

## Proposta de Avaliação Heurística de uma Plataforma Web para a Difusão do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental

Soraya R. S. Medeiros<sup>1</sup>, Humberto Rabelo<sup>2</sup>, Angélica F. Medeiros<sup>3</sup>, Cristóvão S. Lima<sup>2</sup>, Hélio E. M. Júnior<sup>2</sup>, Cibelle Amorim Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais (IMD-UFRN) – Natal, RN- Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Computação e Tecnologia (UFRN) – Caicó, RN – Brasil

<sup>3</sup>Ciência da Computação (UEPB) – Patos, PB– Brasil

{soraya\_rb}@ufrn.edu.br, {hrabeloufrn,angelicafelixx,crisovao.s.lima, heliojunior53}@gmail.com, {cibelle.amorim}@ce.ufrn.br

**Abstract.** *This article proposes the interface evaluation of Poesia Compilada platform for the diffusion of PC teaching in Elementary School. To reach it, this study is divided into three stages: i) evaluation planning; ii) definition, modeling and application of the evaluation method to be used and iii) collection and analysis of results. As a result, the evaluations indicated that the prototype needs to undergo adjustments to better fit the heuristics, considering that quantitatively negative evaluations represented 63% of the indications.*

**Resumo.** *Este artigo tem como objetivo propor a avaliação do projeto de interface da plataforma Poesia Compilada para a difusão do ensino de PC no Ensino Fundamental. Para tanto, este estudo se divide em três etapas: i) planejamento da avaliação; ii) definição, modelagem e aplicação do método de avaliação a ser utilizado e iii) coleta e análise dos resultados. Como resultados, as avaliações indicaram que o protótipo precisa passar por ajustes para se adequar melhor as heurísticas, tendo em vista que de modo quantitativo as avaliações negativas representaram 63% das indicações.*

### 1. Introdução

Muitas pesquisas têm sido realizadas enfatizando a importância de desenvolver o Pensamento Computacional (PC) desde a infância [Wing, 2006; Medeiros et al., 2018; Zanin et al., 2018; Mohaghegh and McCauley, 2016; Bordini et al., 2018]. Alguns trabalhos discutem as abordagens do PC atrelado às práticas desplugadas e multidisciplinares [Da Costa, Azevedo e Madeira, 2018; Charao et al., 2018; Reis et al., 2018; Rodriguez et al., 2015]. Além disso, para que seja bem aceita pelos usuários e cumpra com o propósito pelo o qual foi construída, uma das preocupações que deve nortear o desenvolvimento é a criação de projetos de interfaces e a realização de avaliações que tenham como base conceitos da área de Interação Humano-Computador (IHC). Ademais, a interface dessas plataformas deve ser desenvolvida pensando na diversidade dos perfis de usuários que possam requerer em algum momento que suas necessidades sejam satisfeitas.

Tendo como base essas problemáticas, este trabalho tem como objetivo propor a avaliação do projeto de interface da plataforma Poesia Compilada para a difusão do ensino de PC. Tal plataforma é resultado parcial de um Projeto de Pesquisa maior que objetiva difundir o PC, utilizando a abordagem ensino de algoritmos para alunos a partir do 5º ano do Ensino Fundamental, por meio da criação de poemas em seu editor Poesia(). Neste sentido, este artigo está organizado da seguinte forma: 2. discorre sobre a Interação Humano-Computador e Avaliação de sistemas interativos; 3. a metodologia utilizada é detalhada e descrita; 4. A plataforma poesia compilada é apresentada e os resultados da avaliação são discutidos; 5. apresenta as contribuições esperadas, conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Interação Humano-Computador e avaliação de plataformas de Ensino**

Inicialmente cabe ressaltar que existem características básicas relacionadas a plataformas de ensino que precisam ser respeitadas. Dentre estas, os atributos de usabilidade defendidos por [Nielsen, 1993] e pela NBR ISO/IEC 9126 (Qualidade do produto de software): facilidade de aprendizado, facilidade de recordação, eficiência, segurança no uso, satisfação do usuário. E é na direção de tais características que o desenvolvimento e avaliação de plataformas voltadas para o ensino do PC também precisa ser direcionado. E é nesse contexto que se enaltece a importância da avaliação de sistemas interativos sob a ótica da IHC. Nesse cenário, diversos trabalhos defendem esta etapa como atividade fundamental em qualquer processo de desenvolvimento que busque produzir um sistema interativo com alta qualidade de uso. Para tanto, existem diversos métodos de avaliação de IHC que, de modo geral, podem ser classificados em métodos de investigação, de observação de uso e de inspeção.

Neste artigo será trabalhada a avaliação por inspeção, por sua vez, ela deve ser realizada por avaliadores que possuem competência técnica para verificar conformidade com padrões ou regras da IHC. Destaca-se que esta experiência se trata de uso potenciais, e não reais, e tem como objetivo inspecionar a proposta desenvolvida para que se consiga antever problemáticas e possíveis consequências que o projeto de designer possa ter gerado para a utilização da ferramenta [Barbosa e Silva, 2010]. A avaliação por inspeção pode ser realizada por meio de três métodos, sendo eles, a avaliação heurística, o percurso cognitivo e a avaliação semiótica. Neste estudo, o método de inspeção escolhido foi a avaliação heurística, pois tem como objetivo dar suporte ao avaliador por meio de questionários para que ele consiga verificar problemas de usabilidade existentes no sistema, além disso, apresenta como vantagem, baixo custo e rápida avaliação, quando comparado com métodos por observação [Barbosa e Silva, 2010].

Ainda neste cenário, a literatura de IHC está repleta de conjuntos de princípios, diretrizes (*guidelines*) e heurísticas que representam objetivos gerais e padrões. Os conjuntos mais conhecidos de princípios e diretrizes são os de Norman (1988), de Nielsen (1993) e as regras de ouro de Shneiderman (1998). Tais diretrizes são de grande relevância em todas as etapas do projeto de um sistema interativo, tendo em vista que ajudam a nortear tanto a construção quanto a avaliação da interface proposta. Neste trabalho, o foco será a utilização das Heurísticas de Nielsen, assim, para melhor síntese, o Quadro 1 dispõe sobre cada uma delas.

### **Quadro 1 - Heurísticas de Nielsen**

**Fonte: Nielsen [1993]**

Heurística	Descrição
Visibilidade do estado do sistema	O sistema deve sempre fornecer aos usuários um <i>feedback</i> de suas ações no tempo certo e adequado.
Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema deve apresentar expressões que sejam familiares aos usuários, para que a informação apareça em uma ordem natural e lógica.
Controle e liberdade do usuário	Ao realizar ações equivocadas a interface deve permitir que o usuário consiga desfazê-las e refazê-las.
Consistência e padronização	A interface não pode apresentar palavras ou ações que gerem dúvidas quanto ao seu objetivo, logo, o designer deve seguir convenções do ambiente.
Reconhecimento em vez de memorização	A interface deve apresentar as instruções do uso do sistema acessíveis para que o usuário não necessite lembrar para que serve determinados símbolos.
Flexibilidade e eficiência de uso	O designer pode fornecer aos usuários a possibilidade de customizar ações frequentes, bem como dispor de teclas de atalhos para acelerar o uso de funcionalidades.
Projeto estético e minimalista	O sistema deve dispor de informações objetivas e necessárias, que acrescentem ao uso, as demais não devem ser implementadas.
Prevenção de erros	O sistema deve evitar que o usuário caia em situações de risco.
Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros	As mensagens de erros devem ser claras, informar o problema e sugerir como corrigi-las.
Ajuda e documentação	O sistema deve apresentar de forma objetiva e de fácil localização

### 3. Metodologia

Com vistas a atingir o objetivo proposto, este estudo se organizou metodologicamente em três etapas: i) planejamento da avaliação; ii) definição, modelagem e aplicação do método de avaliação a ser utilizado, e iv) coleta e análise dos resultados. Nas próximas seções, será evidenciado como cada passo foi desenvolvido.

#### 3.1. Planejamento de avaliação

Um aspecto essencial em toda avaliação de sistemas interativos é que ela seja devidamente planejada para garantir que determinados aspectos sejam traçados e, deste modo, possibilitar o sucesso da avaliação. Neste sentido, inicialmente foi utilizado o framework DECIDE [Sharp, Rogers e Preece, 2007] para auxiliar no planejamento da

avaliação, pois este define um conjunto de passos que contribuem para obtenção de resultados satisfatórios, sendo estes:

- Determinar as metas e objetivos da avaliação;
- Explorar perguntas a serem respondidas com a avaliação;
- Escolher (*Choose*) o método de avaliação a ser utilizado;
- Identificar e administrar as questões práticas da avaliação;
- Decidir como lidar com as questões éticas envolvidas;
- Avaliar, interpretar e apresentar os dados.

### 3.2. Definição, Modelagem e aplicação do método de avaliação

A partir da aplicação do *framework* DECIDE foi escolhido o método de inspeção através da avaliação heurística, tendo em vista que o objetivo da avaliação é a verificação de conformidade com padrões e princípios de IHC. As etapas e atividades definidas para a avaliação estão sintetizadas no Quadro 2.

**Quadro 2. Etapas e atividade da avaliação heurística com base em [Nielsen, 1992]**

Fonte: Autores

Atividade	Tarefa
Preparação	Todos os avaliadores devem aprender sobre o domínio da aplicação
Coleta de dados	Cada avaliador, individualmente, deve inspecionar a interface para identificar violação das heurísticas e apontar os problemas encontrados indicando local, gravidade e recomendações de solução
Interpretação	
Consolidação dos resultados	Os problemas são revisados e deve ser gerado um relatório consolidado
Relato dos resultados	

Durante a preparação da avaliação, foi levado em consideração o número de avaliadores propostos por [Nielsen, 1992] quando este identificou no seu trabalho que o ideal é uma avaliação heurística envolver de três a cinco avaliadores, pois, acima disso, levaria apenas a redundância no processo. Diante disto, foram selecionados três professores que atuam em disciplinas de IHC, em cursos de graduação de Sistemas de Informação e que, deste modo, possuem domínio sobre as heurísticas tratadas na avaliação.

Tendo em vista este domínio, a fase de preparação foi bastante simples, pois os avaliadores, que aqui serão referenciados como P1, P2 e P3, possuem facilidade de se colocar no lugar dos usuários reais e se encaixam no perfil de usuários potenciais por serem da área de computação e apresentarem interesse na temática de Informática na Educação e Computação Desplugada. Ainda na fase de preparação, foi elaborado um questionário e definiu-se métricas para serem respondidas de acordo com as dez heurísticas defendidas por [Nielsen, 1993]. Segundo [Barbosa e Silva, 2010], a avaliação heurística é marcadamente composta por dados do tipo qualitativo, assim, embora os quantitativos também sejam considerados, eles possuem um poder de influência menor na tomada de decisão sobre o que deva ou não ser considerado na avaliação.

Neste sentido, o questionário foi composto por dez questões subjetivas, baseadas nas heurísticas de Nielsen, no entanto, indicadores objetivos para facilitar a interpretação

e avaliação dos problemas identificados pelos avaliadores. Os indicadores utilizados para classificação dos problemas foram:

- problema grave: todo o problema pode interferir na realização da ação principal;
- problema leve: todo o problema que, indiretamente, pode interferir no desempenho da ação desejada;
- regular: item presente que pode ser melhorado para a realização da ação principal;
- bem resolvido: Identificação de uma funcionalidade que suporta e encoraja a ação desejada;
- excelente: identificação de uma funcionalidade que pode ser *benchmark*.

A avaliação foi realizada presencialmente no período de 03/06/2019 a 13/06/2019 e os resultados e análises encontram-se dispostos na próxima seção.

#### **4. Apresentação da Plataforma e consolidação dos resultados**

Para potencializar a compreensão dos resultados obtidos através da avaliação, esta seção será dividida em duas partes. Inicialmente será apresentada a plataforma alvo da avaliação heurística e em seguida os resultados obtidos através da avaliação serão discutidos.

##### **4.1. Plataforma Poesia Compilada**

A plataforma Poesia Compilada tem como objetivo difundir o Pensamento Computacional através do uso de poemas para a elaboração de algoritmos. A ferramenta tem como um de seus diferenciais a acessibilidade para pessoas com deficiência visual e seu público-alvo inicial são alunos a partir do 5º ano do Ensino Fundamental. Apesar da relevância em abordar uma avaliação sob a ótica dos aspectos de acessibilidade, neste estudo ela ainda não será abordada, ficando como discussão para artigos futuros.

Ciente disso, cabe destacar que a plataforma contribui para a difusão do PC ao permitir que professores possam utilizar em sala de aula, gratuitamente e *online*, a ferramenta para trabalhar os conceitos propostos por [Wing, 2006], tais como: decomposição, padrões, abstração e algoritmo, por meio das poesias compiladas. Além disso, não se configura apenas como um espaço para leitura e produção de atividades aleatórias, mas sim como um ambiente em que os alunos possam pensar computacionalmente, identificando tarefas cognitivas que podem ser feitas de forma mais ágil pelo computador e que seja desenvolvida etapas da lógica que forma o PC para que o computador desenvolva, tal como propõe [Blikstein, 2008].

Neste sentido, a plataforma Poesia Compilada encontra-se dividida em três espaços: i) home da plataforma, conforme a Figura 1, ii) repositório das Poesias Compiladas, Figura 2, iii) editor Poesia(), consoante a Figura 3. Em [Medeiros et. al, 2019a,] e [Medeiros et. al, 2019b] encontra-se a descrição mais detalhada sobre a plataforma, suas funcionalidades e projeto de interação, e por causa disso, neste estudo será abordado apenas uma breve descrição. Assim sendo, na Figura 1 é possível observar um menu superior que contém os campos Sobre, em que é abordado o histórico e os desdobramentos da pesquisa para sua elaboração, seguido de um campo acerca da equipe, em que a equipe de desenvolvimento e os coordenadores são descritos; Manifesto, onde

se localiza o Manifesto Literário que deu origem aos estudos relacionais entre PC e o gênero textual poema; Publicações, em que é possível encontrar os trabalhos científicos publicados do projeto com seus respectivos resumos e links para downloads e, por último o botão, Entrar, que permite o acesso para o editor Poesia ().



Figura 1. Tela inicial da plataforma.

Fonte: Autores

O repositório, na Figura 2, serve para armazenar as Poesias Compiladas que foram desenvolvidas por determinado usuário, nele é possível destacar, editar, excluir e compartilhar as poesias em outras redes sociais.

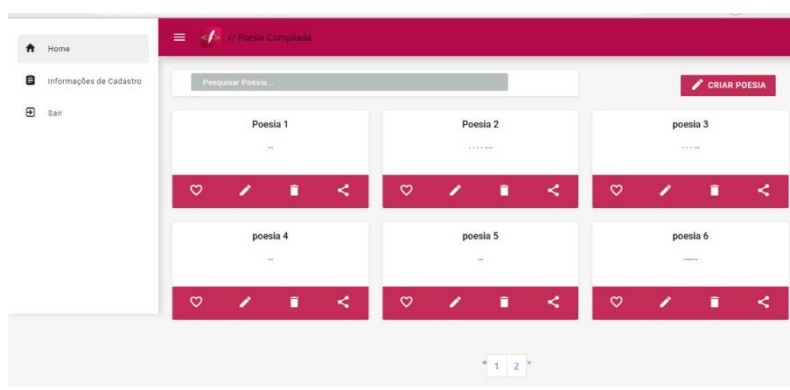


Figura 2. Repositório das Poesias Compiladas.

Fonte: Autores

O editor Poesia () dispõe de ambientes que servem para que o usuário escreva a poesia e consiga exibi-la automaticamente ao lado. No lado esquerdo existem os elementos referentes a “ajuda”, uma outra função estabelecida pela IHC, logo abaixo, as opções de aumentar ou diminuir a exibição do caderno, bem como, botões que remetem ao contraste diurno e noturno em referência ao preto e branco da tela. Já no lado direito é possível escolher, na paleta de cores, uma cor para inserir em todo o poema ou em um trecho dele, bem como aumentar ou diminuir o zoom deste espaço. Acima dos cadernos existem uma caixa com a opção “título da poesia”, que pode ser utilizada ao se salvar a poesia em formato *png*. Caso o usuário não queira inseri-lo, por *default*, o texto “Exemplo de poesia compilada” é adicionado.

Assim como na *home* e demais seções da plataforma, existem a comunicabilidade e o leitor de tela, também ocorre no editor. Nele, é possível que o usuário possa selecionar

trechos do poema que esteja escrevendo, para que se realize a leitura do conteúdo. A Figura 3 apresenta uma Poesia Compilada feita no editor utilizando algumas das funções descritas acima.

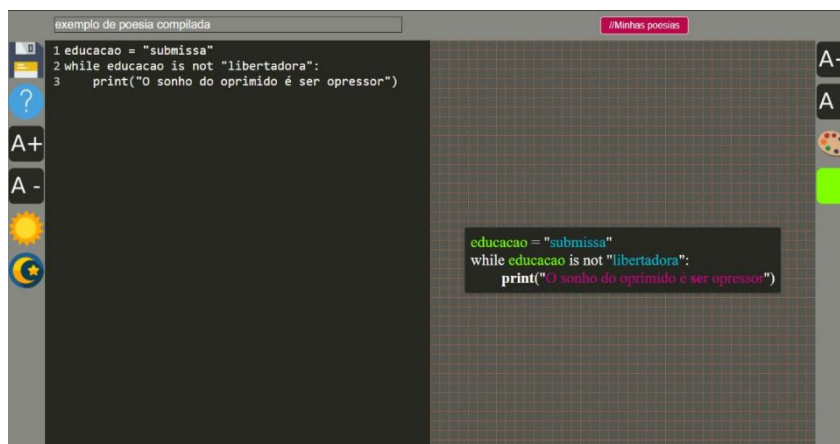


Figura 3. Editor Poesia com um exemplo de Poesia Compilada.

Fonte: Autores

## 4.2. Consolidação e Relato dos resultados

Através da avaliação dos resultados foi interessante perceber que, embora tenham sido levados em consideração os conceitos e princípios estudados na IHC durante o projeto de desenvolvimento da interface em questão, muitos problemas ainda foram identificados pelos avaliadores durante a inspeção heurística. Isto reforça a importância da etapa da avaliação para a entrega de produtos interativos tendo em vista a preocupação com a experiência do usuário. Tentando significar quantitativamente a avaliação em destaque, foram divididas as classificações dos avaliadores para cada heurística, pontuando como negativa e positiva. Para tanto, as indicações de problemas graves, leves e regular foram unificadas como negativas e as bem resolvidas e excelente como positivas. No Gráfico 1, é possível observar que sob esta ótica de análise a maioria das avaliações foram negativas, sendo aproximadamente 63% das indicações. Ressalta-se, ainda, que tal artigo relata o protótipo dessa plataforma, assim, é normal esse tipo de resultado, dado que ainda estão sendo realizadas modificações e que a avaliação é primordial para um bom produto.

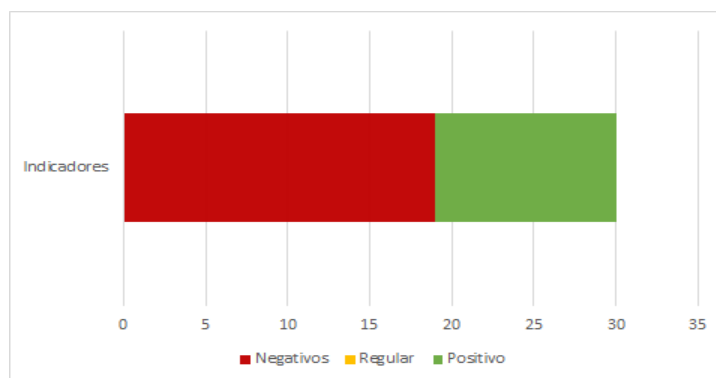


Gráfico 1 - Indicadores

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

Um dos aspectos observados é que os avaliadores foram bastante similares e complementares em suas avaliações ao longo da aplicação do questionário, como exemplo, cita-se a heurística “Ajuda e Documentação”, visto que a ajuda só existia como espaço no editor, e ainda assim constava como um falso affordance, não tendo o conteúdo, visto que apenas apresentava um símbolo de “interrogação”. Avaliando os resultados obtidos, é interessante observar conforme [Coelho e Santoro 2002] apontam que existe sinergia entre a Avaliação Heurística e as heurísticas de ensino-aprendizagem. Sendo assim, ao avaliar a interação de um AVA com as heurísticas propostas por Nielsen também estariam sendo envolvidas questões educacionais na qualidade do uso do sistema.

Em contrapartida a isto, outro aspecto que merece atenção, é que não foi possível mensurar o impacto dos problemas de usabilidade identificados pela avaliação heurística no aprendizado de pensamento computacional, o que é consoante com [Matos 2013], quando este defende que embora esta avaliação possua uma abrangência de critérios de avaliação que permitem seu uso, desde que não seja a única técnica/método de avaliação utilizado em um projeto de software educacional. Cabe destacar ainda que, após essa avaliação, os pontos elencados pelos participantes já começaram a ser implementados ou refatorados na plataforma, tais como a seção de ajuda, o *feedback* das mensagens e o botão da paleta de cores.

Em síntese, destaca-se dentre tantos aspectos a relação entre IHC e a avaliação de softwares educacionais, tendo como uma das bases a NBR 9241-11 (2002) que faz parte da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual ressalta a importância da usabilidade em um software, definindo que é necessário identificar os objetivos e decompor eficácia, eficiência e satisfação e os componentes do contexto de uso em subcomponentes com atributos mensuráveis e verificáveis.

## **5. Contribuições esperadas e Conclusões**

Neste trabalho, foi possível discutir sobre a importância da implementação de Pensamento Computacional ainda no Ensino Básico, apontando que dentre as formas em que ele é aplicado, uma das mais utilizadas é através de ferramentas digitais. Em cima disso, discutiu-se sobre a necessidade de existir a criação de projetos de interfaces e a realização de avaliações que tenham como base conceitos da área de Interação Humano-Computador (IHC). Além disso, ressaltou-se os tipos de avaliações existentes, com o enfoque em avaliação por inspeção, do tipo, avaliação heurística, tomando como base as dez heurísticas de Nielsen.

Percebeu-se, por meio das avaliações, que o sistema apresenta grandes problemas a serem resolvidos, pois, segundo o gráfico, 63% apontaram como negativos os resultados atuais dispostos na ferramenta. Entretanto, cabe salientar que parte deles já começou a ser resolvida, tais como, o problema do login que ao não digitar a senha o sistema apresentava uma tela branca, a seção de ajuda também foi adicionada. No entanto, o sistema ainda é um protótipo e todo esse processo de erros e ajustes fazem parte do desenvolvimento, sempre em busca de obter uma boa melhoria. Como trabalhos futuros, necessita-se desenvolver uma extensão da plataforma que possibilite o uso *offline*, bem como uma avaliação por observação através do teste de usabilidade. Além disso, ampliar a aplicação



do projeto para outros públicos-alvo. Outrossim, pretende-se realizar a avaliação formal da plataforma sobre três aspectos distintos: pedagógicos, interativos e computacionais.

### **Agradecimentos**

O presente estudo foi realizado por meio do financiamento da bolsa de Inovação- Edital N° 05/2018 - Edital de Bolsas de Estímulo à Inovação da UFRN.

### **Referencias**

- Barbosa, Simone; Silva, Bruno. “Interação Humano-Computador. Elsevier Brasil”, 2010.
- Blikstein, P. (2008) “O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação”.Disponível em [http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol\\_pensamento\\_computacional.html](http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html), Acessado em 05 de Set. 2019.
- Bordini, Adriana et al. (2018) “Linguagem Visual para resolução de problemas fundamentada no Pensamento Computacional: uma proposta”. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). p. 81.
- Charao, Andrea et al. (2018) “Computação e Psicologia: Construindo uma Parceria Interdisciplinar para o Ensino de Computação em Escolas”. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 579.
- Coelho, O. e Santoro, D. (2002). “A Sinergia entre as Heurísticas de Usabilidade de Software e as Heurísticas de Ensino-Aprendizagem do ponto de vista da Educação à Distância Mediada pela Web”. In Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.
- Da Costa, Karine Piacentini Coelho; Azevedo, Matheus; Madeira, Charles. (2018) “Facilitando o uso do Scratch por meio de atividade desplugada que introduz o estudo do plano cartesiano”. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 778.
- Matos, E. S. (2013). “Dialética da Interação Humano-Computador: tratamento didático do diálogo midiaticizado”. Tese (Doutorado)- Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.
- Medeiros, et al., (2019b). “Poesia Compilada: Plataforma lúdica para a difusão do ensino de programação através do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental”. In: Anais do II Congresso Sertanejo de Computação - SERCOMP 2019. São Paulo: Pimenta Cultural, p. 259-276. Disponível em: <https://www.pimentacultural.com/sercomp-2019>. Acesso em: 24 jul. 2020
- Medeiros, Soraya et al. (2019a) “Proposta de Redesign da plataforma Poesia Compilada acessível para pessoas com deficiência visual/baixa visão para a difusão do Pensamento Computacional”. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 1141, nov. 2019. ISSN 2316-6533. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8842>. Acesso em: 20 jul. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1141>.

- Mohaghegh, Dr Mahsa; McCauley, Michael. (2016) "Computational thinking: The skill set of the 21st century". pages 1524–1530.
- Nieksen, J. (1992) "Finding usability problems through heuristic evaluation". Proceedings of ACM CHI'92, p. 373-380.
- Nielsen, J. (1993) "Usability Engineering". New York, NY: Academic Press.
- Norman, D.A.(1988) "Psychology of Everyday Things". Basic Books.
- Rêgo, Beatriz Brito; Garrido, Filipe Adeodato; De Souza Matos, Ecivaldo. (2018) "Moodle como ambiente MOOC: orientações para o redesign de interação". RENOTE, v. 16, n. 1.
- Reis, Emmanuel et al. (2018) "Jovens Programadores: ensino de programação e robótica para alunos do ensino básico de Monte Carmelo-MG". In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 649
- Rodriguez, Carla et al. (2015) "Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o Scratch". In: Anais do Workshop de Informática na Escola.
- Santos, Grazielle Costa. (2015) "Aspectos de Acessibilidade do Governo Eletrônico: Avaliação de portais web com ênfase em portadores de deficiência visual". Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, v. 4, n. 2.
- Sharp, H.; Rogers, Y.; Preece, J. (2007) "Interaction Design: Beyond HumanComputer Interaction". Wiley. ISBN 9780470018668.
- Shneiderman, B. (1998) "Designing the User Interface", 3a ed. Reading, MA: Addison Wesley.
- Wing, J. M. (2006). "Computational thinking". Communications of the ACM, 49(3):33–35.
- Zanin, Aline et al. (2018) "StudyPlay: Um Modelo Gamificado Para Incentivo a Realização de Atividades Extraclasse". In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). p. 1683.