

Computação e o Mundo: Uma Proposta de Educação em Computação para o Nono Ano do Ensino Fundamental II

Luis Gustavo J. Araujo¹, Bianca L. Santana¹, Roberto A. Bittencourt¹

¹ UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana
Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte
Feira de Santana – BA, Brasil – 44036-900

{luisaraujo.ifba,biancasantana.ls}@gmail.com, roberto@uefs.br

Abstract. *This work describes a proposal of curriculum and a textbook for the ninth grade of middle school, based on guidelines and reference curricula from the field, aiming to popularize the adoption of computing in basic education. The book combines simulations in a block-based language, image manipulation aided by a text-based programming language, the development of textual games and the construction of prototypes based on free hardware, using contexts familiar to students and a spiral learning approach.*

Resumo. *Este artigo descreve uma proposta curricular e um livro didático de computação para o nono ano do Ensino Fundamental II brasileiro, construídos a partir de diretrizes e referenciais curriculares da área, objetivando popularizar a adoção da computação na educação básica. O livro combina simulações em uma linguagem de blocos, manipulação de imagens através de uma linguagem de programação textual, o desenvolvimento de jogos textuais e a construção de protótipos baseados em hardware livre, utilizando contextos familiares aos estudantes e uma abordagem de aprendizagem em espiral.*

1. Introdução

A computação está presente na vida das pessoas e, de modo cada vez mais intenso, faz parte do mundo dos estudantes da educação básica. Adolescentes interagem através de redes sociais online, usam computadores e celulares para pesquisar na Internet, e consomem produtos culturais através de *streaming* de mídias. Nada mais natural, portanto, que a educação formal utilize a computação em benefício da formação dos estudantes através de sua incorporação nos currículos escolares.

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) tem promovido a necessidade de introdução da computação na educação básica através da proposta de políticas e diretrizes educacionais. Em 2017, a SBC propôs referenciais curriculares de formação em computação na educação básica [SBC 2017]. Este tipo de ação é similar ao que ocorre em outros países. Nos EUA, por exemplo, a Computer Science Teachers Association (CSTA), tem proposto referenciais curriculares para a introdução da computação nas escolas daquele país [Seehorn et al. 2011].

Ainda são poucas as iniciativas formais de criação de currículos de computação na escola brasileira, embora tenhamos uma comunidade ativa de pesquisadores e professores desta área. Por conta desta lacuna, projetamos um currículo e um conjunto de livros

didáticos para o nível II do ensino fundamental brasileiro. Apresentamos os três primeiros livros deste projeto em outros trabalhos [Santana et al. 2019, Araujo et al. 2019, Santana et al. 2020].

No presente artigo, apresentamos a parte final do nosso currículo, desta feita para o nono ano do ensino fundamental. Este currículo se baseia em resultados de aprendizagem e eixos temáticos do currículo de referência da CSTA [Seehorn et al. 2011]. Apresentamos também nosso livro do nono ano, que é composto por materiais didáticos desenvolvidos sob medida e é baseado em atividades de simulação, no uso da linguagem de programação textual Python usando tanto um contexto de mídias como outro de jogos textuais, e no desenvolvimento de projetos de hardware livre baseados em Arduino. Usamos uma abordagem em espiral que permite construir o conhecimento a partir de conhecimentos prévios.

2. Fundamentação Teórica

Para a CSTA, é importante que os estudantes possam apreciar a amplitude da computação e sua influência em quase todos os aspectos da vida contemporânea [Seehorn et al. 2011]. Uma forma de fazê-lo é desenvolvendo um novo tipo de formação, chamada de literacia computacional [diSessa 2018]. Uma maneira possível de alcançar esta literacia, segundo diSessa (2018), é através da construção de simulações computacionais para ensinar, por exemplo, a matemática do movimento, ou outros conceitos científicos. Este autor também realça a possibilidade de desenvolver esta literacia através da aprendizagem de programação, embora seja necessário levar em conta os avanços científicos sobre ensino e aprendizagem de programação e o background desenvolvido pela comunidade que construiu a linguagem Logo e seus sucessores.

Nesse sentido, a escolha de uma linguagem de programação para ser usada na educação básica assim como os contextos em que ela é trabalhada é relevante para a definição de um currículo. Em nosso trabalho anterior, combinamos Python com *turtle graphics* para o benefício dos estudantes em um contexto de desenho de figuras geométricas [Santana et al. 2020]. Python tem vantagens de permitir um foco maior no pensamento algorítmico do que na linguagem de programação propriamente dita [Grandell et al. 2006]. Estes autores apontam ainda outras vantagens desta linguagem: sintaxe clara e limpa, tipagem dinâmica, semântica expressiva, feedback imediato, design estrutural reforçado e disponibilidade de software *open source* relevante.

Guzdial e Forte (2005) utilizaram Python em uma disciplina de programação com o objetivo de aumentar a relevância para a audiência, prover espaço para a criatividade e tornar a experiência mais social. Para tanto, escolheram o contexto de computação com mídias e construíram um ambiente de aprendizagem de programação (JES) que permite explorar mídias e, ao mesmo tempo, ser simples o bastante para novatos. Nesta disciplina, estudantes manipulam imagens e áudio para criar efeitos visuais ou sonoros.

O uso de jogos textuais e numéricos pode ser uma oportunidade de troca dos contextos de feedback imediato, como desenho de figuras geométricas e computação com mídias, para um contexto mais tradicional, que utiliza entrada e saída textuais, mas mantendo a perspectiva lúdica. Uma experiência apresenta uma abordagem de programação introdutória com jogos textuais e numéricos como criptogramas, busca de palavras e adivinhação de números [Rajaravivarma 2005]. Um outro trabalho compara duas aborda-

gens de programação introdutória (jogos textuais e numéricos versus exercícios tradicionais) e, embora não tenha havido melhora nos resultados, a motivação foi maior, assim como os estudantes preferiram os jogos aos exercícios tradicionais [Cliburn 2006].

Papert, na década de 1960, afirmava que artefatos físicos como robôs podem contribuir para a aprendizagem pelo fazer, permitindo que estudantes sejam encorajados a descobrir e construir conhecimentos através da prática [Papert 1986]. Kits de prototipação de hardware como Arduino têm se tornado populares na educação em computação por motivos diversos como: terem baixo custo, serem multiplataforma, poderem ser programados via cabo USB, terem sido desenvolvidos em um ambiente educacional, oferecerem software e hardware livre e possuírem uma comunidade ativa de usuários desenvolvendo projetos, inclusive educacionais [Galadima 2014]. Combinando Arduino com uma linguagem de programação em blocos, é possível reutilizar o conhecimento prévio dos estudantes (e.g., em Scratch ou em mBlock) e adicionar um contexto prático e físico de projetos combinando programação e hardware.

3. Computação e o Mundo: Uma Proposta para o 9º ano

O currículo para o 9º ano do ensino fundamental considera um curso de 60 horas-aula, com carga horária semanal de duas horas. O programa dessa série inclui o planejamento das aulas e materiais necessários para a execução deste currículo. Esta é a etapa final de um objetivo maior, que é propor um currículo de Computação para o Ensino Fundamental II, do 6º ao 9º anos. Nos programas para o 6º, 7º e 8º anos, abordamos experiências de aprendizagem projetadas para que os estudantes percebam a computação como uma parte importante de seu mundo e consideramos que os estudantes estão em uma transição de um foco em pequenos grupos para comportamentos orientados à sociedade. No programa do 9º ano procuramos conectar os conhecimentos dos estudantes sobre a computação com o mundo em que vivem, além de aprofundar o uso da computação para expressar ideias na forma de software ou de hardware através da solução criativa de problemas.

A Figura 1 lista os objetivos de aprendizagem para a proposta do 9º ano. Os resultados de aprendizagem gerais estão definidos em torno de cinco eixos centrais, selecionados a partir do *CSTA K–12 Computer Science Standards*: Pensamento Computacional; Práticas de Computação e Programação; Colaboração; Computadores e Dispositivos de Comunicação e Impactos Comunitários, Globais e Éticos [Seehorn et al. 2011]. Os objetivos de aprendizagem de *Pensamento Computacional* envolvem a capacidade de resolver problemas. Já as *Práticas de Computação e Programação* envolvem a programação de computadores e o uso de ferramentas computacionais. Os objetivos de aprendizagem de *Colaboração* envolvem as habilidades associadas à colaboração entre colegas. *Computadores e Dispositivos de Comunicação* envolvem os elementos dos computadores e dispositivos de comunicação modernos. Finalmente, *Impactos Comunitários, Globais e Éticos* exploram questões éticas relacionadas ao uso responsável da tecnologia e questões de equidade.

3.1. Proposta de ensino-aprendizagem para o 9º ano

O programa do 9º ano foi planejado para 30 aulas, organizadas em quatro unidades de aprendizagem. Cada unidade possui um tema principal. Na Figura 3 apresentamos uma lista das aulas, com os respectivos resultados de aprendizagem esperados e os conteúdos

Computação e o Mundo

Pensamento Computacional
PC1. Descrever como uma simulação pode ser usada para resolver um problema. PC2. Usar passos básicos na solução de problemas algorítmicos para projetar soluções. PC4. Definir um algoritmo como uma sequência de instruções que pode ser processada por um computador. PC5. Avaliar maneiras pelas quais diferentes algoritmos podem ser usados para resolver o mesmo problema. PC6. Trabalhar com algoritmos de busca e classificação. PC7. Descrever e analisar uma sequência de instruções que estão sendo seguidas. PC8. Representar dados de várias formas, incluindo texto, sons, imagens e números. PC9. Usar representações visuais de estados de problemas, estruturas e dados. PC10. Interagir com modelos e simulações de conteúdo específico para apoiar a aprendizagem e pesquisa. PC11. Avaliar quais tipos de problemas podem ser resolvidos usando modelagem e simulação. PC12. Analisar o grau em que um modelo de computador representa com precisão o mundo real. PC13. Usar abstração para decompor um problema em subproblemas. PC14. Compreender a noção de hierarquia e abstração na computação, incluindo linguagens de alto nível, tradução, conjunto de instruções, e circuitos lógicos. PC15. Examinar as conexões entre os elementos da matemática e da Ciência da Computação, incluindo números binários, lógica, conjuntos e funções. PC16. Fornecer exemplos de aplicações interdisciplinares do pensamento computacional.
Práticas de Computação e Programação
PCP5. Reunir e manipular dados usando uma variedade de ferramentas digitais. PCP10. Demonstrar compreensão dos algoritmos e sua aplicação prática. PCP11. Implementar soluções de problemas usando uma linguagem de programação, incluindo: comportamento de looping, instruções condicionais, lógica, expressões, variáveis e funções. PCP13. Identificar carreiras interdisciplinares que são aprimoradas pela ciência da computação. PCP15. Coletar e analisar dados que são produzidos a partir de várias execuções de um programa de computador.
Colaboração
C6. Criar, desenvolver, publicar e apresentar, de forma colaborativa, produtos usando recursos de tecnologia que demonstram e comunicam conceitos de currículo. C7. Colaborar com colegas, especialistas e outras pessoas usando práticas colaborativas, como programação em pares, trabalho em equipes de projeto e participação em atividades de aprendizado ativo em grupo. C8. Apresentar disposição necessária para colaboração: fornecer feedback útil, integrar feedback, compreender e aceitar múltiplas perspectivas, socialização.
Computadores e Dispositivos de Comunicação
CDC1. Reconhecer que os computadores modelam o comportamento inteligente. CDC3. Reconhecer que os computadores são dispositivos que executam programas. CDC4. Identificar uma variedade de dispositivos eletrônicos que contêm processadores computacionais. CDC5. Demonstrar uma compreensão da relação entre hardware e software. CDC9. Descrever o que distingue os seres humanos das máquinas, concentrando-se na inteligência humana versus a inteligência das máquinas e nas maneiras pelas quais podemos comunicar. CDC10. Descrever maneiras pelas quais os computadores usam modelos de comportamento inteligente.
Impactos Comunitários, Globais e Éticos
IC3. Discutir questões básicas relacionadas ao uso responsável de tecnologia e informação, e as consequências do uso inadequado. IC6. Identificar o impacto da tecnologia na vida pessoal e na sociedade. IC10. Demonstrar conhecimento das mudanças nas tecnologias da informação ao longo do tempo e os efeitos que essas mudanças têm sobre a educação, local de trabalho e sociedade. IC14. Discutir como a distribuição desigual de recursos de computação em uma economia global levanta questões de equidade, acesso e poder.

Figura 1. Resultados de Aprendizagem para o 9º ano.

abordados. As aulas propõem diversos tipos de atividades, como leitura, exercícios escritos, dinâmicas de computação desplugada, discussão em grupo, e projetos práticos envolvendo programação ou montagem de circuitos eletrônicos.

A Unidade I, composta por sete aulas, tem como tema principal a simulação de

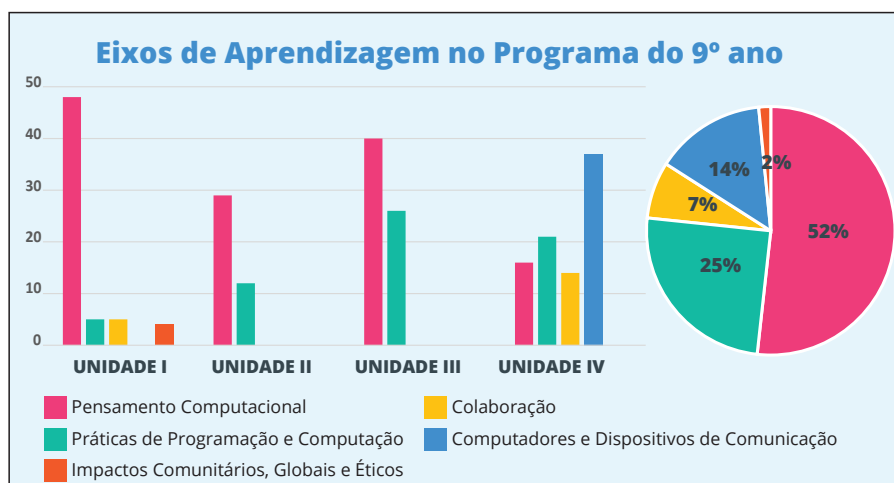


Figura 2. Distribuição dos Resultados de Aprendizagem ao longo do ano.

fenômenos científicos. Nesta unidade, os estudantes estabelecem conexão entre os conhecimentos prévios de pensamento computacional e programação no Scratch com os conhecimentos prévios de expressão matemática e para simular o movimento uniforme, modelos atômicos, sistema solar, dentre outros eventos das ciências naturais.

A Unidade II, composta por sete aulas, tem como tema principal a manipulação de imagens com a ferramenta JES¹. Nesta unidade, os estudantes fortalecem seu domínio do uso da linguagem de programação Python, iniciado no programa do 8º ano no contexto de desenhos de figuras geométricas. O contexto manipulação de imagens digitais permite que os estudantes apliquem os conceitos de sequência, seleção, repetição e funções, e vetores unidimensionais e bidimensionais.

A Unidade III, composta por oito aulas, os estudantes seguem fortalecendo suas habilidades com a programação em linguagem Python. Os projetos desta unidade situam-se num contexto de desenvolvimentos de jogos e programas simples, usando entradas e saídas textuais. Os estudantes trabalham os conceitos de variáveis inteiras, reais e textuais, expressões lógicas e aritméticas, estruturas de dados previamente aprendidas e, adicionalmente, a manipulação de Strings.

A Unidade IV, composta por oito aulas, introduz os estudantes à plataforma Arduino, através do desenvolvimento de projetos de eletrônica digital. Os estudantes montam e programam os circuitos com Arduino através da programação em blocos, usando a ferramenta mBlock da empresa Makeblock². A abordagem empregada, mantém a conexão dos estudantes com a robótica educacional, trabalhada no programa do 8º ano através do robô mBot, baseado em Arduino. Em cada aula, os estudantes conhecem e desenvolvem circuitos com novos componentes. Os projetos são apresentados aos estudantes em um nível de dificuldade crescente. Ao final da unidade, os estudantes devem desenvolver e apresentar um protótipo de dispositivo com Arduino.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos tópicos de cada eixo de aprendizagem entre as unidades e a porcentagem com que cada eixo é trabalhado. Pensamento Com-

¹Disponível em <http://coweb.cc.gatech.edu/mediaComp-teach>

²Disponível em <https://www.makeblock.com>

putacional e Práticas de Programação e Computação são trabalhados ao longo de todo o ano, uma vez que todas as unidades temáticas envolvem a programação de computadores, que está relacionada aos objetivos de aprendizagem desses eixos. Os objetivos relacionados ao eixo de Computadores e Dispositivos de Comunicação são trabalhados na Unidade IV, uma vez que esta destina-se a compreensão de dispositivos de hardware, bem como da relação hardware e software. O eixo de Colaboração é trabalhado brevemente nas Unidades I e IV, uma vez que estas envolvem a criação de projetos em grupo. Impactos comunitários Globais e Éticos são trabalhados apenas em uma aula, que é a primeira aula do programa, onde os estudantes discutem o impacto da tecnologia na cultura humana.

3.2. Estrutura do Livro

O livro *Computação e o Mundo*³ segue a mesma organização empregada nas propostas para as séries anteriores do Ensino Fundamental II, com uma versão voltada para professores e outra voltada para os estudantes. A Figura 3 apresenta a organização das aulas de acordo com a sequência elaborada para cada unidade de ensino.

O livro do professor descreve a proposta para o 9º ano bem como as aulas e respectivas orientações para que o professor consiga aplicar o conteúdo em sala. Cada aula é descrita através de um plano de aula, composto pelos objetivos de aprendizagem, conteúdos trabalhados, lista de recursos necessários, sugestão de roteiro e as atividades a serem realizadas. Cada aula pode envolver atividades de naturezas diferentes, como leituras, atividades escritas, práticas com o computador e práticas de computação desplugada. Quando a aula possui leituras associadas, estas são disponibilizadas na seção intitulada *Tópicos Relevantes*. As aulas podem ter uma seção intitulada *Folha de Atividades*, que consiste de um guia para as atividades a serem realizadas em sala.

A versão do livro para o estudante compila as leituras e as atividades escritas a serem realizadas. Deste modo, o *workbook* do estudante pode ter, em cada aula, as seções *Tópicos Relevantes* e *Folha de Tarefas*. Além disso, há um espaço reservado ao final de cada aula para a escrita de um diário de bordo. Os estudantes são incentivados a escreverem o diário de bordo como um relato da aula, descrevendo suas experiências e impressões. Recomendamos que o diário de bordo seja utilizado pelo professor como uma ferramenta de *feedback* útil sobre as experiências de aprendizagem vivenciadas pelos estudantes.

Para aumentar o suporte oferecido ao professor, também disponibilizamos materiais como mídias, slides e programas-base no site de apoio. O professor pode utilizar este material como base durante as explicações das aulas.

4. Experiência Preliminar

Nossa experiência preliminar com os materiais do livro do nono ano foi restrita à segunda unidade do livro, de programação com Python num contexto de manipulação de imagens. Os participantes foram 28 estudantes do nono ano de uma escola municipal do ensino fundamental de Amélia Rodrigues, na Bahia. Dos 28 alunos, 10 eram meninos e 18 eram meninas, com idade média de $14,8 \pm 0,6$ anos. As aulas foram realizadas em oito semanas, cada uma tendo uma hora de duração.

³Disponível em <https://sites.google.com/view/computacaofundamental/>

	AULA	CONTEÚDO
UNIDADE I	1 Impacto da Tecnologia na Cultura Humana C6, C7, C8, IC3, IC6, IC10 e IC14	Conceito e Exemplos de Tecnologia; Impacto da Tecnologia na vida humana; Questões éticas e o uso da Tecnologia.
	2 Minha nova fábrica de chocolate PC2, C7 e C8	Design de interfaces; Affordances; Mapeamento; Efeitos de transferência; Estereótipos populacionais; Ícones.
	3 A matemática do movimento PC1, PC2, PC4, PC5, PC7, PC10, PC11, PC12, PC15 e PCP11	Movimento uniformemente variado; Scratch; Variáveis, Entrada e saída, Loops, Condicionais, Contadores, Expressões aritméticas.
	4 Modelo Atômico de Bohr Mesmos objetivos da aula anterior	Modelo atômico de Bohr; Scratch; Variáveis, Entrada e saída, Loops, Condicionais, Contadores, Expressões aritméticas.
	5 Sistema Solar Mesmos objetivos da aula anterior	Sistema Solar; Movimento elíptico; Scratch; Variáveis, Entrada e saída, Loops, Condicionais, Contadores, Expressões aritméticas.
	6 Fazendo seu Projeto de Ciências (parte 1) PC1, PC2, PC4, PC5, PC7, PC10, PC11, PC12, PC13, PC15 e PCP11	Conceitos específicos de ciências; Scratch; Variáveis, Entrada e saída, Loops, Condicionais, Contadores, Expressões aritméticas, Funções matemáticas.
	7 Fazendo seu Projeto de Ciências (parte 2) Mesmos objetivos da aula anterior	
UNIDADE II	1 Pixel a Pixel PC2, PC5, PC8, PC12, PC15, PCP10 e PCP11	Imagens Digitais; Pixels; Padrão de cores RGB; Python; Variáveis, sequência, loops simples e funções de bibliotecas.
	2 Fazendo Seus Próprios Filtros PC2, PC5, PC8, PC15, PCP10 e PCP11	Efeitos de imagem; Pixels; Funções do JES; Variáveis, expressões aritméticas, sequência, loops, listas e funções.
	3 Mais Efeitos Utilizando Matemática Mesmos objetivos da aula anterior	
	4 Mais efeitos visuais Mesmos objetivos da aula anterior	
	5 Brincando com Chroma key Mesmos objetivos da aula anterior	Chroma key; Pixels; Funções do JES; Variáveis, expressões aritméticas, condicionais, loops, listas e funções.
	6 Gerador de Memes Mesmos objetivos da aula anterior	Efeitos de imagem; Pixels; Funções do JES; Variáveis, expressões aritméticas, sequência, loops, listas e funções.
	7 Cidade na Lama PC1, PC5, PC6 e PC9	Grafos não dirigidos; Algoritmos sobre grafos.
UNIDADE III	1 Fluxograma PC2, PC4, PC8, PC9, PC16, PCP5 e PCP10	Fluxogramas: Terminal, Seta de Fluxo, Processamento; Entrada de Dados, Saída de Dados; Decisão; Conector, Loops.
	2 Apertadinho PC2, PC4, PC8, PC9, PC15, PC16, PCP5, PCP10 e PCP11	Python; Variáveis, atribuição, entrada e saída, loops, condicionais, expressões lógicas e relacionais.
	3 Enquetes PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10, PCP11 e PCP15	Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, contadores, expressões aritméticas.
	4 Criptografia de César PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10 e PCP11	Criptografia; Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, strings, indexação de strings.
	5 Jogo da Forca PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10, PCP11 e PCP15	Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, strings, indexação de strings, expressões lógicas.
	6 A Droga da Obediência PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10 e PCP11	Criptografia; Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, strings, manipulação de strings.
	7 Ovos da Páscoa PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10, PCP11 e PCP15	Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, expressões lógicas e aritméticas, strings, indexação de strings, Arquivos.
	8 Jogo da Velha PC2, PC4, PC8, PC15, PC16, PCP5, PCP10 e PCP11	Python; Variáveis, entrada e saída, loops, condicionais, strings, listas e sua indexação, funções.
UNIDADE IV	1 Construindo um Semáforo PC2, PC7, PCP10, PCP11, PCP13, C7, C8, CDC1, CDC3, CDC4, CDC9 e CDC10	Circuitos elétricos e eletrônicos; Arduino; mBlock; Sequências e loops.
	2 Medindo a Luminosidade em um Ambiente Mesmos objetivos da aula anterior	Arduino; Sensor de luminosidade LDR; Sinais digitais e analógicos; mBlock; Sequências, loops e condicionais.
	3 Criando um Piano com o Arduino Mesmos objetivos da aula anterior	Arduino; Push button; Buzzer; mBlock; Sequências, loops e condicionais.
	4 Criando um Robô Dançarino Mesmos objetivos da aula anterior	Arduino; Servomotor (Micro Servo 9g SG90 TowerPro); mBlock; Sequências, loops e funções.
	5 Criando um Robô Guardião do Tesouro Mesmos objetivos da aula anterior	Arduino; Sensor ultrassônico (HSR04); mBlock; Sequências, loops e condições.
	6 Como funciona o Computador? PC14, CDC3 e CDC5	Arquitetura de hardware; Arquitetura de software.
	7 Criando seu Primeiro Protótipo com o Arduino Mesmos objetivos da aula 1	Circuitos eletrônicos; Arduino; Componentes; mBlock; Sequências, loops, condições e funções.
	8 Apresentando seu Primeiro Protótipo com o Arduino Mesmos objetivos da aula 1	Circuitos eletrônicos; Arduino; Componentes; mBlock; Sequências, loops, condições e funções; Apresentação de Slides.

Figura 3. Organização das aulas.

Utilizamos a linguagem Python e o ambiente *JES* para a realização das atividades em laboratório, que contava com 14 computadores *desktop*, um quadro-branco e conexão à Internet. Um dos autores deste artigo era professor nesta escola e foi o responsável pela condução das aulas semanais.

Nas primeiras quatro semanas, os estudantes, que não tinham conhecimento prévio de programação, trabalharam com os materiais da quarta unidade do livro do oitavo ano, para que pudessem ter os pré-requisitos mínimos que o livro do nono ano exige. Trabalharam com conceitos como estruturas de seleção, *loops*, funções e uso de parâmetros, num contexto de criação de figuras geométricas.

Nas quatro semanas seguintes, os estudantes trabalharam com o contexto de manipulação de imagens presente na segunda unidade do livro do nono ano 3. Os conceitos trabalhados foram sequência, estruturas de seleção, *loops*, funções e uso de parâmetros, variáveis e operadores aritméticos e relacionais.

As aulas funcionavam com apresentações de exemplos pelo professor e explicações simples para esclarecer a sintaxe básica de comandos na linguagem Python. Após a apresentação de exemplos e dos conceitos, os estudantes eram estimulados a fazer atividades, partindo das mais simples para as mais elaboradas, escrevendo seu próprio código em Python, no ambiente *JES*.

As aulas foram adaptadas à situação dos estudantes, que não haviam cursado computação anteriormente e não conheciam os materiais dos livros dos anos anteriores. Além disso, foram simplificadas as atividades para o tempo disponível para as aulas de Informática que poderiam abordar ideias de programação, ou seja, uma unidade com oito horas de duração. Apesar das simplificações desta experiência preliminar, os estudantes realizaram as atividades planejadas, desenvolveram seus códigos, sendo que alguns fizeram além do que o professor solicitou, exercendo sua criatividade. Depreende-se deste cenário que os materiais estavam adequados ao nível educacional em que estavam os estudantes.

5. Discussão

Pelo desenvolvimento do livro didático e através da experiência preliminar apresentada neste artigo, derivamos algumas lições aprendidas importantes, tais como a interdisciplinaridade da computação, o uso de contextos familiares aos estudantes combinado à retomada de conhecimentos e a concretização dos conhecimentos de computação através de artefatos físicos. A seguir, discutimos sucintamente estas lições.

A computação potencializa a integração interdisciplinar com a matemática e as ciências. Ao trabalharmos com simulações usando uma linguagem de blocos e animações, percebe-se a facilidade de introduzir conceitos matemáticos como funções trigonométricas ou de discutir diferentes aspectos das ciências, como mecânica, astronomia ou química. Os materiais desenvolvidos de simulações são uma amostra da convergência da computação com outras disciplinas escolares e, embora este currículo pressuponha a existência de uma disciplina de computação, é possível explorar uma gama ainda maior de interseções da computação com outras disciplinas através de trabalhos interdisciplinares.

Contextos familiares e retomada de conceitos auxiliam no processo de construção do conhecimento. Ausubel propõe a utilização de organizadores prévios

para que os aprendizes possam chegar a uma aprendizagem significativa [Ausubel 1960]. E Bruner introduz o currículo em espiral, no qual conhecimentos são reapresentados em diferentes momentos e em diferentes níveis de complexidade, de maneira justa e autêntica [Bruner 1966]. Trabalhando com a manutenção da familiaridade através dos contextos metodológicos usados no livro didático, podemos introduzir novos conceitos, ao mesmo tempo em que retomamos conceitos previamente trabalhados. Assim, nossas simulações reusam animações em Scratch e introduzem conceitos de ciências; a linguagem Python e o contexto de imagens são resgatados do livro do oitavo ano, integrando-os e permitindo trabalhar construções de programação textual como listas e matrizes; e o reuso da ferramenta mBlock e da programação de sensores em robôs no oitavo ano permitem introduzir mais facilmente noções de eletrônica e de programação de hardware livre.

A construção de artefatos físicos permite concretizar as realizações dos estudantes. Papert sugere a descoberta do conhecimento da através da construção de artefatos [Papert 1986]. Em todo o currículo proposto, fazemos uso da construção de artefatos ao criar programas, mas a concretização de ideias em artefatos físicos como os protótipos de soluções baseadas em hardware livre oferecem um novo olhar aos aprendizes sobre a realidade física também ser programável. Assim, os estudantes tornam-se capazes de construir modelos mentais do mundo a seu redor e, ao mesmo tempo, fazem o processo de aprendizagem ser mais eficaz, pelo mero fato de construírem objetos tangíveis.

6. Conclusões

Neste artigo, apresentamos uma proposta de currículo e um livro didático de computação para o nono ano do Ensino Fundamental II, baseados na integração interdisciplinar com matemática e ciências, no domínio de uma linguagem de programação textual, no uso de contextos de mídias e jogos textuais e na construção de protótipos de artefatos físicos baseados em hardware livre. Em uma avaliação preliminar, aplicamos uma parte dos materiais do livro com estudantes do nono ano de uma escola pública municipal.

Como síntese das lições aprendidas, destacamos a interdisciplinaridade da computação, o benefício de contextos metodológicos familiares aos estudantes combinados com a retomada de conceitos em um currículo em espiral e a concretização dos conhecimentos de computação através da construção de artefatos físicos.

A experiência do nono ano reforça a aquisição do pensamento computacional e as habilidades de programação, permitindo, adicionalmente, a formação de uma base teórico-prática para a aprendizagem da computação no ensino médio. Seguindo ou não na área de computação, os estudantes poderão ser agentes ativos num mundo tecnológico.

Este artigo encerra uma primeira etapa de construção de um currículo de computação para o Ensino Fundamental II. Com este currículo, a comunidade brasileira de educação em computação passa a ter elementos mais concretos para discussão curricular do que os trabalhos, relevantes porém preliminares, na forma de referenciais ou diretrizes curriculares. Para os professores de computação nas escolas, passa-se a contar com recursos didáticos concretos para toda uma etapa da educação básica. E, para os estudantes, oferece-se uma experiência concreta baseada em contextos lúdicos e familiares.

Como trabalhos futuros, pretendemos avaliar, em turmas do nono ano do ensino fundamental, o uso do livro em um ano acadêmico completo.

7. Agradecimentos

Este projeto foi apoiado pela FAPESP através do auxílio de pesquisa 2015/24331-1 e das bolsas de treinamento técnico 2018/12799-7 e 2018/15614-8.

Referências

- Araujo, L. G. J., Santana, B. L., and Bittencourt, R. A. (2019). Computação e Comunidade: Uma Proposta de Educação em Computação para o Sétimo Ano do Ensino Fundamental II. In *WIE 2019 - XXV Workshop de Informática na Escola*.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5):267.
- Bruner, J. (1966). *Uma Nova Teoria de Aprendizagem*. Bloch, Rio de Janeiro.
- Cliburn, D. C. (2006). The effectiveness of games as assignments in an introductory programming course. In *Proceedings. Frontiers in Education. 36th Annual Conference*, pages 6–10. IEEE.
- diSessa, A. A. (2018). Computational literacy and “the big picture” concerning computers in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 20(1):3–31.
- Galadima, A. A. (2014). Arduino as a learning tool. In *11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*, pages 1–4. IEEE.
- Grandell, L., Peltomäki, M., Back, R.-J., and Salakoski, T. (2006). Why complicate things? introducing programming in high school using python. In *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52*, pages 71–80.
- Guzdial, M. and Forte, A. (2005). Design process for a non-majors computing course. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(1):361–365.
- Papert, S. (1986). *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education*. MIT Media Lab.
- Rajaravivarma, R. (2005). A games-based approach for teaching the introductory programming course. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(4):98–102.
- Santana, B. L., Araujo, L. G. J., and Bittencourt, R. A. (2019). Computação e Eu: Uma Proposta de Educação em Computação para o Sexto Ano do Ensino Fundamental II. In *WEI 2019 - XXVII Workshop sobre Educação em Computação*.
- Santana, B. L., Araujo, L. G. J., and Bittencourt, R. A. (2020). Computação e Sociedade: Uma Proposta de Educação em Computação para o Oitavo Ano do Ensino Fundamental II. In *WIE 2020 - XXVI Workshop de Informática na Escola*.
- SBC (2017). Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica. <http://www.sbc.org.br/files/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>.
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O’Grady-Cunniff, D., Owens, B. B., Stephenson, C., and Verno, A. (2011). CSTA K–12 Computer Science Standards: Revised 2011. Technical report, CSTA/ACM, New York, NY, USA. 104111.