

Robótica Educacional aplicada à Simulação do Sistema Digestório

Cristine Elisa Ramos dos Reis*, Guilherme Ballardin Duso[†], Carine G. Webber*

Resumo

A utilização da tecnologia tem proporcionado a alunos e professores uma nova forma de ensinar e aprender, diversificando aulas e tornando-as mais atraentes, por meio dos recursos que oferece. Neste contexto, esse trabalho apresenta o planejamento da inserção da robótica educacional no ensino de ciências. Objetiva-se que os alunos compreendam o processo digestório dos alimentos em nosso corpo, simulando as etapas da digestão no corpo humano utilizando hardware e software. Espera-se desta forma estimular o raciocínio lógico por meio da robótica educacional, promovendo uma aprendizagem interativa e construtivista, que promova sua autonomia, além do domínio e a comunicação do conhecimento adquirido.

Palavras-chave

Robótica educacional, Ensino de Ciências, Sistema Digestório

Educational Robotics applied to the simulation of the Digestive System

Abstract

Technology is providing to students and educators a new form to teach and to learn, through more attractive lessons by means of the resources that it offers. In this context, this work discusses the *insertion of the educational robotics in the Sciences education. Main objective concerns the learning of digestive system, in a way that helps to understand how it works and process foods in our body, simulating the stages of the digestion in the human body using hardware and software. We intend to stimulate the logical reasoning by means of the educational robotics, promoting an interactive and constructivist learning process, promoting students autonomy, beyond the communication of the acquired knowledge.

Keywords

Educational robotics, Science education, Digestive System

I. INTRODUÇÃO

Atualmente a tecnologia está presente em todas as profissões e a necessidade de pessoas qualificadas tanto para operar quanto para criar e otimizar essas novas tecnologias é cada vez maior. A grande demanda por profissionais nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) e a pouca procura por cursos nestas áreas tem levado países a incentivar de forma prioritária o ingresso de graduandos nesses campos de atuação. Uma forma de apresentar tais áreas do conhecimento aos estudantes é por meio da inserção das tecnologias na escola [1].

A tecnologia está presente em nosso cotidiano e seria impossível realizar diversas tarefas básicas sem alguma interação com o mundo tecnológico. De fato, a tecnologia tem uma grande influência na sociedade do conhecimento e um papel de grande importância em diferentes contextos e finalidades, por consequência é desejável que esta interação

seja bastante abordada nas salas de aula de forma a torná-la uma aliada do aprendizado [2]

Diversos autores abordam que a sociedade como um todo busca uma escola que seja moderna e dê respostas equivalentes às habilidades exigidas atualmente no que diz respeito à formação de seus estudantes [1,2]. Uma preocupação crescente é que os estudantes consigam estar em fase com as novas ferramentas que estão a nossa disposição, sem que o seu uso seja interrompido no momento do ensino em sala de aula. É importante que os alunos estejam acostumados com a tecnologia e quando exigidas suas competências em manipulá-las se torne algo natural e orgânico. Ramos [2] apresenta algumas habilidades desejadas e que refletem a aprendizagem inovadora e criativa: aprender a programar, acessar a informação, aprender novos conhecimentos utilizando as tecnologias disponíveis, identificar o potencial, vantagens e os possíveis riscos que a tecnologia nos apresenta.

* Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, UCS, [†] Engenharia de Controle e Automação, UCS
E-mail: cerreis@ucs.br; gbduso@ucs.br; cgwebber@ucs.br

O pensamento computacional (CT) é um conceito recente que destaca a importância e as vantagens que o raciocínio computacional pode trazer como uma habilidade fundamental para profissionais de tecnologia. Wing [3] define o pensamento computacional como uma forma de utilizar a abstração e decomposição para a solução de grandes problemas. Isso é muito mais do que pensar como um computador, é utilizar múltiplos níveis de abstração para encarar os mais diversos tipos de problema.

A partir de estudos de diversos autores sobre a importância da aprendizagem de programação, surgiu a necessidade de acrescentar os conceitos de resolução de problemas e pensamento computacional nos currículos escolares [4, 5]. De forma complementar, é importante definir quais ferramentas podem ser utilizadas para desenvolver e avaliar as habilidades necessárias [6,7,8]. Contudo, tais ferramentas educacionais são ainda pouco estudadas para a aprendizagem das habilidades de STEM nas escolas primárias [7,9].

Um assunto bastante abordado atualmente associa o conteúdo proposto durante o ensino com relação as necessidades da sociedade atual. Ainda faltam pessoas interessadas nas áreas de STEM durante o ensino secundário e após na universidade traz a tona uma grande preocupação em desenvolver o interesse nestas disciplinas [5]. O que explica Resnick [8] é que o objetivo de inserir estas disciplinas no currículo básico das escolas deve ser de que o estudante esteja apto e desenvolva habilidades como criar, utilizar a lógica, desenvolver soluções e ter a habilidade de discernir entre as possibilidades oferecidas e não simplesmente utilizar as ferramentas tecnológicas como entretenimento, nas palavras do autor, para navegar, conversar e interagir.

Uma das maneiras de desenvolver as habilidades desejadas de forma criativa e produzindo aprendizagens é por meio da introdução da Robótica [1,10,11,12]. A fim de investigar os caminhos que envolvem a inserção da Robótica em nossa realidade, desenvolveu-se o presente trabalho. O artigo está organizado em três partes. A seção 2 trata de trabalhos relacionados com a inserção do pensamento computacional. A seção 3 aborda a robótica educacional, identificando produtos aptos ao uso em sala de aula e analisando as alternativas. A seção 4 trata de um projeto realizado por uma professora do ensino fundamental a fim de explorar a robótica e o pensamento computacional no ensino de Ciências, em especial sobre o tema do Sistema Digestório. Por fim, conclusões preliminares são descritas.

II. TRABALHOS RELACIONADOS AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O pensamento computacional foi definido e muito discutido após a publicação do artigo Wing [3], onde são apresentados os motivos pelos quais o pensamento computacional e o raciocínio lógico devem ser uma habilidade fundamental não só em profissionais da área técnica, mas uma competência acessível para todas as pessoas. Wing explica como o pensamento computacional não é apenas pensar ou resolver problemas como um

computador e tampouco a habilidade de programar, mas sim desenvolver a capacidade de resolver problemas de alta complexidade utilizando vários níveis de abstração.

O método de resolução de problemas envolvendo pensamento computacional torna possível modelar matematicamente e fisicamente problemas de complexa abstração tornando-os solucionáveis através de ferramentas computacionais. A modelagem dos problemas torna possível a análise de dados, simulação de modelos reais e a generalização do processo de solução de problemas. Para Ramos [2], o CT é um conjunto de habilidades intelectuais que pode ser relacionada e considerada tão fundamental quanto a leitura, escrita e operações aritméticas, e sua importância se aplica ao desenvolvimento de habilidades capazes de auxiliar a resolução de problemas em todas as áreas do conhecimento e ao longo de toda a vida, não tendo como propósito tornar a todos computadores, mas sim desenvolver uma análise sistemática onde as máquinas apenas desenvolvem a parte repetitiva do problema e a real solução e abstração da situação proposta foi resolvido anteriormente de forma intelectual.

O pensamento computacional compreende, modela, organiza e analisa o problema de forma a utilizar o computador e ferramentas análogas, onde podemos simular e automatizar soluções por meio de algoritmos e softwares que resolvem esses processos nas mais genéricas situações. É parte do CT a destreza ao avaliar um problema passível de ser resolvido computacionalmente ou não, por meio das ferramentas disponíveis e da tecnologia a nosso alcance e ainda entender as limitações envolvidas na solução genérica que computadores nos oferecem [2].

A definição mais encontrada nos artigos é que o pensamento computacional é uma sistemática de resolução de problemas. As características que devem estar presentes são a modelagem de um determinado problema com o intuito de solução via computador, ou outra ferramenta equivalente. Também a análise e lógica em relação aos dados obtidos, capacidade de modelar os dados de forma que se possa automatizar ou simular soluções com auxílio de algoritmo. Bem como o desenvolvimento e implementação de soluções eficazes e a possibilidade de generalização para problemas maiores tornando a solução não pontual, mas aplicável a diversos tipos de problemas maiores [9].

São muitas as habilidades que envolvem o pensamento computacional, pelo fato de ser multidisciplinar existem várias habilidades que envolvem a resolução dos problemas, porém algumas habilidades são tidas como básicas para qualquer solucionamento como: abstração - que sugere alcançar e entender a essência do problema que se está querendo solucionar por meio da análise minuciosa e detalhada em vários níveis, decomposição - que consiste em dividir um grande problema em vários menores e ir solucionando uma parte de cada a vez que se tornam mais fáceis de organizar e analisar e a metodologia de solução que consiste em sequenciar os passos necessários para alcançar a solução do problema em questão.

III. ROBÓTICA EDUCACIONAL

Segundo Craig [13] a robótica consiste em um campo do conhecimento que une das áreas de mecânica, sensores, atuadores e computadores onde robôs são plataformas de hardware que podem ser programados via computador ou através do próprio microcontrolador da máquina [14,15].

A robótica educativa é uma plataforma onde o estudante pode desenvolver e programar um robô com auxílio de um software desenvolvido para tal função [4]. A robótica é um campo do estudo multidisciplinar, pois une conceitos de várias áreas da tecnologia assim é natural que seja o campo escolhido para a aplicação na área pedagógica. A junção de todas as faculdades intelectuais necessárias para o desenvolvimento do raciocínio na robótica faz com que os estudantes entendam que cada matéria estudada nas outras disciplinas são úteis e podem ser utilizadas em conjunto para a solução de problemas diferentes dos propostos no ensino padrão. A fig.1 apresenta um dos robôs educacionais mais conhecidos. O NAO já foi utilizado em muitos estudos e artigos com o objetivo de unir a robótica e a sala de aula [16].



Fig.1: Robô NAO H25 Humanóide (Aldebaran Robotics)

A robótica educacional tem se tornado cada vez mais eficaz e atraente no ambiente educacional por aumentar a utilização de recursos digitais utilizando conceitos de design, desenvolvimento e controle por meio de dispositivos eletrônicos onde os alunos podem desenvolver e compartilhar com os colegas. A partir deste ponto os estudantes percebem que não são simplesmente usuários, mas conseguem construir e controlar plataformas robóticas de modo a passar instruções úteis para solucionar o problema proposto por eles próprios.

A robótica educacional utiliza-se da interação com um dispositivo mecânico e eletrônico de modo com que sejam favorecidos os processos cognitivos, unindo desta forma o concreto e o abstrato na obtenção da solução do problema. Neste processo o estudante tem a possibilidade de construir, implementar e controlar um dispositivo e em todas etapas desenvolve conhecimento e experiência para desafios futuros [14]. A inserção da robótica pedagógica consiste na interação entre alunos e professores com uma plataforma que possibilite a montagem, desenvolvimento e controle do dispositivo onde todos podem interagir com a plataforma

desenvolvendo novos conhecimentos, que podem ser provenientes de diferentes áreas científicas.

Para D'Abreu a robótica pedagógica se relaciona com o currículo da educação na sociedade atual já que tecnologias computacionais já são parte do cotidiano e a sua inserção curricular não deve ser vetada, sendo assim o conhecimento de robótica caminha lado a lado com a evolução da sociedade e traz modernidade aos planos de ensino da educação [13]. Destaca-se a importância da existência de um momento para a produção de conhecimento de forma coletiva por parte dos alunos com foco em uma solução do grupo onde se aplicam os conhecimentos adquiridos por todos os participantes.

Dentro do contexto da robótica com foco educacional destaca-se a plataforma LEGO mindstorms que conta com a facilidade de montagem dos blocos bastante conhecidos com o intuito de aplicar algumas funções automáticas possibilitadas por atuadores e sensores de fácil manipulação.

A plataforma LEGO Mindstorms NXT foi lançada em 1998 através de uma parceria entre a empresa LEGO e o MIT (Massachusetts Institute of Technology). Primeiramente com o nome de RIS (Robotics Invention System) era um software onde o usuário poderia programar e construir seus próprios robôs [12]. O kit do RIS era composto por um par de motores, dois sensores de toque e um sensor de luminosidade e era programado por um computador chamado RCX [17].

A plataforma LEGO Mindstorm foi lançado posteriormente em 2006 como sendo é um kit educacional composto por blocos de montar, motores elétricos, sensores e um microcomputador, dentre os componentes especiais podem ser citados eixos, engrenagens e motores onde a linguagem NXT-G é utilizada para programação. O principal motivo da enorme popularidade do kit é a sua facilidade de compreensão e sua curva de aprendizagem rápida que está relacionada com a programação em blocos que se encaixam similar a ideia do *hardware* do kit. O dispositivo permite com que iniciantes na área da robótica aprendam sobre design e desenvolvimento de forma eficaz [18]. O grande diferencial deste kit para os demais apresentados no mercado é a junção dos blocos de montar bastante conhecidos com a possibilidade de montar quase o que a imaginação do usuário permitir com atuadores, sensores e um microcontrolador programável que possibilita o desenvolvimento de vários robôs em um só kit.

Alvarez aponta em seu artigo que os kits Lego auxiliam no desenvolvimento do pensamento analítico e resolução de problemas através da *gamification* (uso de jogos eletrônicos em outro contexto para atrair a atenção dos estudantes em aprender) [6]. O kit contém software (na fig.2) e hardware (na fig.3), ambos de aprendizado intuitivo e fácil tanto para os estudantes quanto professores.

Contudo, para o desenvolvimento de certos projetos o kit Lego pode apresentar limitações (tais como o limite da força do motor e ausência de componentes específicos), apontadas por Morales, Giacomelli e Costa [19]. A facilidade de encaixe de peças torna possível a construção de protótipos 3D que podem engrandecer os recursos disponíveis no kit. Desta forma, o conjunto de problemas que pode ser trabalhado na área da Física, por exemplo, é bem vasto.

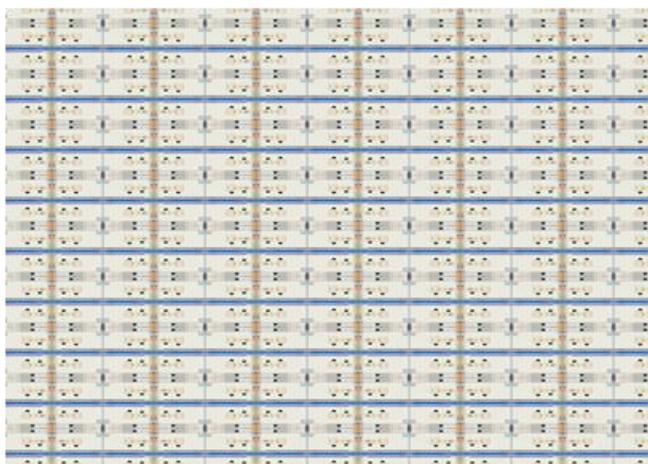


Fig 2: Ambiente de desenvolvido da Lego [6]

O Make Block (na fig.4) é um robô educacional criado pela empresa de mesmo nome com o objetivo de atingir makers, hobbystas, estudantes e educadores [20]. O Make Block possui um processador baseado em Arduino e controla dois motores para a movimentação do robô. Possui também um sensor de distância por ultrassom e um sensor de linha. Este produto foi desenvolvido com componentes bastante comuns no mercado e possui algumas funções bastante procuradas por iniciantes na área de robótica. O produto também possui um aplicativo próprio que pode ser utilizado na programação e movimentação do robô.

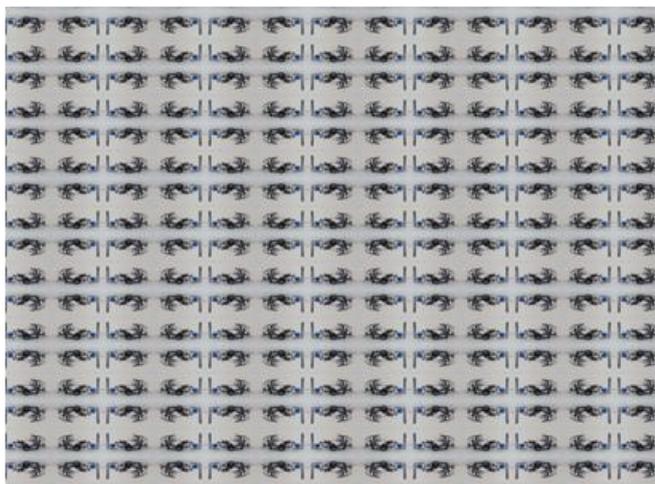


Fig 3: Robô montado com o kit Lego [6]

Um ponto bastante interessante acerca do Make Block é o fato do produto vir desmontado, possibilitando ao usuário entender como os componentes são acoplados no seu interior e possibilitando o aprendizado também na montagem do hardware e de seus componentes. A particularidade deste produto utilizar componentes que podem ser facilmente encontrados pelos usuários também permite que, após atingido certo grau de conhecimento na área, o estudante possa construir seus próprios robôs fazendo uso dos componentes que já foram apresentados pelo kit.



Fig 4: Robô educacional Make Block [20]

A proposta do Cubelets apresentado na fig.5 é disponibilizar ao usuário muitos robôs, em forma de cubos encaixáveis [21]. O módulo inicial disponibiliza vinte cubos magnéticos, que juntos podem desenvolver diversas tarefas. Em cada cubo pode ter um sensor, atuador ou a alimentação do sistema e por ser modular o kit permite a montagem de acordo com o que for desenvolvido pela lógica do usuário. Por permitir várias formas de montagem o Cubelets induz o usuário a pensar e desenvolver novas soluções para a montagem, pois permite unir os blocos de muitas formas diferentes.



Fig 5: Robô Cubelets [21]

A fig.6 apresenta o robô educacional Cozmo, desenvolvido pela empresa Anki com o objetivo de tornar a inteligência artificial acessível para todos [22]. O Cozmo possui a capacidade de reconhecer faces e animais, também permite configurá-lo para falar algumas frases e além disso tem o objetivo de demonstrar emoções durante a interação com o usuário.

Em conjunto com o Cozmo, o produto contém três cubos para interagir com o robô. Os cubos são utilizados para resolver os desafios diários que são propostos no aplicativo, que é atualizado frequentemente com novas funcionalidades

e jogos para o usuário. Durante a interação com o usuário o Cozmo utiliza seu *display* frontal e os sons emitidos para transmitir emoções de forma que realmente pareçam reais. A inteligência artificial do robô é bastante impressionante e o aplicativo propõe jogos que são divertidos e capta a atenção do usuário.

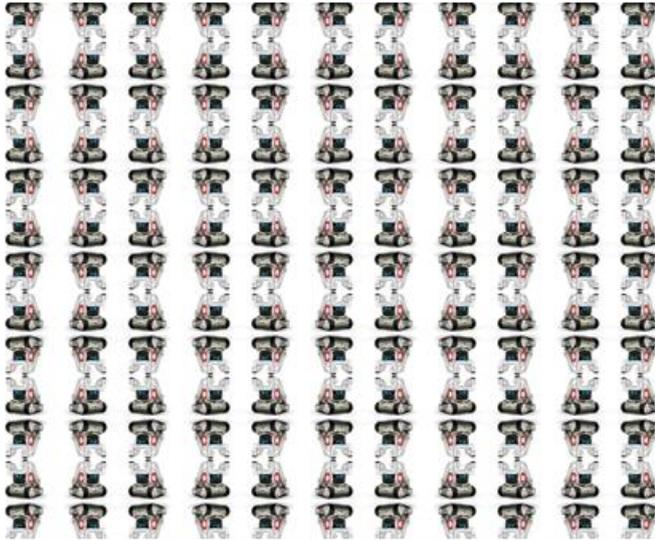


Fig 6: Robô Cozmo [22]

A tabela 1 apresenta as principais ferramentas com intuito educacional disponível no mercado. Dentro das ferramentas apresentadas são analisados dados como o intuito do produto, isto é, com que justificativa ele é apresentado ao público: educacional ou entretenimento. Nesta tabela foram analisados os meios de programação, se dispõe de uma plataforma de desenvolvimento, se o código fonte está disponível para melhorias por parte dos usuários, e por fim, o preço do produto para instituições de ensino.

Tabela 1 : Lista de kits e robôs educacionais

Produto	Objetivo	Tipo de Programas	Software	Open Source	Preço
Make Blocks	Educacional (Lógica)	Gráficos (blocos)	Aplicativo	Baseado em Arduino	USD 94,99
Sphero	Educacional/ entretenimento	Gráficos (blocos)	Aplicativo	Não	USD 129,99
Ollie	Educacional/ entretenimento	Não possui	Aplicativo	Não	USD 99,99
Romibo	Educacional (social)	Não possui	Não possui	Não	USD 599,99
Cubelets	Educacional (Lógica)	Linguagem lógica	Não possui	Não	USD 299,95
Ozobots	Educacional/ entretenimento	Gráficos	Não possui	Não	USD 99,00
Dash and Dot	Educacional (Lógica)	Gráficos (blocos)	Aplicativo	Não	USD 149,99
Wow Wee (MiP)	Educacional/ entretenimento	Gráficos	Aplicativo	Não	USD 69,99
RoboBlock	Educacional/ entretenimento	Não possui	Não possui	Não	Não informado
Pleo	Entretenimento	Não possui	Não possui	Não	Não informado
Cozmo	Educacional (Lógica)	Lógica de blocos	Aplicativo	Não	USD 179,99
BB8	Entretenimento	Não possui	Aplicativo	Não	Não informado
NÃO	Educacional (social)	Não indicado	Não possui	Não	Não informado
LEGO	Educacional	Gráficos (blocos)	PC	Apenas Hardware	BRL 1900,00
Mindstorm					

Com relação às ferramentas disponíveis percebe-se o uso maior das ferramentas LEGO e NAO tanto para uso no currículo escolar quanto para ênfase em áreas específicas do

conhecimento. As ferramentas disponíveis, como visto nos estudos citados, conseguem prender a atenção de estudantes e incentivar o aprendizado de recursos tecnológicos. Porém, existem alguns pontos negativos envolvendo esses dispositivos. Primeiramente, o valor do investimento necessário pode inviabilizar a inserção da robótica nas escolas, pois quase todos são fabricados no exterior (uma importação gera custos maiores devido aos tributos e frete). Outro ponto a ser destacado é que tais produtos são desenvolvidos para uso em países desenvolvidos, com melhor infraestrutura de salas de aulas e para conservação dos materiais. Os produtos apresentados em sua grande maioria tem material didático disponível apenas no idioma inglês, que pode ser um obstáculo na inserção em salas de aula brasileiras. Um levantamento complementar sobre kits educacionais para ensino com a robótica foi descrito por Fornaza, Webber e Villas-Boas [23].

Como opção dessa busca por manter uma relação próxima entre a sala de aula e os alunos das séries iniciais o presente trabalho sugere o desenvolvimento de um dispositivo de hardware programável. Este componente robótico tem como objetivo ser simples e despertar o interesse dos alunos no desenvolvimento do raciocínio lógico. O dispositivo pretende também ser de fácil utilização para que não seja um obstáculo para professores manuseá-lo em sala de aula e dinâmico o suficiente para ser possível propor uma considerável soma de desafios para serem solucionados pelos estudantes. Um ponto de bastante importância é a preocupação em utilizar componentes de fácil acesso tanto para a manutenção do dispositivo, quanto para melhorias que possam ser aplicadas por desenvolvedores.

IV. MATERIAL E MÉTODOS

A atividade proposta foi elaborada para ser aplicada nas séries finais da educação básica, em particular na escola Estadual de Ensino Médio João Pilati. Para a realização dessa atividade os alunos devem ser direcionados a buscar informações a respeito de tema em diversas fontes previamente estabelecidas pelo professor. Para avaliar a proposta foi selecionado o tema: sistema digestório. A primeira produção dos alunos envolveu representar, em forma de cartaz, o sistema digestório. Posteriormente, a robótica será inserida. Utilizou-se o software para desenvolvimento para Arduino (fig.7) [24].

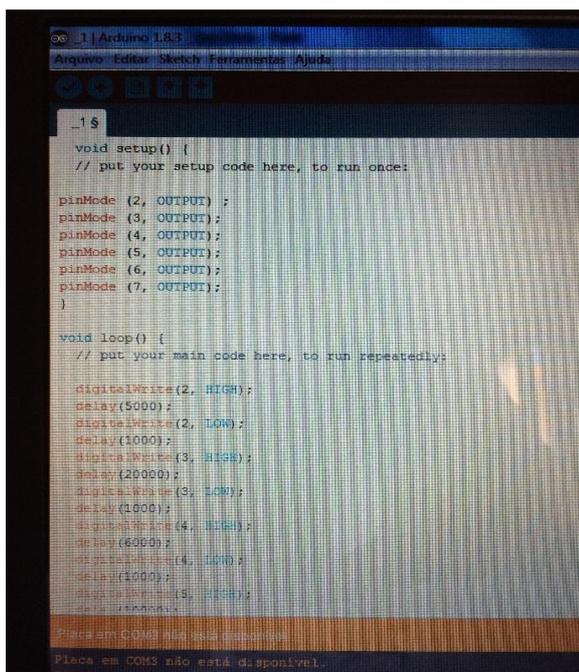


Fig. 7. Software Arduino.

Em conjunto com o software, o hardware foi desenvolvido utilizando lâmpadas de LED, uma cor para cada órgão ou glândula a ser representada. Cada LED é acionado por comandos inseridos no software (fig. 8).



Fig.8: Sistema Digestório.

Os LEDs devem ser conectados ao cartaz (feito em papel) que representa o Sistema Digestório (elaborado pelo aluno) com fios e unidos com solda (figura 9), por sua vez

conectados ao microcontrolador Arduino. Um microcontrolador é um circuito integrado que recebe a programação responsável por coletar dados dos sensores e acionar os atuadores.

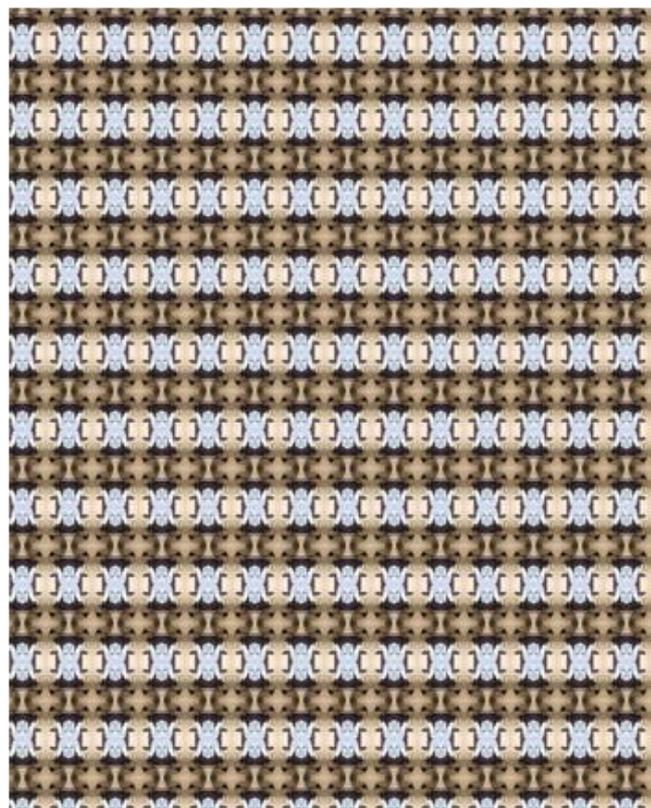


Fig. 9: Conexões entre cartaz e microcontrolador Arduino.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira etapa do presente estudo compreendeu uma revisão da importância do pensamento computacional e como a sua aplicação nas séries iniciais pode ser benéfica para o desenvolvimento do raciocínio lógico do estudante. Através desse estudo obteve-se conhecimento acerca dos produtos disponíveis atualmente, seus objetivos como instrumentos educacionais e como podem ser empregados em sala de aula.

O presente trabalho determinou as linhas gerais que serão seguidas no desenvolvimento do componente de hardware proposto e especificou os componentes principais a serem utilizados na aplicação das atividades em sala de aula. Foram determinados também os critérios a serem avaliados após a sua aplicação em uma situação real de aprendizado e de que forma o componente de hardware pode ser validado como suporte ao ensino visando integrar as novas tecnologias.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Susilo et al. Stormlab for stem education: an affordable modular robotic kit for integrated science, technology, engineering, and math education. *IEEE Robotics Automation Magazine*, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 47–55, June 2016.
- [2] J. L. Ramos, R. G. Espadeiro Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem. *Educação, Formação & Tecnologias*, v. 7, n. 2, p. 4–25, 2014.

- [3] Jeanette. M. Wing, Computational thinking. Communications of the ACM, [S.l.], v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.
- [4] Ana Gonçalves, Carlos. Freire, O primeiro ano do projeto de robótica educativa. In: ATAS do II Congresso Internacional TIC e Educação, 2012. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2012. p. 1704–1719.
- [5] E. Ramos et al. Pensamento computacional na escola e práticas de avaliação das aprendizagens. uma revisão sistemática da literatura. Challenges 2015: Meio século de TIC na Educação, Half a century of ICT in Education, [S.l.], p. 595–846, 2015.
- [6] A. Álvarez, M. Larrañaga, Using lego mindstorms to engage students on algorithm design. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2013., 2013. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2013. p. 1346–1351.
- [7] V. Chaudhary et al., An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using Lego robotics education kit. In: IEEE Eight International Conference on Technology for Education (T4E), 2016.,Anais. . . [S.l.: s.n.], 2016. p. 38–41.
- [8] M. Resnick et al. Scratch: programming for all. Communications of the ACM, [S.l.], v. 52, n. 11, p. 60–67, 2009.
- [9] André Raabe. et al. Recomendações para introdução do pensamento computacional na educação básica. In: WORKSHOP Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2015. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2015.
- [10] M. Chevalier, F.Riedo, F. Mondada, Pedagogical uses of thymio ii: how do teachers perceive educational robots in formal education? IEEE Robotics Automation Magazine, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 16–23, June 2016.
- [11] K. Y.Chin; Z. W.Hong; Y. L.Chen, Impact of using an educational robot-based learning system on students 2019; motivation in elementary education. IEEE Transactions on Learning Technologies, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 333–345, Oct 2014.
- [12] C.Conchinha, J.Freitas, Robots & necessidades educativas especiais: a robótica educativa aplicada a alunos autistas. Challenges 2015: Meio Século de TIC na Educação, Half a Century of ICT in Education, [S.l.], p. 21–35, 2015.
- [13] J. J Craig. Robótica. 3a edição. [S.l.]: São Paulo: Editora Pearson, 2012.
- [14] D'ABREU, J. V. V.; GARCIA, M. Robótica pedagógica e currículo.In Workshop de Robótica Educacional – WRE. Proceedings of the Joint Conference 2010 - SBIA-SBRN-JRI, Workshops, São Bernardo do Campo, São Paulo Brasil, pp.01-06.
- [15] V. J.Lin, Computational thinking and technology toys. Honors Thesis Collection, [S.l.], v. 307, 2015.
- [16] Who is NAO. Acesso em: 20 de out. De 2017, Disponível em: <https://www.ald.softbankrobotics.com/en>
- [17] JR, J. L.Ford, Lego mindstorms nxt 2.0 for teens. [S.l.]: Cengage Learning, 2011.
- [18]C. B. Nielsen, P. Adams, Active learning via lego mindstorms in systems engineering education. In: IEEE International Symposium on Systemas Engineering(ISSE), 2015., 2015. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2015. p. 489–495.
- [19] A.C.Morales, P. Giacomelli, G.M. Costa. Relações entre a Robótica Educacional e a Física do Ensino Médio. Scientia cum Industria, v. 5, v. 2, pp. 121 -128, 2017.
- [20] mBot Overview. Acesso em: 15 de abr. de 2017, Disponível em: <http://www.makeblock.com>.
- [21] Getting Started With Cubelets. Acesso em: 15 de abr. de 2017, Disponível em: <http://www.modrobotics.com/cubelets/>.
- [22] Meet Cozmo. Acesso em: 15 de abr. de 2017, Disponível em: <https://anki.com/en-us/cozmo>.
- [23] R. Formaza, C.G.Webber, V.Villa-Boas. Kits Educacionais de Robótica: opções para o Ensino de Ciências. Scientia cum Industria, v. 3, n. 3, pp.142-147, 2015.
- [24] Arduino UNO R3 Overview. Acesso em: 13 de mai. de 2017, Disponível em: <https://www.arduino.cc/>.