

Requisitos para o Ensino de Lógica de Programação para Jovens utilizando Computação Tangível

Thaís Silveira¹, Daniel Chagas², Rafaela Cardoso³, Elizabeth Furtado⁴

1. Curso de Bacharelado em Ciências da Computação - Universidade de Fortaleza
2. Doutorado em Informática Aplicada - Universidade de Fortaleza
3. Centro de Ciências Tecnológicas - Universidade de Fortaleza
4. Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada - Universidade de Fortaleza

silveira.thaisaraujo@gmail.com, daniel.chagas@unifor.br,
rafaelapontelisboa@gmail.com, elizabethfur@gmail.com

Abstract. *The popularization of new teaching techniques through devices and small robots demands a set of teaching methodologies to plan how to use them, and specific software's to the students. This article presents a systematic review about academic and commercial solutions who aims the logic teaching to young, and who uses tangible devices, robots or specific software. Results were used to identify approaches to define requirements to technological teach. Some factors, like cost and replicability, created a sub-set of requirements specifically to Brazilian school's reality.*

Resumo. *A popularização de novas técnicas de ensino por meio de dispositivos e pequenos robôs exige uma variedade de metodologias de ensino para planejar como usá-los, e de softwares para os alunos usá-los adequadamente. O presente artigo traz uma revisão sistemática sobre trabalhos acadêmicos e produtos comerciais que apresentam o ensino de lógica a jovens, e que abordam o uso de dispositivos tangíveis, robôs ou softwares específicos. A partir da análise realizada com a revisão, identificou-se abordagens para a definição de requisitos para o ensino. Assim, considerando fatores da análise, como precificação e replicabilidade, apontaram para sub-requisitos voltados à adoção da solução para as escolas públicas brasileiras.*

1. Introdução

Acompanha-se toda uma tendência mundial do chamado ensino STEM - Ciência (Science), Tecnologia, Engenharia e Matemática. Essa tendência, adotada pelas maiores nações do planeta, visa tratar a educação de forma mais prática e aplicada, desde o ensino fundamental até o superior. O documento criado pela Casa Branca, *A Nation of Makers* (DOPPLICK, 2015) (WHITE HOUSE, 2015), declara a importância do ensino tecnológico para fomento da inovação e pesquisa nos Estados Unidos da América, e coleta várias iniciativas de instituições de ensino americanas para o assunto. Dentre elas, está o ensino de programação para idades cada vez menores, a aplicação de robótica e automação para ensino, e a criação de ferramentas específicas para auxiliar o ensino.

Uma dificuldade inerente ao ato de ensinar programação é o caráter abstrato da lógica: não estamos ensinando lógica e abstração nas escolas atualmente. Isso se mostra claro analisando

as disciplinas que mais reprovam nos cursos de computação e similares: Reportagem da Folha com dados do Ministério da Educação (NICOLETE *et al.*, 2015) (TAKAHASHI, 2009) afirma que alunos de computação, matemática e administração são os que mais abandonam os cursos, com uma média de 28%. Uma solução é a adoção de práticas para ‘materializar’ os conceitos de programação, como programação em blocos e robótica (HONIG, 2013). Tais abordagens têm mostrado dados promissores, principalmente quando adotados em idades menores.

Diante desta perspectiva, o presente artigo visa avaliar algumas abordagens acadêmicas e comerciais sobre ensino de lógica de programação, buscando também resgatar a metodologia pedagógica das soluções, e sua aplicabilidade na realidade brasileira. Para isso, além de classificar as abordagens em tipos de dispositivos, softwares e licenças, traz uma avaliação empírica das soluções com relação ao custo de implementação (muitas vezes não abordado nas soluções acadêmicas) e às possibilidades de replicação do material (se usam licenças livres, como *Creative Commons*). O que permite buscar soluções pragmáticas para a realidade brasileira, principalmente em relação às escolas públicas e governos municipais.

2. Estado da Arte

A busca pelo estado da arte foi realizada por meio da metodologia de revisão sistemática de publicações sobre o tema, e por uma busca empírica de soluções comerciais de ensino de lógica e/ou lógica de programação apresentadas enquanto produtos.

2.1. Revisão Sistemática

O objetivo da revisão sistemática foi adquirir conhecimentos sobre outros projetos acadêmicos e científicos que visam o ensino de lógica de programação, principalmente para alunos do ensino fundamental e médio, com diferentes objetos educacionais, nos idiomas Português e Inglês. Além disso, o foco era identificar os processos sobre a execução desses projetos, o público direcionado e os resultados que foram obtidos.

Para tanto, estabeleceu-se para a revisão sistemática as seguintes questões de Pesquisa: QP1. Como o objeto educacional foi usado no ensino de lógica? QP2. Qual objeto educacional foi utilizado? QP3. Para que público foi utilizado o objeto educacional? Os descritores usados estão listados na Tabela 1. Como critério de seleção das fontes de busca, foram escolhidas bibliotecas digitais de artigos que comumente publicam trabalhos científicos sobre IHC. As fontes escolhidas foram a ACM Digital Library e IEEE library.

Para a filtragem do material coletado, foram selecionados artigos em que o título e/ou abstract apresentasse dados sobre objetos educacionais, ou recursos didáticos, ou hardwares, aplicados ao ensino de lógica, ou lógica matemática, ou lógica de programação, e que os artigos fossem publicados entre 2000 e 2017. Além disso, as publicações deveriam responder pelo menos duas das questões da pesquisa. Assim, foram selecionados 10 artigos para análise, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Sumário dos artigos avaliados

Base dados	Palavras-chave	Ano	Quant. Total	Artigos salvos
EEIE	("Document Title": Education AND "Document Title": hardware AND "Document Title": programming) OR ("Abstract": Education AND "Abstract": hardware AND "Abstract": programming)	2000 a 2017	166	6
ACM	acmdlTitle:(educational objects +Hardware +Learning -software)	2000 a 2017	41	1
ACM	recordAbstract:(educational objects +Hardware +Learning -software)	2000 a 2017	445	4

Fonte: Elaborado pelos autores

2.2. Artigos Acadêmicos

O resumo das características dos artigos avaliados encontra-se na Quadro 1. Para facilitar a análise do quadro, valores foram categorizados. O custo foi classificado como alto se acima de US\$ 100, baixo se abaixo de US\$ 50, e médio se entre 50 e 100 dólares. O público alvo foi categorizado em iletrados (abaixo de 7 anos), crianças (entre 7 e 10 anos), pré-adolescentes (entre 10 e 14 anos), adolescentes (14 a 18 anos) e adultos (acima de 18 anos).

Quadro 1. Sumário dos artigos avaliados

Solução	Objeto educacional (Respostas QP2)	Público alvo (Respostas QP3)	Metodologia Pedagógica	Custo
Talkoo	Módulos eletrônicos interconectados	Pré-adolescentes e adolescentes	Não informado	Alto
Junior Soccer Simulation	Software simulador baseado em agentes autômatos	Pré-adolescentes e adolescentes	Não informado	Baixo
MountTai	Plataforma virtual e Robô simulado	Crianças e préadolescentes	Não informado	Baixo
Braço industrial para ensino de mecatrônica	Protótipo de Braço Industrial personalizável e planos de aula	Adolescentes e adultos	Universitário	Alto
Kit de robô	Instruções para montagem de robô com peças de sucata	Adultos	Universitário	Baixo
ADROIT	Robô e software para programação em blocos	Crianças e préadolescentes	Não informado	Médio
Visual programming	Software de programação em blocos para manipulação de marionetes e robôs	Crianças até adolescentes	<i>Hands-on</i>	Alto
Scratch e Arduino	Uso de plataformas livres para ensino de programação	Crianças até adolescentes	Não informado	Baixo
Placa PIC para Hardware	Placa desenhada especificamente para ensino de conceitos de hardware	Adultos	Universitário	Baixo
CodeSpells	Software de ensino baseado em desafios no formato RPG	Crianças até adolescentes	Não informado	Baixo

Fonte: Elaborado pelos autores

Vale salientar que as respostas das questões de pesquisa QP2 e QP3 estão evidenciadas nas segunda e terceira colunas do quadro acima.

2.3. Soluções Comerciais

Diversas iniciativas comerciais despontaram para o problema do ensino de lógica computacional para crianças e adolescentes. Com isso a busca e a avaliação de requisitos perpassou por estas soluções comerciais. A metodologia para o levantamento das soluções comerciais foi utilizado mecanismos de busca comuns, com as mesmas palavras chave da revisão sistemática, para produtos lançados nos últimos 10 anos.

Das 10 soluções selecionadas, 9 tinham apresentações do site KickStarter, uma plataforma de lançamentos de produtos inovadores, sem o apoio de grandes empresas. O único produto fora foi o *think & learn*, da Fischer-Price (FISCHER-PRICE, 2018).

O resumo das soluções comerciais está na Quadro 2. Para facilitar a análise do quadro, valores foram categorizados. O custo foi classificado como alto se acima de US\$ 100, baixo se abaixo de US\$ 50, e médio se entre 50 e 100 dólares. O público alvo foi categorizado em iletrados (abaixo de 7 anos), crianças (entre 7 e 10 anos), pré-adolescentes (entre 10 e 14 anos), adolescentes (14 a 18 anos) e adultos (acima de 18 anos).

Quadro 2. Sumário das soluções comerciais avaliadas

Solução	Objeto educacional	Público alvo	Metodologia Pedagógica	Custo
Ozobot	Robô programável através de linhas coloridas no papel	Crianças	Não informado	Médio
Ozmo	Software e peças impressas representando os comandos	Iletrados e Crianças	Não informado	Baixo
Codipeia	Robô em forma de centopeia, com segmentos plásticos destacáveis representando os comandos	Iletrados	Não informado	Baixo
Cozmo	Robô plástico, peças eletrônicas e software para programação	Crianças e préadolescentes	Não informado	Alto
Sparki	Robô plástico modular e software de programação e planos de aulas	Crianças e préadolescentes	Não informado	Alto
Kibo	Robô plástico modular com cubos de madeira impressos representando os comandos	Iletrados	Construtivista	Alto
Kumiita	Robô plástico, com cartões impressos representando os comandos.	Iletrados	Não informado	Alto
Plobot	Robô plástico, com cartões RFID representando os comandos.	Iletrados e Crianças	Não informado	Médio
Robopal	Robô plástico, com peças eletrônicas representando os comandos e portal educativo.	Crianças	Não informado	Alto
Cubetto	Robô de madeira, placa de interface eletrônica e blocos de programação de plástico.	Iletrados	Montessori	Alto

Fonte: Elaborada pelos autores

2.4. Classificação dos Resultados

Os trabalhos trazem diferentes abordagens para o ensino tecnológico, que podem ser agrupadas em:

- Substituição dos comandos digitados por blocos virtuais ou reais.
- Visualização dos resultados do programa de forma lúdica, com a utilização de robôs, braços robóticos ou marionetes eletrônicas, simulados ou físicos.
- Utilização de comandos simples, pictográficos, como comandos para movimentação de robôs, similar à linguagem LOGO (PAPERT, 1993).

No que se refere a **Interação por manipulação**. A substituição dos comandos digitados por blocos de comando tem sido uma estratégia para ensino de programação tanto para crianças quanto adultos. Ao arrastar e conectar peças representando comandos e parâmetros, várias características ideais de interface são favorecidas (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013), como **visibilidade** (O usuário já identifica uma série de comandos que são possíveis de se usar, e pode planejar a execução da programação), e **restrições** (às formas dos blocos ou peças já deixam claro que opções de combinação são viáveis ou não). Testes com 100 alunos usando programação em bloco mostraram que a maioria deles conseguia prever, entender e aplicar o comportamento de um bloco mesmo sem nunca tê-lo visto antes (HONIG, 2013).

Feedback e uso de Robôs. Comumente o ensino de programação inicia-se com comandos para saídas matemáticas. O aluno experimenta fazer perguntas ao computador, que prontamente responde corretamente ao comando. A grande maioria das soluções apresentadas não foca na resposta aritmética, e sim em algo mais visível ou tangível. Os movimentos (de cabeça, de corpo, de braços ou de imagens) de robôs, físicos ou virtuais, torna o feedback (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) uma resposta lúdica à programação.

Comandos Simples e Pictográficos. O ato de programar um computador é uma interação do tipo instrução (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013), digitando comandos previamente definidos, em um conjunto de regras de posicionamento do código que não são similares nem a escrita nem à matemática. Ela assim é definida por ser um ambiente que exige a interação rápida e eficiente por parte dos programadores avançados. A dificuldade do aluno iniciante em não saber

o que pode digitar, nem como organizar esses comandos é o que faz com que uma tela de uma IDE de desenvolvimento seja uma primeira frustração.

Ao substituir os comandos digitados por blocos, físicos ou virtuais, pictográficos, e generalistas em suas funções, tem-se a utilização do princípio de design *affordance* (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) definido como “um atributo de um objeto que permite que as pessoas saibam como utilizá-lo”. A manipulação de blocos de comando, com conectores, traz um *affordance* similar ao de jogos de cartas, quebra-cabeças ou dominós, quebrando a barreira da interação inicial. Evita-se com isso erros de digitação e sintaxe, tão comuns aos iniciantes.

2.5. Avaliação da Pedagogia das Soluções

O entendimento que o ensino tecnológico é importante durante a formação do indivíduo é um pensamento corriqueiro nos debates sobre uma nova escola (PAPERT, 1993). Mas ao avaliar as soluções postas, constatou-se que elas não respeitam o *modus operandi* da escola, nem buscam seguir ou se posicionar sobre as bases pedagógicas que regem o ambiente escolar. Se as atuais tecnologias de informação e comunicação são o suporte para a vida cotidiana humana, há de se esperar que novas tecnologias pudessem também ser um suporte nas escolas para outras matérias lecionadas, tanto exatas (matemática, física, engenharia, etc.) quanto não-exatas (história, geografia, filosofia, etc.). Pode-se supor, então, que esta falta de aderência às práticas escolares seja um fator importante para a não adesão de soluções tecnológicas nas escolas.

Ao que se refere a QP1, apesar de todos os projetos comerciais e artigos acadêmicos se colocarem como objetos educativos, somente dois deles claramente definiam uma metodologia pedagógica, e apenas dois traziam como parte do produto planos de aulas para serem aplicados. Verificou-se que todas as soluções tinham como foco o ensino de lógica de programação para iletrados, crianças e adolescentes, e nenhuma solução, comercial ou acadêmica, trata de outras matérias como matemática, geometria ou física.

3. Requisitos

A elaboração dos requisitos parte da análise das referências estudadas no estado da arte, da crítica pedagógica dessas referências, e do estudo empírico dos autores, com experiência no ensino tecnológico de adolescentes e universitários. Elencou-se os requisitos básicos para o ensino de lógica nas escolas como:

- Apresentação dos comandos de programação não como texto, mas como blocos de comando, reais ou virtuais.
- Iniciar com códigos que gerem ludicidade (movimento, som, luz, etc.), utilizando dispositivos físicos interativos.
- Apoiar o professor com planos de ensino e metodologia aderentes às suas práticas escolares, em plataforma on-line.
- Incentivar a colaboração entre os alunos para a resolução de desafios.

3.1. Realidade Brasileira

Para além do conjunto de requisitos básicos apresentados, a realidade brasileira das escolas precisa de um subconjunto específico de requisitos. Isso se dá pela pouca estrutura física e de laboratórios das escolas brasileiras em geral, e pela falta de formação dos professores para adoção de tecnologias na sala de aula. São eles:

- Baixo custo de implantação, com a utilização de softwares que permitam a interação virtual com os elementos da proposta.
- Utilização de matérias de baixo custo para objetos tangíveis, como madeira M.D.F., E.V.A., acrílico e papel, interagindo com softwares através de visão computacional, ou sensores presentes em smartphones.

- Se optar por montagem de robôs ou similares, escolher projetos *Open Source* (BANZI, 2008) que podem ser replicados facilmente e são projetados com peças acessíveis ou obtidas a partir de sucata.

4. Conclusão

A busca por soluções tecnológicas para as escolas traz muitas soluções desconexas entre si e da metodologia escolar. O avanço para a escola do futuro perpassa a adoção de soluções tecnológicas na escola, porém estas soluções devem falar o “idioma” da escola, mesclar-se com as metodologias de ensino, e conversar com o agente escolar: o professor. A partir da revisão sistemática, observa-se que a maioria das soluções analisadas focam em aspectos mais técnicos em detrimento a questões e/ou abordagens mais pedagógicas, sendo observado uma perspectiva destinada ao ensino de lógica de programação somente.

No que tange aos requisitos apresentados com a análise das soluções mostra-se que ao trabalhar com interação por manipulação de blocos, virtuais ou não, e respostas lúdicas são fatores decisivos para o sucesso de uma solução. No que condiz a realidade brasileira, questões como o custo das soluções e replicabilidade são fatores chave para adoção, dado que estas apoiam o papel protagonista do professor em buscar por si só soluções aderentes à sua realidade.

Referências

- BANZI, Massimo. **Getting Started with Arduino: (Make: Projects)**. Sebastopol: O’reilly, 2008. 130 p.
- DOPPLICK, Renee. Maker movement and innovation labs. **Inroads**, v. 6, n. 4, p. 108, 2015.
- FISHER-PRICE. **Think & Learn**. Disponível em: <https://www.fisher-price.com/pt_BR/brands/think-and-learn/index.html>. Acesso: Agosto/2018.
- HONIG, William L. Teaching and assessing programming fundamentals for non majors with visual programming. In: **Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education**. ACM, 2013. p. 40-45.
- NICOLETE, Priscila Cadorin et al. Mathematics and technological integration in the Brazilian basic education as motivation to STEM. In: **Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**. ACM, 2015. p. 591-598.
- PAPERT, Seymour. **The children's machine: Rethinking school in the age of the computer**. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299, 1993.
- ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de Interação**. Bookman Editora, 2013.
- TAKAHASHI, F.. Matemática e Ciência da Computação tem alta taxa de abandono. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2009/04/546576-matematica-e-ciencias-da-computacao-tem-alta-taxa-de-abandono.shtml>>. Acesso: Agosto/2018.
- WHITE HOUSE. The Maker Movement. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/nation-of-maker>>. Acesso: Agosto/2018.