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| Concordo | 85 | 82,5 | 2,5 | 5,062 | 0,075 |
| Concordo Totalmente | 78 | 80,625 | -2,625 | 6,890 | 0,085 |
| | | | | 2 | 4,23 |

O grau de liberdade utilizado neste trabalho foi igual a 4 ($gl = 4$), portanto o valor tabelado (t^2) é de 9,488 para o nível de significância de 5%.

Para rejeitar-se uma hipótese nula é necessário que o valor do *Qui-Quadrado* seja maior do que 9,488 (t^2). Como a soma dos qui-quadrados da usabilidade pedagógica e de *design* é de 11,296. Conclui-se que à hipótese nula (H_0) é rejeitada. Sendo assim à hipótese alternativa (H_1) é aceita, e entende-se que o jogo JAvatar contribui para o processo de ensino e aprendizagem de POO.

5.2. Resultado da avaliação realizada pelo SUS

O SUS utiliza perguntas ímpares nas afirmativas e pares nas negativas. Para que o cálculo do SUS fosse realizado com sucesso, as respostas de perguntas pares foram invertidas uma resposta com valor 5 (Concordo Totalmente) seria invertida para 1 (Discordo Totalmente).

O JAvatar apresentou uma média de 78,25 o que significa que ele foi avaliado como “bom”, pois a média do SUS é de 68 pontos, confirmando assim o resultado anterior do *Qui-Quadrado*, ou seja, o JAvatar utiliza bem os conceitos de usabilidade.

5.3. Considerações Finais

Tendo em vista os resultados obtidos na avaliação, juntamente com a reação dos avaliadores durante o teste – os quais se mantinham concentrados no jogo e ao finalizar demonstravam interesse e empolgação em jogar novamente, como também perguntavam se o mesmo seria disponibilizado na internet – mostram que o JAvatar pode ser utilizado como ferramenta no ensino de POO.

6. Conclusão

No decorrer do artigo notam-se como as características da usabilidade são importantes nas aplicações da atualidade. Sistemas que são difíceis de usar e aprender podem vir a serem substituídos por outros similares. Como a avaliação heurística é um método de baixo custo e muito eficaz, foi utilizada no jogo JAvatar, para identificar inconsistências de usabilidade, de maneira que os problemas destacados, possam vir a ser melhorados.

Por este motivo, conclui-se então, a importância desse tipo de avaliação para validar a experiência do usuário ao usar o sistema. É importante salientar que, mesmo o JAvatar possuindo uma avaliação positiva tanto pelo *Qui-quadrado* como pelo SUS, essas avaliações deixam claro que o jogo pode melhorar em usabilidade. Assim modificações foram realizadas no jogo e para trabalhos futuros, espera-se fazer uma nova avaliação com as modificações implementadas, para observar se essas melhorias foram capazes de aprimorar a usabilidade da aplicação, além de disponibiliza-la no *git* para que os professores da área de programação possam utilizar o JAvatar nas salas de aulas.

Referências

- Albuquerque, R. (2011) “Diversão nos Videogames: Perfis de Usuários de Jogos Eletrônicos”, In: UFSC, Florianópolis - Brasil.
- Barbosa, G., Silva, I. and Coutinho, F. (2018) “Play(code): Uma proposta para estimular o aprendizado de Lógica de Programação”, In: CBIE and SBIE 2018 , Belo Horizonte - Brasil.
- Breyer, F. (2008) “Avaliação Heurística para Protótipos de Jogos Digitais”, In: UFPRE, Recife - Brasil.
- Cybis, W., Betiol, A. and Faust, R., Ergonomia e Usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações, Novatec Editora , 2th edition.
- Ghelardi, A., Otsuka, J. and Kawakami, C.(2012) “Acessibilidade na Educação a Distância: desenvolvimento de um player de mídia acessível utilizando HTML5 e WAI-ARIA e sua integração com o Moodle”, In: SBIE 2012, Rio de Janeiro - Brasil.
- Gomes, D., D'Emery, R. and Cysneiros, G. (2012) “AAPW: uma ferramenta para facilitar o aprendizado de programação Web”, In: UFRPE, Serra Talhada - Brasil.
- Levin J. and Fox, J. A. (2004) “Estatística para Ciências Humanas”, In: Prentice Hall (9a ed.), São Paulo - Brasil.
- Likert, R. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology. n. 140, p. 44-53, 1932.
- Lopes, A. (2012) “Desenvolvimento de um Jogo Didático para Ensino e Programação Orientada a Objetos e sua Aplicação em Cursos Técnicos de Computação”, In: UFERSA – UERN, Mossoró - Brasil.
- Medeiros, T. (2014) “Um Framework para Criação de Jogos Voltados para o Ensino de Lógica de Programação”, In: UERN, Natal - Brasil.
- Mombach, J., Castro, B., Santos, E., and Santos, M. (2018) “POOkemon: um jogo sobre programação orientada a objetos”, In: SBC 2018, Foz do Iguaçu – Brasil.
- Nascimento, M. (2016) “Questionário perfil do usuário”, <https://pt.slideshare.net/devaner/questionario-perfil-do-usurio>, Dezembro.
- Nielsen, J. (1994) “10 Usability Heuristics for User Interface Design”, <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>, Dezembro.
- Oliveira, H. and Savoine, M. (2011) “Aplicação do Método de Heurística no Sistema Colaborativo HEDS”, In: Revista Científica do ITPAC, v.4, n.3, Pub.1, Araguaína - Brasil.
- Raposo, A. (2018) “Avaliação Heurística: Introdução à Interação Humano-Computador”, In: PUC, Rio de Janeiro - Brasil.
- Rocha, H., Baranauskas, M. (2003), Design e Avaliação de Interfaces Humano Computador, Unicamp, 1th edition.