

# Programação numa Abordagem de Aprendizagem baseada em Resolução de Problemas e Jogos: Um Mapeamento Sistemático

Evandro de Barros Costa<sup>1</sup> Hemilis Joyse Barbosa Rocha<sup>2</sup>

Universidade Federal de Alagoas, IC, Brasil<sup>1</sup>

Instituto Federal de Alagoas, Viçosa, Brasil<sup>2</sup>

## RESUMO

Há uma preocupação crescente com o processo de ensino e aprendizagem de programação. A atividade de programação de computadores é caracterizada como a resolução de um problema, dado que um programa é a expressão de uma solução para um determinado problema. Alguns estudos sobre educação em computação revelam que a aprendizagem de programação é uma tarefa difícil, requerendo dos estudantes boa habilidade para resolução de problemas e mais motivação, tendo mostrado altos índices de reprovação. Assim, numa tentativa de contribuir para amenizar esse problema muitas abordagens pedagógicas e ferramentas têm sido propostas com a pretensão de tornar a aprendizagem de programação uma atividade divertida, empolgante, agregando a noção de jogo como elemento potencialmente motivador, particularmente considerando um contexto de jogo cuja mecânica se baseia na resolução de problemas de programação em diferentes níveis de dificuldade. Neste sentido, o presente artigo apresenta um estudo via revisão sistemática da literatura sobre as iniciativas que fazem uso da noção de jogo como ferramenta para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de programação, envolvendo um enfoque pedagógico de aprendizagem baseada em problemas. Com base nessa integração, acoplando-se a noção de jogo, especificou-se os objetivos e as questões de pesquisa que nortearam o mapeamento sistemático em pauta. Como um dos resultados obtidos, pode-se identificar alguns desafios e lacunas que requerem exploração adicional e desenvolvimento de pesquisa.

**Palavras-chave:** aprendizagem de programação, jogos digitais, aprendizagem baseada em problemas.

## ABSTRACT

There is a growing concern with the teaching and learning process of programming. Computer programming activity is characterized as problem solving, since a program is the expression of a solution to a given problem. Some studies on computer science education reveal that programming learning is a difficult task, having shown high failure rates, requiring students to have good problem-solving skills, as well more motivation. Thus, in an attempt to contribute to mitigate this problem many pedagogical approaches and tools have been proposed, aiming to make programming learning a fun, exciting activity, adding the notion of game as a potential motivator resource, particularly considering

a game context whose mechanics is based on solving programming problems at different levels of difficulty. In this sense, this article presents a study through a systematic review of the literature on the initiatives that make use of the notion of game as a tool to aid in the process of teaching and learning programming, involving a pedagogical approach to learning based on problems. Based on this integration, coupled with the notion of game, we specified the objectives and the research questions that guided the current systematic mapping. As one of the results obtained, one can identify some challenges and gaps that require additional exploration and research development.

**Keywords:** programming learning, digital games, problem-based learning.

## 1 Introdução

A atividade de aprendizagem de programação de computadores tem sido considerada uma tarefa difícil para muitos estudantes, ao mesmo tempo em que é requerida como uma das habilidades integrantes na formação em computação [13]. Trata-se de uma atividade caracterizada, essencialmente, como de resolução de um problema, dado que um programa é a expressão de uma solução para um determinado problema. Alguns estudos sobre educação em computação revelam que a aprendizagem de programação é uma tarefa difícil [40][41], requerendo dos estudantes boa habilidade para resolução de problemas, tendo ressaltado altos índices de reprovação.

A situação de insucesso acadêmico dos estudantes em relação à aprendizagem de programação, tal como mencionada acima, tem levado ao desenvolvimento de pesquisas visando amenizar esse tipo de problema, resultando em propostas de abordagens pedagógicas, metodologias, ambientes e ferramentas, com a pretensão de tornar a aprendizagem de programação uma atividade divertida, empolgante, agregando a noção de jogo, particularmente considerando um contexto de jogo sério cuja mecânica se baseia na resolução de problemas de programação em diferentes níveis de dificuldade.

Dada a contextualização e problematização destacadas acima, o presente artigo apresenta os resultados de um estudo via revisão sistemática da literatura sobre o domínio de ensino de programação para iniciantes, mapeando principalmente os trabalhos que fazem uso da noção de jogo com um enfoque na aprendizagem baseada em problemas, sendo um problema aqui interpretado à luz da ampla e bem aceita sistemática de resolução de problemas proposta pelo famoso matemático George Polya[33], em seu livro conhecido mundialmente, cujo título na

versão portuguesa é a “A Arte de Resolver Problemas” [33]. Segundo esta abordagem sistemática, a resolução de um problema pode ser subdividida em quatro etapas: Entendimento do problema, planejamento da solução, execução do plano e verificação de resultados. Deste modo, com base nesse escopo, notadamente nestas quatro etapas norteadoras, caracterizou-se o processo de revisão sistemática da literatura sobre as iniciativas de ensino de programação introdutória, baseada nos principais eventos e revistas de informática na educação no Brasil, incluindo-se na parte de conferências: Simpósio Brasileiro de Entretenimento Digital (SBGames), Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Workshops do CBIE, Workshop de Informática na Escola (WIE), e como revistas: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) e RENOTE - Novas Tecnologias na Educação.

Os resultados obtidos são discutidos, apontando, sobretudo, onde há mais lacunas e questões em aberto, portanto, orientando potenciais pesquisas relevantes. Além disso, identificamos alguns desafios que permanecem sem ser abordados até agora, por exemplo os relacionados a entendimento de problema.

O restante deste artigo está estruturado do seguinte modo. Na Seção 2, apresenta-se sucintamente alguns fundamentos teóricos e discute-se alguns trabalhos relacionados. Na Seção 3, descreve-se a metodologia utilizada para realização da revisão sistemática. Na seção 4, descreve-se a execução da revisão sistemática, ressaltando-se os processos de busca e seleção. Na Seção 5, apresentam-se os resultados obtidos, discutindo-os. Finalmente, na Seção 6, algumas considerações finais são apresentadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Aprendizagem baseada em problemas (do inglês: Problem-Based Learning – PBL) é geralmente descrita como um método instrucional na qual os estudantes são desafiados, no início do ciclo instrucional, a resolver problemas, encontrando soluções relevantes. A história de PBL tem o seu início marcado em curso de medicina no departamento de clínica médica da universidade de McMaster, no Canadá, no início dos anos 70 [1]. De lá para os dias atuais, o método PBL tem sido adaptado e adotado em outros contextos educacionais, em vários outros domínios, incluindo programação [2].

Quanto à abordagem sistemática proposta por Polya[33] para apoiar o processo de resolução de problemas, ressalta-se novamente a sua proposta que considera uma subdivisão em quatro etapas: Entendimento do problema, planejamento da solução, execução do plano e verificação de resultados. Tal como discutido no livro clássico de engenharia de software, de autoria de Roger Pressman, essas etapas são inerentes à essência do processo de desenvolvimento de software, isto é, pode-se fazer uma associação entre a metodologia de Polya e o ciclo de vida de um software, podendo-se perceber inicialmente o seguinte mapeamento entre os passos mencionados e essas fases: (i) entendimento do problema correspondendo à análise, (ii) planejamento da solução tendo a ver com projeto de software, (iii) execução do plano correspondendo à geração de código e (iv) verificação de resultados relacionando-se a testes, utilizando as linguagens de programação como ferramentas.

### 2.1 A Noção de Jogo e Gamificação em Programação

De certo modo a noção essencial de jogo pode ter correspondência direta com a noção de resolução de problemas e, assim, com a de programação. Os elementos característicos de um problema definidos em uma tripla: situação inicial, situação final e operadores válidos, podem também ser atribuído a um jogo. Um jogo pode ser considerado aqui como dotado de uma mecânica que se baseia na resolução de problemas de programação em diferentes níveis de dificuldade. No entanto, a noção de jogo aqui considerada é bem mais ampla, visto como um recurso educacional, prestando-se inclusive como recurso para potencialmente incrementar motivação dos estudantes. Já Gamificação diz respeito a uma técnica que usa elementos de design de jogos em contextos não-jogos, com o objetivo de envolver e motivar as pessoas.

### 2.2 Revisão Sistemática

Uma revisão sistemática, ou mais particularmente um mapeamento sistemático, é um tipo de pesquisa baseada na literatura, prestando-se primeiramente para sumarizar resultados de estudos disponíveis em fontes de pesquisa. Deste modo, um tal mapeamento, caracteriza-se principalmente pela existência de uma especificação de um procedimento para identificar, avaliar e resumir os estudos e resultados disponíveis na literatura [4;5]. Neste sentido, um tal mapeamento inclui uma etapa de planejamento cuidadosa, na qual objetivos, questões de pesquisa, procedimento de busca (incluindo os termos da busca), especificação explícita de critérios de inclusão e exclusão.

### 2.3 Trabalhos Relacionados

Em termos de revisão sistemática no domínio de aprendizagem de programação, há alguns trabalhos publicados nas fontes de pesquisa consideradas no contexto do presente artigo. Esses trabalhos cobrem aspectos os mais variados deste domínio, de tal modo que se percebe uma importante complementação nos propósitos de cada um deles.

Em Aureliano e Tedesco [38], apresenta-se um estudo sobre o processo de ensino-aprendizagem de programação para iniciantes, cujo objetivo foi fornecer uma análise abrangente, expressa em um mapeamento sistemático da literatura com artigos publicados no SBIE e no WIE. Para tanto, utilizaram uma metodologia de RSL visando extrair, catalogar, analisar e sintetizar dados de todos os artigos publicados em 10 edições (2002-2011) desses eventos. Em Henrique e Tedesco [3], apresentam-se os resultados de uma revisão sistemática mais abrangente sobre algumas características requeridas para aprendizagem de programação, tal como identificadas nos trabalhos analisados, incluindo conhecimentos, atitudes, habilidades e competências. Já em [42], realiza-se e mostra-se um mapeamento sistemático sobre análise de softwares educativos, inclusive identificando e relatando estratégias de ensino envolvidas. Em [43], apresenta-se um mapeamento de ambientes de ensino de programação, destacando-se, por exemplo, quais linguagens têm sido usadas, quais tipos de avaliação e de ajuda os ambientes oferecem. Em uma outra revisão sistemática,

enfoca-se alguns aspectos envolvidos no ensino de programação paralela.

Dentro da temática deste trabalho, incluindo jogos digitais em aprendizagem de programação, os trabalhos [44] e [43] apresentaram uma revisão sistemática da literatura sobre o processo de ensino e aprendizagem de programação com jogos digitais no contexto nacional. Este segundo estudo, [43], [43] estendeu [44], apresentando uma análise abrangente e sistemática da pesquisa em jogos digitais para o ensino e aprendizagem de programação no cenário internacional.

Há ainda outras propostas também importantes publicadas nas bases aqui consideradas, inclusive ainda com uma revisão sistemática voltada para aprendizagem baseada em problemas e jogos, mas não focada em programação. A revisão aqui proposta, entretanto, introduz uma perspectiva um pouco diferente, investindo no viés de jogos e aprendizagem baseada em problemas numa reinterpretação feita sobre a sistemática de resolução de problemas proposta por Polya[33], adaptando-a ao domínio de programação, daí considerando suas quatro etapas para direcionar os objetivos e questões de pesquisa do mapeamento sistemático proposto.

### 3 METODOLOGIA

Na realização da presente revisão sistemática considerou-se um protocolo de pesquisa, definindo os objetivos e as questões de pesquisa a serem respondidas por meio da revisão, além das estratégias de busca utilizadas e os critérios de seleção.

#### 3.1 Objetivos e Questões de Pesquisa

O propósito principal desta revisão sistemática é o de possibilitar entender e encontrar lacunas de conhecimento nos trabalhos analisados, sobre os quais busca-se um mapeamento de metodologias e ferramentas para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de programação introdutória, desde a educação básica até a superior. Para tanto, restringiu-se o escopo desse estudo, considerando-se as seguintes questões de pesquisa relacionadas às etapas de resolução de problema nos moldes da sistemática de Polya[33], circunscritas às publicações sobre o processo de ensino e aprendizagem de programação no Brasil, tendo em conta a ambiência de um jogo:

- **Questão 01:** Quais metodologias ou ambientes ou ferramentas têm sido disponibilizadas aos estudantes no apoio ao entendimento do problema, ou ainda quais estudos têm sido publicados relacionados a entendimento de enunciados de problema, inclusive utilizando-se da ajuda de um jogo?
- **Questão 02:** Quais abordagens pedagógicas ou metodologias ou ferramentas ou ambientes, inclusive com a ajuda de um jogo, têm sido utilizadas no apoio ao planejamento de solução, incluindo expressão em pseudo-código por meio de linguagens algorítmicas, textual ou visual?
- **Questão 3:** Quais metodologias ou ferramentas ou ambientes têm sido utilizadas no apoio à elaboração e expressão de solução em uma dada linguagem de programação, inclusive com a ajuda de um jogo?
- **Questão 04:** Quais tipos de avaliação e feedback estão disponíveis nos ambientes ou sistemas computacionais de apoio à aprendizagem, incluindo os recursos de jogo?

#### 3.2 Estratégias de Busca: Fontes de Pesquisa

Após a definição das questões de pesquisa, foram selecionadas as fontes de dados, seguindo-se caracterização das atividades conduzidas para a busca e seleção de estudos primários, que são relevantes ao mapeamento em pauta, para consequente realização de extração de dados. Para a pesquisa desenvolvida neste artigo, considerou-se apenas as publicações dos últimos dez anos (2008 – 2017), tendo como fontes eventos e periódicos tratem de Informática na Educação, nas bases discriminadas a seguir. As fontes de busca selecionadas estão apresentadas na Tabela 1, sobre a qual foram realizadas diferentes consultas.

**Tabela 1:** Fontes de Dados usadas na Busca

Fonte	URL
RBIE	<a href="http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/index">http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/index</a>
SBIE	<a href="http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/">http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/</a>
WCBIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/index">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/index</a>
WIE	<a href="http://br-ie.org/pub/index.php/wie/index">http://br-ie.org/pub/index.php/wie/index</a>
WEI	<a href="http://www.lbd dcc.ufmg.br/dbdcomp/servlet/PesquisaEvento?evento=WEI">http://www.lbd dcc.ufmg.br/dbdcomp/servlet/PesquisaEvento?evento=WEI</a>
RENOTE	<a href="http://seer.ufqrs.br/index.php/renote/">http://seer.ufqrs.br/index.php/renote/</a>
SBGames	<a href="https://www.sbgames.org/">https://www.sbgames.org/</a>

#### 3.3. Critérios de Seleção: Inclusão e Exclusão

Descreve-se nesta seção os filtros para seleção de estudos primários, usando-se alguns critérios para inclusão e exclusão. Assim, foram considerados 3 critérios de inclusão (CI) e 4 critérios de exclusão (CE), os quais estão sumarizados na Tabela 2, para selecionar artigos associados com os estudos primários a serem analisados no presente mapeamento.

**Tabela 2:** Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios Inclusão	
CI1	O artigo satisfaz à expressão da string de busca no título ou no resumo, isto é, restringe-se ao processo de ensino de programação numa abordagem de aprendizagem baseada em problemas.
CI2	O artigo deve ser voltado ao domínio de ensino e aprendizagem de programação e descrever alguma realização de PBL, contemplando alguma das etapas do processo de resolução de problema.
CI3	O artigo possui uma versão completa disponível de forma online
Critério de Exclusão	
CE1	O artigo trata de programação, mas não numa perspectiva educacional, em conformidade com o escopo e propósito do presente artigo.
CE2	O conteúdo do artigo está publicado em outro artigo, mais completo e que já tenha sido incluído
CE3	O artigo completo não está disponível
CE4	Se o artigo está repetido, outras cópias da publicação devem ser excluídas

A expressão de busca final geral é a seguinte:

***E1 AND (E2 OR E3 OR E4)***

Onde,

- **E1:** *programação OR programming OR programação para iniciantes OR Introductory programming OR Algoritmo OR Algorithm*
- **E2:** *(Aprendizagem baseada em problema OR resolução de problema OR Problem solving OR PBL OR Problem based learning OR ensino OR teaching) AND (Jogo OR Game OR Gamificação OR Gamification)*
- **E3:** *Metodologia OR Methodology OR Ambiente OR Environment OR Ferramenta OR Tool OR Aspectos Teóricos OR abordagem OR approach OR Experiência OR Relato*
- **E4:** *Dica OR Feedback OR help*

#### 4 EXECUÇÃO DO MAPEAMENTO: BUSCA E SELEÇÃO

Apresenta-se a seguir o próximo passo da revisão sistemática aqui proposta, investindo na execução da busca sobre as bases de dados consideradas. Assim, após consultas às bases de dados selecionadas, obteve-se como resultado um total de 39 artigos, excluindo-se as duplicatas. A quantidade de artigos para base de dados estão exibidas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Estudos Primários Recuperados por Base de Busca.

#	Base	Qtd.	Descartados (Seleção Preliminar)	Seleção Preliminar	Descartados (Seleção Final)	Seleção Final
1	RBIE	18	5	13	11	2
2	SBIE	153	23	130	126	4
3	WIE	58	21	37	31	6
4	WEI	122	35	87	72	15
5	WCBIE	79	32	47	40	7
6	SBGames	3	1	2	0	2
7	RENOTE	21	10	11	8	3
	<b>Total:</b>	454	127	327	280	39

Os estudos primários relevantes foram então selecionados usando um procedimento de dois passos. No primeiro passo, analisou-se o título e o resumo de cada um dos 454 artigos. Se o título ou resumo proveram algum tipo de indicação que o artigo casa com um dos critérios de inclusão, o artigo foi selecionado para ser subsequentemente analisado em detalhes. Além disso, cada artigo foi pré-classificado de acordo com um dos critérios de inclusão. No Segundo passo, o texto completo de cada artigo foi recuperado e analisado. Assim, verificou-se cada um dos critérios de exclusão e reavaliou-se se o artigo satisfaz fortemente um dos critérios de inclusão. Como resultado, alguns artigos foram descartados ou associado com um critério diferente de inclusão.

Cada resumo e artigo foi analisado por um único pesquisador, seguindo estritamente o protocolo especificado. Quando não estava completamente claro se um certo critério foi satisfeito, a opinião de um Segundo pesquisador era requerida para, assim, minimizar o potencial de viés provido pelo pesquisador. Seguindo

o procedimento acima, finalizou-se o estudo com um total de 34 estudos primários, distribuídos e indicados conforme Tabela 4.

**Tabela 4:** Estudos Primários Selecionados

Questão	Referências
1	[39]
2	[26], [36], [9], [18], [22], [25], [6], [10], [23], [24], [46], [37]
3	[27], [28], [8], [19], [21], [30], [31], [29]
4	[34], [12], [13], [17], [31], [47], [32], [15], [14], [48], [16], [35], [34]

#### 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentadas as respostas para as questões de pesquisa do mapeamento, ressaltando-se os resultados obtidos com as discussões associadas, inclusive ressaltando lacunas encontradas.

**Questão 1:** Quais metodologias ou ambientes ou ferramentas têm sido disponibilizadas aos estudantes no apoio ao entendimento do problema, ou ainda quais estudos têm sido publicados relacionados a entendimento de enunciados de problema, inclusive utilizando-se da ajuda de um jogo?

Trata-se de uma primeira e importante etapa envolvida no processo de resolução de problema, mas muito pouco explorada nas pesquisas sobre resolução de problema, para qual foram identificados apenas três artigos considerando-se alguma forma de apoio à etapa de entendimento do problema, mas, após leitura do artigo completo, apenas dois deles foram selecionados, por ter sido interpretado como um estudo no tema. Em [39], ressaltam-se algumas das dificuldades dos estudantes na compreensão e interpretação do enunciado do problema, além de apresentar uma análise sobre os tipos de enunciados verificados em alguns livros didáticos. Faz-se ainda discussões sobre alguns suportes teóricos que permeiam o entendimento de um enunciado. No mais, descreve um estudo sobre influência do enunciado no desempenho acadêmico dos estudantes, investindo em um experimento que considera dois contextos diferentes para investigar uma tal influência, quais sejam: matemático e jogos. No entanto, este trabalho, apesar de interessante, não apresenta uma resposta a esta Questão 1, mas ressalta bem a importância dessa questão. Em [37], apesar de não ter esse propósito diretamente, a sua proposta de aprendizagem baseada em um processo de recontextualização, presta-se também a ajudar, por analogia, no entendimento do problema. Assim, constata-se lacunas importantes que precisam ser abordadas nessa questão, a começar pelo fato de não se oferecer, na literatura analisada, um suporte, preferencialmente interativo, para ajudar o estudante a interpretar adequadamente e, assim, vir a entender o enunciado do problema. Percebe-se, portanto, a possibilidade de questões em aberto e, desse modo, boas oportunidades de pesquisa em assistentes inteligentes, dotados principalmente de competência em processamento de linguagem natural e aprendizagem de máquina.

**Questão 2:** Quais abordagens pedagógicas ou metodologias ou ferramentas ou ambientes, inclusive com a ajuda de um jogo, têm sido utilizadas no apoio ao planejamento de solução, incluindo expressão em pseudo-código por meio de linguagens algorítmicas, textual ou visual?

Esta questão possui uma grande abrangência, pois inclui trabalhos que apresentam propostas para o nível de planejamento de solução, como: esboço de uma solução em pseudo-código numa linguagem textual, esboço de uma solução em uma linguagem visual, esboço de uma solução em pseudo-código e linguagem visual. Entre 40 estudos analisados, foram encontrados 13 estudos com o objetivo de apoiar o planejamento da solução. Segue-se uma discussão sobre cada uma das três situações:

i) esboço de uma solução em pseudo-código numa linguagem textual: Por exemplo, [26] relatou uma experiência na aplicação de práticas de apoio no ensino aprendido de algoritmos com o objetivo de reduzir a abstração de um algoritmo. [36] apresentou o ambiente Algoweb que possui um editor orientado à sintaxe de algoritmos em Português estruturado, executa processamento passo-a-passo, e suporta pontos de parada e monitoramento de variáveis. Além disso, o ambiente realiza a verificação automática da correção dos algoritmos submetidos para cada problema (conforme os dados de entrada e saída definidos previamente).

ii) esboço de uma solução em uma linguagem visual: Em [9], apresentou-se um modelo lúdico para o ensino de conceitos de programação de computadores focando no conceito de recursividade. Por sua vez, [18] apresentam um jogo como uma forma de planejar a solução. Em Leôncio et al. [22], há um relato de experiência da programação em blocos com o *Mit App Inventor*. Em [25], discute-se uma ferramenta que trabalha a programação visual fazendo uma ponte com o real. E finalmente, em Carvalho et al. [6] apresentou-se uma ferramenta visual para auxiliar o aluno na construção de uma lógica de raciocínio e na visualização da execução.

iii) esboço de uma solução em pseudo-código e linguagem visual: Em Leite et al. [10], apresentou-se uma proposta de computação tangível para a execução de algoritmos, onde foram desenvolvidos blocos da linguagem tangível e foi desenvolvido um aplicativo que captura fotos das peças em linguagem tangível. Já nos trabalhos de Brandão et al. [23] e Ribeiro et al. [24] foram descritas ferramentas de programação visual em blocos para o ensino de algoritmos.

Costa et al. [46] apresenta uma ferramenta para criação de jogos por não programadores, chamada *Gameka*. A ferramenta possui um ambiente de desenvolvimento completamente visual e disponibiliza ao desenvolvedor diversas funcionalidades prontas para a criação dos mais variados gêneros de jogos 2D, tais como aventura, shooter, nave, corrida e puzzle. Além disso, possui um assistente de criação do jogo.

Em [37], apresenta-se uma metodologia de aprendizagem de programação, fazendo uso de jogo sério para investir no aprendizado dos conceitos elementares da programação de software, recorrendo ao ensino de noções básicas do manejo de gado leiteiro. Com isso, aprende-se programação baseada em um processo de recontextualização, portando, explorando bem um mecanismo de raciocínio analógico.

**Questão 3:** Quais metodologias ou ferramentas ou ambientes têm sido utilizadas no apoio à elaboração e expressão de solução em uma dada linguagem de programação, inclusive com a ajuda de um jogo?

Seguindo a estratégia de Polya, aqui adaptada, em problemas de programação de computadores, após entender o enunciado e planejar a solução, faz-se necessário executá-la em uma

linguagem de programação. Para isso, dos 34 estudos levantados 5 estão relacionados a propostas que visam apoiar a programação em uma linguagem de programação. Assim, segue-se uma exemplificação de trabalho por cada categoria. i) Programação colaborativa: Charao et al. [27] apresenta uma experiência de ensino de programação usando a linguagem JavaScript. ii) Programação individual: Café et al. [28] insere jogos a desafios envolvendo lógica de programação, visando a resolução de problemas em códigos escritos em Java. A abordagem proposta por Araújo et al. [8] tem como objetivo facilitar a aprendizagem e motivar os estudantes, através das ferramentas JES e PPlay e da linguagem Python para iniciantes. Já Scaico et al. [19] e Batista et al. [21] apresentaram uma abordagem de uso da programação visual através do Scratch. Mourão [30] descreve a experiência de um projeto de ensino voltado para a disciplina de Lógica de Programação, utilizando a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas e do Método de Programação Dojo. Em Piccolo et al. [31] apresentou-se um simulador da execução de programas, com visualização gráfica do estado da memória, dos arquivos e do console de um computador, ao longo da execução de um programa. iii) Programação em pares: Gärtner et al. [29], baseado nas metodologias ágeis, propõe uma ferramenta para apoiar o desenvolvimento de um código fonte de forma colaborativa em pares.

**Questão 4:** Quais tipos de avaliação e feedback estão disponíveis nos ambientes ou sistemas computacionais de apoio à aprendizagem, incluindo os recursos de jogo?

No que concerne à avaliação das soluções submetidas, constata-se que boa parte das iniciativas são realizadas com o uso de teste automatizado, sendo identificadas no contexto de ambientes de apoio à submissão e avaliação automática de programas, notadamente os juízes online. Neste sentido, em Paes et al. [34] e Chaves et al. [12], os juízes online são usados também com a finalidade de obter de forma automatizada avaliação dos exercícios resolvidos pelos alunos. Já no trabalho de Carvalho et al. [13], faz-se uso dos juízes online para apoiar os professores na atividade de avaliação, utilizando do mecanismo de teste. Os testes automatizados se prestam para avaliar o resultado final, funciona ou não, consistindo essencialmente em verificar conformidade entre entrada de dados fornecida e as saídas correspondentes, portanto sendo pouco informativo ao estudante. Além de juiz online, há também a categoria dos Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) ou Ambientes Interativos de Aprendizagem com funcionalidade para avaliação de solução de problemas, assim como provimento de feedback. Um exemplo desse serviço de avaliação em STI pode ser observado em [17], onde se realiza avaliação para em seguida fazer recomendação de atividades educacionais. Há também o trabalho de Piccolo et al. [31], onde se discutiu um corretor automático que emite um relatório para cada aluno, com as notas globais e as notas de cada teste efetuado.

Há outras diferentes modalidades e mecanismos de avaliação de solução do estudante, sendo uma delas a de avaliação por pares, tal como identificada em Marques et al. [47], onde se apresenta uma ferramenta com um tipo de avaliação em pares das atividades de programação. Em outra modalidade, constata-se em Chagas et al. [32], a descrição de uma proposta com estratégias de avaliação diagnóstica e formativa, apresentando uma metodologia que fornece os requisitos de um sistema online de monitoramento e controle dos componentes das habilidades de programação. Em Alves et al. [15], apresenta-se a ferramenta *CoDiVision*, a qual

permite avaliar a contribuição individual do aluno para os trabalhos em grupo.

Do ponto de vista de retorno didático ao estudante, em termos de avaliação qualitativa, quase não se identificam estudos que cumpram esse tipo de avaliação. Tal tipo também é importante, podendo, por exemplo, informar ao estudante sobre alguns elementos de qualidade da solução. Um dos poucos trabalhos abordando tais aspectos é o de [48], investindo, por exemplo, na análise de métricas sobre o código apresentado, por exemplo, quantidade de linhas de código.

Do ponto de vista de provimento de feedback, foram identificados na presente pesquisa, vários tipos, os quais podem ser categorizados de acordo com alguns parâmetros, quais sejam: (i) automático (gerado e entregue pelo ambiente computacional) ou não, no caso de ser gerado ou entregue por outras fontes provedoras: outros estudantes, professor, ou o próprio estudante; (ii) quanto ao conteúdo do feedback: avaliativo, interacional ou motivacional; (iii) quanto ao momento: provido durante o processo de elaboração da solução ou após submissão.

Quanto a (i), observa-se em Marques et al. [47], a proposta de uma ferramenta com um tipo de avaliação em pares das atividades de programação. Já em Amaral et al. [14], apresenta-se uma proposta para feedback automático, utilizando-se de um conjunto de recursos midiáticos, atendendo os diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes. Quanto a (ii), em [48], apresentou-se uma ferramenta voltada para fornecer feedback aos alunos, possuindo um analisador de códigos em linguagem C, tendo como objetivo tornar a depuração dos mesmos mais atraentes ao aluno, através da apresentação de mensagens de erros no idioma português. [16] estende o trabalho de Lopes inserindo a funcionalidade de feedback do desempenho dos alunos ao professor. O processo de depuração segue o formato tradicional encontrado em diversos ambientes de programação. Webber et al. [35] desenvolveu um ambiente que permite ao estudante a funcionalidade de depuração algoritmo, de forma, ele pode controlar a execução, inspecionar variáveis, monitorar de mensagens de saída, fornecer dados de entrada de valores e inclusão de pontos de parada no código. Quanto a (iii), Paes et al. [34], apresenta uma proposta de feedback após submissão da solução, aproveitando-se do recurso de teste automatizado presente no juiz online The Huxley.

Constatou-se lacunas em relação a certos de tipos de feedback que não constam nos artigos levantados, por exemplo os providos durante a elaboração de uma solução.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentou-se os principais resultados e contribuições de um mapeamento sistemático sobre ensino e aprendizagem de programação introdutória. Para tanto, considerou-se os trabalhos que adotam um método de aprendizagem baseado em problemas, sendo norteada pela perspectiva de resolução de problemas proposta por Polya com enfoque em suas quatro fases, sendo aqui adaptada para o domínio de programação, inclusive contemplando a noção de jogo. Além disso, o trabalho em si não restringe a busca aos ambientes de programação, mas a toda e qualquer ferramenta ou metodologia de ensino de programação, incluindo ainda aspectos teóricos. Assim, procurou-se identificar e caracterizar as principais contribuições relativamente ao que tem

sido proposto para abordar os aspectos conceituais ou tecnológicos envolvidos nas cinco questões de pesquisa deste mapeamento sistemático. Ademais, apontou-se e caracterizou-se algumas lacunas importantes, notadamente no que diz à fase de entendimento do problema e planejamento de solução.

O mapeamento proposto neste artigo, no entanto, não abrangeu todos os trabalhos existentes sobre ensino de programação, até mesmo porque as fontes para busca foram restritas a bases nacionais referentes a conferências e revistas. Assim, propõe-se como trabalho futuro imediato ampliar o mapeamento para fontes de busca internacionais.

## REFERÊNCIAS

- [1] Barrows, H. and Tamblyn, R. (1980). *Problem Based-Learning: An Approach to Medical Education*, volume 1. Springer Publishing Company.
- [2] Bittencourt, R. A., Rodrigues, C. A., and Cruz, D. S. S. (2013). Uma Experiência Integrada de Programação Orientada a Objetos, Estruturas de Dados e Projeto de Sistemas com PBL. In XXI Workshop sobre Educação em Computação – XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Maceió. SBC.
- [3] Henrique, M. S. and Tedesco, P. C. de A. R. (2017): Uma Revisão sistemática da Literatura sobre conhecimentos, habilidades, atitudes e competências desejáveis para auxiliar a aprendizagem de programação. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [4] Kitchenham, B. and Brereton, P. (2013): A systematic review of systematic review process research in software engineering. In: *Inf. Softw. Technol.* 55(12), 2049–2075.
- [5] Kitchenham, B. and Charters, S. (2007): Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In: Technical Report EBSE-2007-01, School of Computer Science and Mathematics, Keele University.
- [6] Carvalho, R. M., Pedro A. Rosa<sup>1</sup>, João Vítor S. Machado<sup>1</sup>, José Geraldo Ribeiro Júnior<sup>1</sup>, Gabriella C. B. Costa<sup>1</sup>. Ferramenta para Auxílio na Aprendizagem de Lógica de Programação em Sistemas Informatizados. Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015).
- [7] Leite, Kaique, Kalinka Castelo Branco. Framework de ensino de programação para crianças e jovens por meio de aprendizado baseado em projetos usando computação tangível, storytelling, internet das coisas e sistemas embarcados. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [8] Araújo, L. G. J., Bittencourt, R. A., Santos, D. M. B. Santos. Uma Abordagem Contextualizada para o Ensino de Programação na Educação Profissional em Informática. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [9] Santiago, A. D. V., Kronbauer, A. H.. Um Modelo Lúdico para o Ensino de Conceitos de Programação de Computadores. Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE Brazilian Journal of Computers in Education (ISSN online: 2317-6121; print: 1414-5685) Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie>. 2017.
- [10] Leite, Kaique, Kalinka Castelo Branco. Framework de ensino de programação para crianças e jovens por meio de aprendizado

- baseado em projetos usando computação tangível, storytelling, internet das coisas e sistemas embarcados. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [11] Santiago, A. D. V., Kronbauer, A. H.. Um Modelo Lúdico para o Ensino de Conceitos de Programação de Computadores. Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE Brazilian Journal of Computers in Education (ISSN online: 2317-6121; print: 1414-5685) Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie>. 2017.
- [12] Chaves, J. O. M. et al. (2013) “MOJO: Uma Ferramenta de Auxílio à Elaboração, Submissão e Correção de Atividades em Disciplinas de Programação”. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 21., Maceió. Anais do WEI - 21º Workshop sobre Educação em Computação. Maceió: CSBC.
- [13] Carvalho, L. S. G., Oliveira, D. B. F., Gadelha, B. F. Juiz online como ferramenta de apoio a uma metodologia de ensino híbrido em programação. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016).
- [14] Amaral, É., Camargo, A. Gomes, M., Richa, C., Becker, L. ALGO+ Uma ferramenta para o apoio ao ensino de Algoritmos e Programação para alunos iniciantes. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [15] Alves, F. V. M., Ibiapina, I. M. S., Lira, W. A. L. L., Neto, P. A. S. CoDiVision: Uma Ferramenta para Apoio na Avaliação de Estudantes no Ensino de Programação. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [16] Lopes, P. P., Gomes, M. G., Dantas, T. F., Amaral, É. M. H. Proposta de um Sistema para o Monitoramento das Atividades de Programação Para Alunos Iniciantes. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [17] Borges, R. P., Marques, C. K. M., Lima, R. W., Souza, J. A. B. M. Tutor Inteligente para Recomendação de Atividades de Programação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2017).
- [18] Silva, J. L., Gens, C., Santos, C., P. Lógica de Programação: Iniciação Lúdica com Play Code Dog. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [19] Scaico P. D. et al. Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com Scratch. Anais do XVIII Workshop de Informática na Escola WIE. Novembro de 2012.
- [20] Silva, J. L., Gens, C., Santos, C., P. Lógica de Programação: Iniciação Lúdica com Play Code Dog. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [21] Batista E. J.S., Lima A., Leite C. Abordagem de recomendações de design da Interação Criança-Computador no curso de formação de professores em uma linguagem de programação visual em blocos. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [22] Leôncio, N. N., Sousa, C. C., Sousa, R. P., Melo, R. F. Programação em blocos com o Mit App Inventor: Um relato de experiência com alunos do ensino médio. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [23] Brandão, L. O., Brandão, A. A. F., Ribeiro, R. S. iVProg – Uma Ferramenta de Programação Visual para o Ensino de Algoritmos. Anais do XVIII Workshop de Informática na Escola WIE. Novembro de 2012.
- [24] Ribeiro, S. R., Brandão, S. R., Rodrigues, P. A., Brandão, A. A. F., Isotani, S. iVProg e iTarefa: aprimorando o ensino de algoritmos e programação para iniciantes. Anais dos Workshops do CBIE 2012.
- [25] Valletta, D., Grinkraut, M. L., Marcus Basso, M. A lógica de programação como ferramenta para o pensar: entre o concreto e o virtual. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [26] Silva, G. C., Ré R., Kawamoto, A., Schwerz A. Uma Experiência na Aplicação de Práticas de Apoio no Ensino Aprendizado de Algoritmos. Anais do XXII SBIE - XVII WIE Aracaju. Novembro de 2011.
- [27] Charao, A.; Ana Luisa Solórzano, A. L.; Matiuzzi, P.; Programação Criativa e Colaborativa no Ensino Médio: uma Experiência com Studio Sketchpad VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [28] Café, M.; Costa, F.; Silva, V.; Terra, D.; Lord of Code: Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino da Programação. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016). 2016
- [29] Gärtner, V. C. et al.; Facilitando o aprendizado de programação sob a ótica de metodologias ágeis. Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE Brazilian Journal of Computers in Education (ISSN: 1414-5685; online: 2317-6121) Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie>. 10.5753/RBIE. DOI: 2012.20.02.54. 2012
- [30] Mourão, A. B.; Uma proposta da eficiência do uso da Metodologia Ativa Baseada em Problemas, utilizando Dojo de Programação, aplicada na disciplina de Lógica de Programação. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). 2017.
- [31] Píccolo, H. L., et al. Um Ambiente Interativo de Aprendizagem para o ensino de programação na Universidade de Brasília. Anais do Workshop de Informática na Escola -WIE 2010.
- [32] Chagas, L. B. C, Oliveira, M. G.; Metodologia ANEA para avaliação Online de Lógica de Programação. Anais do XXII SBIE - XVII WIE Aracaju. Novembro de 2011.
- [33] Polya, G. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.
- [34] Paes, R. B., et al. Ferramenta para a Avaliação de Aprendizado de Alunos em Programação de Computadores. Anais dos Workshops do CBIE 2013.
- [35] Webber, C. Zenato, M., Arrosi, T.; Caderno de Algoritmos: um Ambiente de Resolução de Problemas de Programação. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação . ISSN 1679-1916. 2010
- [36] Dorneles, R. V., Picinin Jr, D., Adami, A. G.; AlgoWeb: A Web-Based Environment for Learning Introductory Programming. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. ISSN 1679-1916. 20102011

- [37] de Azevedo, R. F. , de Paula, B. C.; Proposta de metodologia de aprendizado da programação de computadores através da recontextualização de jogos sérios no estilo Game & Watch. SBC - Proceedings of SBGames. 2011
- [38] Aureliano, V. C. O.; Tedesco, P. C. A. R. (2012) “Ensino-aprendizagem de Programação para Iniciantes: uma Revisão Sistemática da Literatura focada no SBIE e WIE”. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE.
- [39] Raabe, A. L., Santana, A. L. M., Zanini, A. S., Vieira, M. F. V. Influência dos enunciados na resolução de problemas de programação introdutória. Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE. Volume 24, Número 1, 2016. DOI: 10.5753/RBIE.2016.24.01.66.
- [40] KOULOURI, T.; LAURIA, S.; MACREDIE, R. D. Teaching introductory programming: A quantitative evaluation of different approaches. ACM Trans. Comput. Educ. v.14, n. 4, Dec 2014.
- [41] KUNKLE, W. M.; ALLEN, R. B. The impact of different teaching approaches and languages on student learning of introductory programming concepts. ACM Trans. Comput. Educ. v. 16, n. 1, Jan 2016.
- [42] Marcolino, A., Barbosa, E. F. Linhas de Produto de Software no Domínio Educacional: Um Mapeamento Sistemático. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2015.
- [43] Silva, P.M.S., Cavalcante, M.T.C., Fachine, J., Costa, E. Um Mapeamento Sistemático sobre Iniciativas Brasileiras em Ambientes de Ensino de Programação. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE 2015.
- [44] Medeiros, T. J., da Silva, T. R., Aranha, E. H. da S. Ensino de programação utilizando jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. RENOTE 2015.
- [45] Medeiros, T. J., da Silva, T. R., Aranha, E. H. da S. Ensino de programação utilizando jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. RENOTE, V. 11 Nº 3, dezembro, 2013.
- [46] Costa, I. A. de F., de Souza, A. S., Castanho, C.D., Gameka: Uma ferramenta de desenvolvimento de jogos para não Programadores. Proceedings of SBGames 2011.
- [47] Marques, G.R., Tavares, O. de L., Almeida, R.F. Morati Jr., R.G. Ambiente para aprendizagem de programação fundamentado em arquiteturas pedagógicas. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016).
- [48] Gomes, T. C. S., Melo, J.C. B. , Tedesco, P.C. de A. R. Jogos Digitais no Ensino de Conceitos de Programação para Crianças. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016).