

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

GLAUCO DONIZETI PIMENTA LOPES


**ARDUINO E INTERNET DAS COISAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA: APLICAÇÕES VERSÁTEIS NO COTIDIANO E
INCLUSÃO DIGITAL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2020

GLAUCO DONIZETI PIMENTA LOPES



**ARDUINO E INTERNET DAS COISAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA: APLICAÇÕES VERSÁTEIS NO COTIDIANO E
INCLUSÃO DIGITAL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Polo UAB do Município de Franca/SP, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana L Vincenzi

MEDIANEIRA

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

Arduino e internet das coisas no ensino de Ciências da Natureza:
aplicações versáteis no cotidiano e inclusão digital

Por

Glauco Donizeti Pimenta Lopes

Esta monografia foi apresentada às 15:30 h do dia 26 de setembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências - Polo de Franca/SP, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti
UTFPR – Campus Medianeira
(orientadora)

Prof. Me. Ricardo Sobjak
UTFPR – Campus Medianeira

Prof. Dr. William Arthur Philip L. Naidoo Terroso de Mendonça Brandão
UTFPR – Campus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe pelo apoio incondicional, e a todos que, de modo direto ou indireto, incentivaram e contribuíram para torná-lo possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

A minha orientadora Professora Dra. Silvana Ligia Vincenzi pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos Professores do curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Professores da UTFPR, Campus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“O cérebro eletrônico faz tudo
Faz quase tudo
Quase tudo
Mas ele é mudo
O cérebro eletrônico comanda
Manda e desmanda
Ele é quem manda
Mas ele não anda”. (GIL, 1969)

RESUMO

LOPES, Glauco Donizeti Pimenta. Arduino e internet das coisas no ensino de Ciências da Natureza: aplicações versáteis no cotidiano e inclusão digital. 2020. 54f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

A plataforma Arduino permite, aos estudantes do ensino de Ciências da Natureza, a criação de protótipos voltados para solucionar situações-problemas em Ciências e Física, respectivamente, das séries finais do ensino fundamental e do ensino médio. O conceito de Internet das Coisas possibilita que protótipos com Arduino e módulos executem tarefas por meio da web. Vários módulos específicos permitem conexões compatíveis com as plataformas Arduino e Internet das Coisas. O objetivo deste trabalho consiste em apresentar protótipos de baixo custo, a partir dos autores referenciados, com Arduino e Internet das Coisas que possam viabilizar a curiosidade, o aprendizado significativo, o raciocínio lógico, o senso crítico, a solução de situações-problemas e a inclusão digital dos estudantes no ensino de Ciências Naturais. Este trabalho faz uma revisão bibliográfica de artigos técnico-científicos publicados e explora protótipos que possam desenvolver as habilidades e o raciocínio lógico por meio de metodologias ativas. Nesse sentido, busca-se adequar os protótipos explorados com as competências e habilidades gerais da Base Nacional Curricular Comum que compõem a matriz curricular do ensino básico. Os artigos explorados mostram-se viáveis e versáteis para inúmeras soluções-problemas no dia a dia, promovendo, inclusive, a aprendizagem significativa na compreensão das fenomenologias físicas e letramento digital.

Palavras-chave: Controladores Eletrônicos. Sensores. Protótipos. Cultura Maker. Programação.

ABSTRACT

LOPES, Glauco Donizeti Pimenta. Arduino and internet of things in the teaching of Natural Sciences: versatile applications in everyday life and digital inclusion. 2020. 54f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

The Arduino platform allows students in the teaching of Natural Sciences to create prototypes aimed at solving problem situations in Science and Physics, respectively, in the final grades of elementary and high school. The Internet of Things concept allows prototypes with Arduino and modules to perform tasks through the web. Several specific modules allow compatible connections with the Arduino and Internet of Things platforms. The objective of this work is to present low-cost prototypes, based on the referenced authors, with Arduino and Internet of Things that can enable curiosity, meaningful learning, logical reasoning, critical sense, solution of problem situations and the digital inclusion of students in the teaching of Natural Sciences. This work makes a bibliographic review of published technical-scientific articles and explores prototypes that can develop skills and logical reasoning through active methodologies. In this sense, it seeks to adapt the prototypes explored with the general competences and skills in the Common National Curricular Base that make up the curriculum of basic education. The articles explored prove to be viable and versatile for numerous day-to-day problem solutions, promoting meaningful learning in understanding physical phenomenologies and digital literacy.

Keywords: Electronic Controllers. Sensors. Prototypes. Maker Culture. Programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ensino de Ciências e tecnologias Arduino e IoT.	15
Figura 2 - Estrutura da BNCC para a educação básica.	17
Figura 3 - Reestruturação do ensino médio, BNCC e LDB.	18
Figura 4 - Placa Arduino Uno legítima.....	20
Figura 5 – Placa Freeduino.	20
Figura 6 - Placa Robocore.....	21
Figura 7 - Módulo sensor ultrassônico.	22
Figura 8 - Módulo sensor infravermelho.....	22
Figura 9 - Módulo shield expensor	22
Figura 10 – Módulos sensores diversos.....	22
Figura 11 - Comunicação entre porta input e output do Arduino.	23
Figura 12 – Conexão do Arduino com a porta serial do PC.	24
Figura 13 - Protoboard, Arduino, componentes e as conexões.....	25
Figura 14 - Protótipo Arduino com LDR e LED na protoboard.	36
Figura 15 - Protótipo Arduino, servomotor e LDR.	37
Figura 16 – Protótipo Arduino (à esq.) e tela do celular (à dir.).....	38
Figura 17 – Esquema da irrigação (à esq.) e aplicação prática (à dir.).....	38
Figura 18 – Telas do aplicativo (à esq.) e maquete com IoT (à dir.).....	39
Figura 19 – Arranjo experimental com Arduino em detalhes.....	40
Figura 20 - Protótipo da estação meteorológica e dados consultados.....	41
Figura 21 - Dosador automático de ração para animais.....	42
Figura 22 - Braço robótico automático com Arduino.	43
Figura 23 - Arduino e módulos (à esq.) e Wash Timer (à dir.).....	44
Figura 24 - Competências gerais da BNCC e a educação básica.....	50
Figura 25 - Competências da BNCC e o ensino fundamental.....	51
Figura 26 – Competências da BNCC e o ensino médio.....	52
Figura 27 – Sketch programado com a IDE do Arduino.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	12
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 TECNOLOGIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS	14
3.2 BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM	15
3.3 ARDUINO	19
3.4 INTERNET DAS COISAS	26
3.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	28
3.6 ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	30
3.7 CRIATIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL	32
3.8 APLICAÇÕES PRÁTICAS DO ARDUINO E IOT	34
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	50
ANEXO A	50
ANEXO B	51
ANEXO C	52
ANEXO D	53

1 INTRODUÇÃO

O termo Arduino foi criado em 2005 por uma equipe de professores-pesquisadores italianos no Instituto de Design Interativo de Ivrea, na região de Milão na Itália, sob liderança de Massimo Banzi. O propósito da plataforma Arduino foi desenvolver um controlador eletrônico de baixo custo e amigável no manuseio para criar protótipos dotado de módulos periféricos (sensores e shields), tornando-se uma ferramenta educacional para a prototipagem. A plataforma Arduino segue a filosofia hardware livre de código fonte aberto com portas lógicas de entrada e saída, analógicas e/ou digitais, cujo microprocessador é programável para executar aplicações versáteis no cotidiano.

O conceito de Internet das Coisas (sigla IoT, em inglês) foi popularizado pelo tecnologista britânico Kevin Ashton, em 1999, ao descrever um sistema no qual “a internet é conectada ao mundo físico por meio de sensores periféricos capazes de observar, identificar e entender o mundo sem as limitações da entrada de dados pelos seres humanos” (ASHTON et al., 2009). Dessa maneira, o controlador Arduino, ao ser integrado com módulos sensores específicos e módulo Wifi, possibilita a interatividade e o controle automático de equipamentos ou dispositivos eletromecânicos de modo remoto, via web, por meio dos smartphones ou computadores. Cada vez mais, essas tecnologias de controle assistido a distância estão presentes em televisores com Inteligência Artificial (sigla AI, em inglês), sistema de iluminação residencial, central de alarme e câmeras, mecanismo de abertura e fechamento de portões, monitoramento da climatização e diversos outros dispositivos no dia a dia.

A temática dessa revisão bibliográfica abrange os componentes curriculares de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em especial a Física, com a plataforma Arduino e o conceito de IoT como objetos de conhecimento, revelando propostas contextualizadas e desafios aos estudantes com situações-problemas do cotidiano. Desse modo, a compreensão das leis e fenomenologias da Física tornam-se muito mais compreensíveis e estimulantes no processo de ensino-aprendizagem. O objetivo dessa pesquisa bibliográfica é apresentar protótipos com Arduino e IoT, a partir de artigos dos autores referenciados, que possam viabilizar o aprendizado significativo, o raciocínio lógico, o senso crítico, o trabalho em equipe, a solução de problemas e inclusão digital no ensino de Ciências da Natureza. Os controladores Arduino e ESP-

32 são placas cujo microchip pode ser programado para que os protótipos executem as tarefas desejadas, desenvolvendo nos estudantes o letramento digital e lógico-matemático. Tais protótipos com Arduino e IoT podem ser criados por equipes de estudantes para desenvolver, em especial, a cognição, a lógica, a experimentação e as fenomenologias físicas de acordo com os conteúdos curriculares escolares.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é um documento de caráter normativo que “define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica” (BNCC, 2017, s.p). As diretrizes da BNCC “orienta os princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação básica” (BNCC, 2017, s. p). Definidas a partir de políticas públicas para a educação básica, a estrutura da BNCC adota fundamentos pedagógicos para aprimorar e ampliar as habilidades e fortalecer a autonomia dos estudantes ao longo das etapas escolares da educação básica: educação infantil, ensino fundamental, e ensino médio (BNCC, 2017).

A plataforma Arduino e o conceito de IoT também fazem parte da cultura Maker (“faça você mesmo”), possibilitando os estudantes a utilizar a criatividade e a inventividade nas mais diversas situações-problemas no cotidiano vinculado à construção do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Arduino e IoT, como objetos de conhecimento e cultura Maker, estimulam a criatividade, o pensamento computacional, o aprendizado prático em eletrônica, o raciocínio lógico com linguagem de programação, aplicações versáteis para o dia a dia com protótipos científico-tecnológicos de modo lúdico-educativo e prático de baixo custo.

Algumas aplicações com Arduino e ESP-32, explorados nessa revisão bibliográfica, possibilitam os estudantes a criarem protótipos para irrigação automática em hortas comunitárias, controle automático de mecanismos ou dispositivos em função dos módulos sensores específicos, controle remoto de sistemas de iluminação e segurança ou qualquer outro sistema em residências (“casas inteligentes”), alimentador automático para animais, mecanismos robóticos (braço robótico, carrinho autônomo), estação meteorológica com IoT, inclusive.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A pesquisa realizada é de natureza básica e teve como propósito reunir e explorar estudos de autores, selecionado a partir de livros, artigos científicos, experimentações didáticas e sites, que possam ser reproduzidos no processo de ensino-aprendizagem com estudantes da Educação básica.

A classificação da pesquisa do tipo exploratória que permite o “levantamento bibliográfico, estudo de caso, “entrevistas com pessoas que possuem experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão” (SELLTIZ et al., 1967 apud GIL, 2002, p.63). Quanto aos objetivos é exploratória com base nas referências bibliográficas coletadas.

Quanto aos procedimentos teóricos trata-se de uma pesquisa bibliográfica a partir de levantamentos de artigos publicados de autores sobre a plataforma Arduino e IoT como ferramenta complementar ao ensino de Ciências Naturais.

A revisão bibliográfica de artigos científicos dos autores referenciados também levanta situações práticas, por meio de protótipos com Arduino, que possibilitam aplicação da “computação física” (CULKIN; HAGAN, 2018, p.14) para favorecer maior compreensão das fenomenologias naturais. Os artigos científicos obtidos de repositórios acadêmicos, que delimitam o tema da pesquisa, foram obtidos a partir de busca no Google Acadêmico e na Revista Brasileira de Ensino de Física por meio das palavras-chaves: Arduino, Ensino, Ciências, IoT, Protótipos. Ao todo, sessenta artigos científicos publicados permitiram explorar a temática Arduino e o conceito de IoT voltados para o ensino de Ciências Naturais, em especial a Física. Foi necessário escolher aproximadamente 68% dos artigos, inicialmente por meio do resumo, que mais apresentaram propósitos com o tema da revisão bibliográfica. Os autores mais utilizados nas citações de artigos foram: Soares (2016), Souza (2016), Giusto (2010), Frazzon (2016), Garofalo (2019), Martinazzo et al. (2014), Vasconcelos (2003), Ashton (2009), Schneiders (2018), Larronda et al. (2015), Vieira e Sabbatini (2020), De Paula (2017). Livros de autores sobre o conceito e aplicações da plataforma Arduino e IoT foram também utilizados como referência bibliográfica, entre eles: Culkin e Hagan (2018), De Oliveira (2017), Banzi e Shiloh (2015).

No contexto escolar, a utilização da plataforma Arduino e o conceito de IoT ainda precisam ser mais difundidos associados aos conteúdos curriculares. Sobretudo

na componente curricular Ciências da Natureza, principalmente a Física, nas turmas de estudantes dos anos finais do ensino fundamental e nos três anos do ensino médio. É possível utilizar a plataforma Arduino e/ou IoT adotando critérios introdutórios do assunto e aplicações de acordo com nível cognitivo dos estudantes. “Segundo o epistemologista Jean Piaget, o desenvolvimento cognitivo se dá por interações entre o sujeito e o objeto de conhecimento” (DE PÁDUA, 2009). Com base nos estudos da teoria da epistemologia genética de Piaget, (GUIMARÃES, 2019) afirma que é fundamental desenvolver as competências cognitivas, para auxiliar na resolução de problemas de lógica simples, através do uso de ferramentas tecnológicas de forma interativa e atraente.

Nesse sentido, as seguintes indagações levantadas foram fundamentais para a escolha temática e condução da pesquisa bibliográfica:

- Qual componente curricular das Ciências da Natureza é mais viável utilizar a plataforma Arduino e IoT no processo de ensino-aprendizagem?
- De que maneira o Arduino e IoT podem contribuir para um aprendizado significativo dos objetos de conhecimento com os estudantes?
- Como o Arduino e IoT podem estimular a curiosidade e despertar as competências e as habilidades esperadas no desenvolvimento dos estudantes?
- Quais habilidades curriculares podem ser desenvolvidas com o Arduino e/ou IoT no processo de ensino-aprendizagem?
- De que maneira os protótipos com Arduino e IoT podem desenvolver o raciocínio lógico-científico nos estudantes?
- Como o uso do Arduino e IoT na educação básica podem contribuir para a redução da evasão escolar e favorecer a inclusão digital?

A partir dessas questões como requisitos básicos e a busca exploratória de artigos científicos sobre o tema, definiu-se que é viável introduzir noções básicas do uso da plataforma Arduino e do conceito de IoT para estudantes nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio da educação básica.

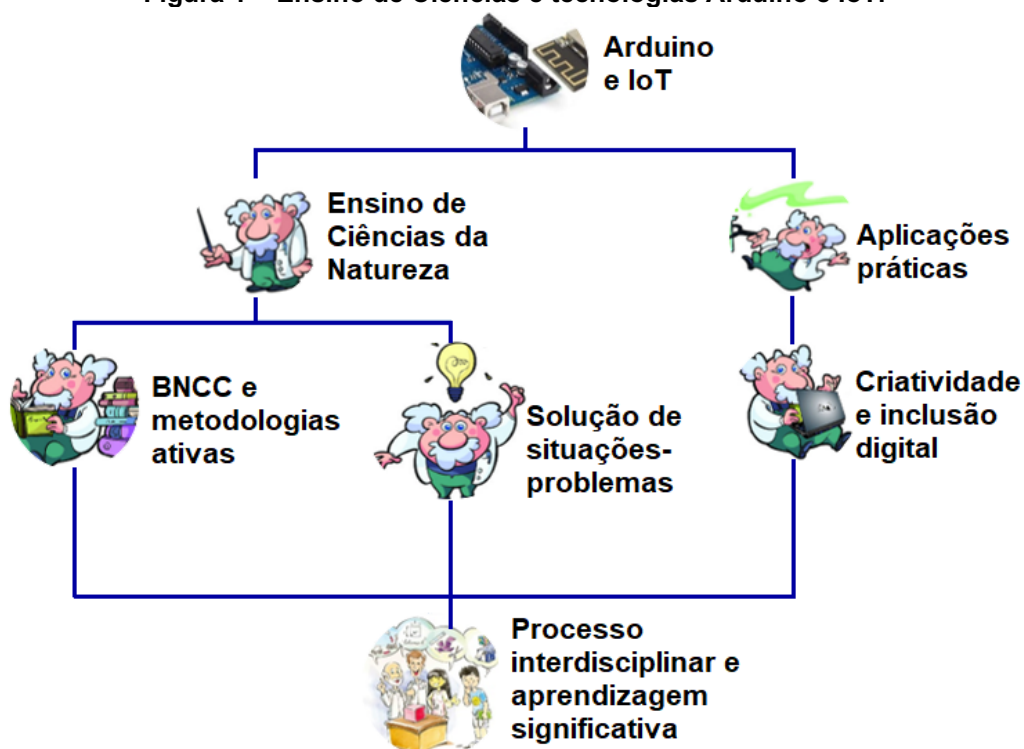
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

3.1 TECNOLOGIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS

As Ciências da Natureza, em questão, através de vários estudiosos ao longo do tempo, agregam conhecimentos científicos que possibilitam, cada vez mais, o desenvolvimento das Engenharias, a Ciência da Computação e a criação de novos dispositivos microeletrônicos com tecnologia embarcada versátil para inúmeras aplicações. Quanto ao ensino de Ciências, especialmente a Física, as pesquisas educacionais “tem sido feitas com o intuito de incorporar cada vez mais a tecnologia e a informação em metodologias para tornar o ambiente escolar mais contextualizado e atrativo para o estudante” (MARTINAZZO et al., 2014).

A temática envolvendo Arduino e IoT como objeto de conhecimento no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza, dentro dos componentes curriculares Ciências (séries finais do ensino fundamental) e Física (ensino médio), estão representados no fluxograma da Figura 1. Ou seja, o fluxograma representa a vertente educacional no processo do ensino-aprendizagem por meio da plataforma Arduino e IoT. Essas vertentes são duas faces opostas dos objetos de conhecimento que se complementam nos propósitos para o processo interdisciplinar e aprendizagem significativa.

Figura 1 – Ensino de Ciências e tecnologias Arduino e IoT.



Fonte: Autoria própria¹ (2020).

Os tópicos no fluxograma (Figura 1) representam o processo de construção do conhecimento técnico-científico nos estudantes a partir da plataforma Arduino e IoT, explorados ao longo do desenvolvimento teórico da pesquisa, de modo que contribua para aprofundar a aprendizagem e promover a inclusão digital de modo criativo, buscando a formação interdisciplinar e significativa.

3.2 BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM

A busca pelo progresso da Educação básica brasileira necessita de intensos estudos, planejamentos por profissionais da Educação para que as políticas públicas possam ser oficialmente implementadas pelos Estados Federativos. As políticas

¹ Fluxograma criado com figuras coletadas no site Escola Kids UOL e Info Escola, respectivamente, via <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/metodo-cientifico.htm>, <https://www.infoescola.com/pedagogia/interdisciplinaridade>

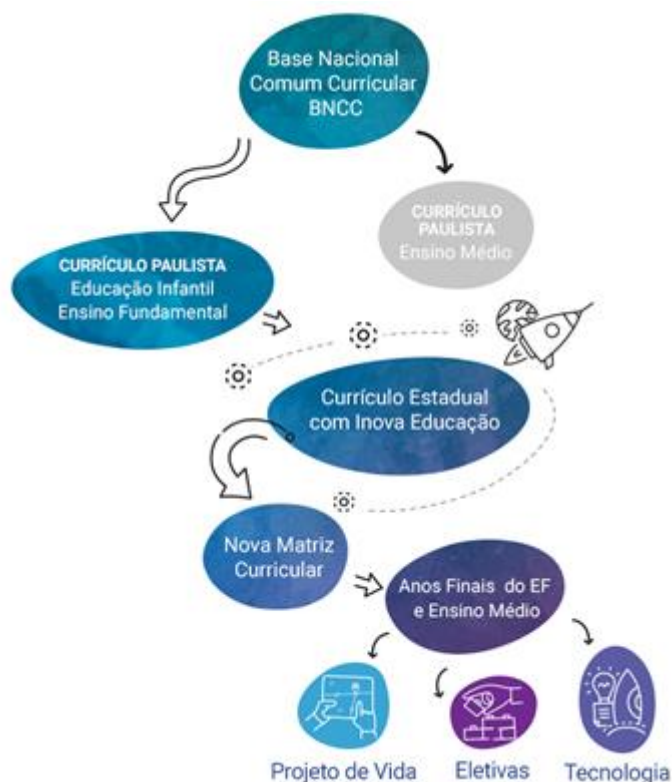
educacionais e suas normas demandaram vários anos desde a contribuição de reflexões e ideias colaborativas, por meio de consulta pública, até a fase da homologação e implementação. Elaborada a partir de decisões normativas estabelecidas pelo Plano Nacional de Educação (PNE), em conformidade com a Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB, Lei nº 9.394/1996), “a BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação básica” (BRASIL, 2017, p. 07). Do documento oficial, a BNCC é de caráter normativo, sofreu alteração da LDB em 2017 que, por força da Lei nº 13.415/2017, a legislação brasileira refere-se às finalidades da educação, de acordo com:

Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento [...]

Art. 36. § 1º A organização das áreas de que trata o caput e das respectivas competências e habilidades será feita de acordo com critérios estabelecidos em cada sistema de ensino (BRASIL, 2017, p. 12).

Apesar da BNCC orientar mudanças para a Educação básica como um todo (Anexo A) no Brasil, nessa pesquisa bibliográfica o enfoque didático é direcionado às séries finais do ensino fundamental e as três séries do ensino médio. A BNCC entrou em vigor em 2020 para os anos finais do ensino fundamental e encontra-se em fase para implementação no ensino médio a partir de 2021, orientando e possibilitando as escolas públicas e privadas a estabelecer nova matriz curricular escolar que complemente os objetivos da aprendizagem dos estudantes nos componentes curriculares existentes e nos novos projetos educacionais. O aprimoramento dos conteúdos curriculares, quanto às habilidades e competências gerais esperadas para a formação básica dos estudantes, incluiu na BNCC os Itinerários Formativos: Projeto de Vida, Eletivas e Tecnologia. A mudança estrutural na BNCC abrange todos os Estados da Federação, no entanto, o infográfico na Figura 2 refere-se à Secretaria de Educação do Estado de SP.

Figura 2 - Estrutura da BNCC para a educação básica.



Fonte: EFAPE-SP Projeto Inova (2019).

Os itinerários formativos são um conjunto de novos componentes curriculares, ministrados pelos professores de escolas por meio de projetos, oficinas, núcleo de estudos, entre outros, que possibilitam aos estudantes escolherem a temática a ser estudada e aprendida de acordo com seus anseios, sonhos, necessidades e relevância contextualizada da cidade ou região.

Conforme recomendações das habilidades e das competências gerais (Anexo B), definidas na BNCC, essenciais para o desenvolvimento cognitivo e social e emocional, “o professor de Ciências, no ensino fundamental, deve estimular o estudante a assumir uma posição reflexiva frente às situações do cotidiano” (SÃO PAULO, 2019, p. 11). No Anexo C estão as competências gerais da BNCC para o ensino médio. As constantes mudanças no cotidiano exigem que os jovens estudantes possam construir seu conhecimento de modo crítico-reflexivo e capazes de solucionar situações e questões problematizadoras. As propostas recomendadas pela BNCC e os Itinerários Formativos possibilitam aos estudantes desenvolverem

uma postura cada vez mais ativa, autônoma e empática no processo de ensino-aprendizagem.

Quanto ao ensino médio no Estado de SP (Figura 3), a proposta contempla os componentes curriculares regulares da formação básica e os Itinerários Formativos que, entre 2021 a 2023, serão inicialmente acrescido o Ensino médio Técnico contextualizado com o município ou região.

Figura 3 - Reestruturação do ensino médio, BNCC e LDB.



Fonte: EFAPE-SP Projeto Inova (2019).

No caso do Estado de São Paulo, a oferta do Ensino médio Técnico é proposta do programa Novotec cujo objetivo é fazer parcerias com o setor produtivo para que os estudantes possam realizar estágio supervisionado.

Diante da reestruturação da Educação básica e as mudanças na formação dos estudantes, no âmbito das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a plataforma Arduino e o conceito de IoT podem ser abordados e aplicados de modo versátil como objetos de conhecimento nas séries finais do ensino fundamental e em todo ensino médio. Nesse sentido, essa revisão bibliográfica explora propostas e aplicações com

Arduino e IoT, pesquisado por vários autores, de modo que agregue novos conhecimentos por meio dos Itinerários Formativos nos componentes curriculares Eletivas e Formação Técnica e Profissional, conforme estabelecido pelo Governo do Estado de São Paulo e nos demais Estados federativos. As componentes curriculares Eletivas da BNCC, em especial as Eletivas e Tecnologia, permitem trabalhar o assunto Arduino e IoT, contribuindo muito para o letramento digital dos estudantes.

3.3 ARDUINO

Arduino é o nome da plataforma dado ao microcontrolador eletrônico “desenvolvido originalmente por professores para permitir que seus estudantes de projeto que não eram engenheiros criassem objetos e ambientes interativos” (CULKIN; HAGAN, 2018, p.13). A plataforma Arduino foi desenvolvida em 2005 pela equipe de professores-pesquisadores italianos David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis no Instituto Interativo e Design de Ivrea, em Milão na Itália, liderado pelo cofundador do Arduino, Massimo Banzi (NÚÑEZ, 2013). O Arduino mais popular, a versão Uno, possui entrada e saída (input/output, ou I/O) de dados ou sinais elétricos. “O projeto Arduino foi desenvolvido em um ambiente acadêmico e se tornou, desde então, bastante popular como ferramenta educacional” (BANZI e SHILOH, 2015, p.18). Apesar de que o surgimento inicial das interfaces periféricas (CP1600, Intel 4004, PIC) ocorreu desde 1970, o Arduino tornou-se desde 2005 a plataforma mais amigável e compatível na integração com módulos sensoriais e com a programação lógica por meio de códigos na linguagem C++ OpenGL (Open Graphics Library, sigla em inglês).

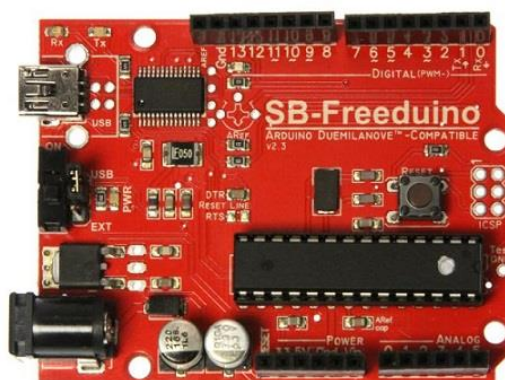
Figura 4 - Placa Arduino Uno legítima.



Fonte: Arduino Store (2020).

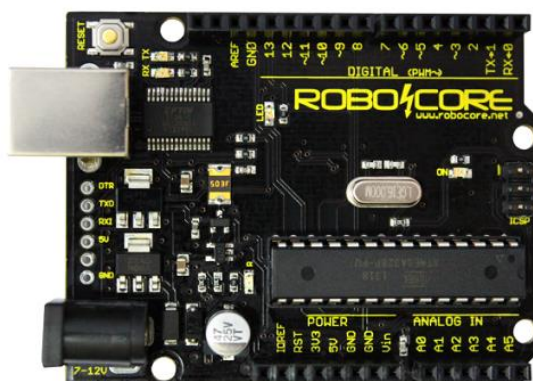
A filosofia open source do hardware livre Arduino, apesar do nome e logo registrados por meio da licença Creative Commons Attribution Share-Alike (ARDUINO, 2020), possibilita qualquer fabricante reproduzir a plataforma com o mesmo layout e especificações, porém de modo customizado, modificado, comercializado com nomes derivativos do Arduino e com logomarca própria. Por exemplo: Boarduino, Pinguino, Paperduino, Picodduino, Rainbowduino, Freeduino, Funduino, (Figura 5), são modelos de microcontroladores com as mesmas características e distribuição open source da plataforma Arduino.

Figura 5 – Placa Freeduino.



Fonte: Oficina de Robótica (2020).

Ou então, algum fabricante reproduz a placa Arduino totalmente customizada que é o caso da placa Arduino da Robocore (Figura 6), uma fabricante brasileira.

Figura 6 - Placa Robocore.

Fonte: Oficina de Robótica (2020).

O fato de Arduino ser um hardware livre, ao permitir a reprodução e redistribuição customizada, torna a plataforma mais popular e com custo ainda mais reduzido (CULKIN; HAGAN, 2018). Os módulos sensores e shields também seguem a mesma filosofia hardware livre, fornecidos por diversos fabricantes. Tais hardware livres garantem a compatibilidade eletrônica e comunicação de sinais com o Arduino e suas réplicas comerciais.

Figura 7 - Módulo sensor ultrassônico.



Fonte: Creative Commons (2020).

Figura 8 - Módulo sensor infravermelho.



Fonte: Creative Commons (2020).

Figura 9 - Módulo shield expander de input/output.



Fonte: Creative Commons (2020).

Figura 10 – Módulos sensores diversos.



Fonte: Creative Commons (2020).

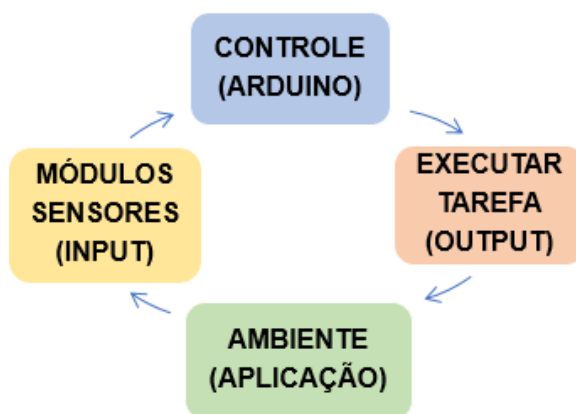
Segundo Culkin e Hagan (2018), o Arduino foi concebido para construir projetos de computação Física. “Computação Física se refere não apenas a obter informações do mundo ao nosso redor usando entradas como sensores e chaves, mas também a responder a essas informações com saídas de algum tipo” (CULKIN; HAGAN, 2018, p.14). A placa Arduino mais popular, a versão Uno, possui 6 pinos (ou portas) de entrada de sinais e 14 pinos (ou portas) na saída de sinais. A placa Arduino pode ser alimentada com tensão contínua entre 5 a 12V, porém, internamente os valores de tensões nas portas digitais e analógicas operam em 3,3 Volts ou 5 Volts.

De acordo com De Oliveira (2017), os sinais das portas de entrada e saída (input/output, I/O) representam níveis lógicos correspondentes às tensões entre 0 a 5 Volts, conforme as instruções programadas na plataforma Arduino. Os sinais analógicos da entrada recebem informações de sensores de temperatura, pressão,

umidade, luminosidade, entre outros, que podem variar a tensão de 0 a 5 Volts, possibilitando o controle eletrônico de módulos sensores ou módulos específicos para executar as mais diversas tarefas programadas de acordo com as informações nos pinos de sinais na saída (DE OLIVEIRA, 2017).

A plataforma Arduino permite programar código em seu microchip controlador para executar determinada tarefa e controlar algum dispositivo ou equipamento remoto de modo automático e os pinos da saída do Arduino geram sinais modulados de largura de pulsos (PWM ou Pulse Width Modulation, em inglês) para que algum dispositivo ou módulo digital possa ser controlado (DE OLIVEIRA, 2017). “A interface de saída PWM, presente na maioria dos microcontroladores, é uma saída digital, porém, de frequência e largura de pulso variável, que, na prática se comporta como uma saída analógica” (DE OLIVEIRA, 2017, p. 42). A Figura 11 mostra um esquema, de modo simples, de como ocorre a troca de informações entre entrada (input) e saída (output) de sinais para possibilitar o Arduino a executar instruções programadas para uma determinada tarefa em um ambiente.

Figura 11 - Comunicação entre porta input e output do Arduino.



Fonte: Autoria própria (2020).

Arduino é uma placa microeletrônica programável para criar protótipos de projetos de modo simples, rápido e versátil para as mais diversas aplicações que necessitam controlar algum dispositivo ou circuito externo acoplado. A programação do Arduino é feita por meio de um software open source desenvolvido pelos próprios idealizadores e distribuído de maneira gratuita no site oficial da Arduino. A interface

do software (Anexo D), denominado de Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, sigla em inglês), gratuito, pode ser instalado em computadores (PCs), tablets, smartphones e reconhece inúmeras versões de microcontroladores derivadas da filosofia Arduino. De acordo com Banzi e Shiloh (2015), a IDE do Arduino foi desenvolvido com a linguagem flexível de sketchbook (Processing, 2001) que utiliza a lógica de programação C++ OpenGL (Open Graphics Library, sigla em inglês) para escrita do código. O código (sketch) é programado na IDE no PC e compilado para a memória do Arduino via cabo USB através da porta de comunicação serial (Figura 12).

Figura 12 – Conexão do Arduino com a porta serial do PC.



Fonte: Autoria própria (2020).

Para cada protótipo criado com o Arduino, os módulos sensores e os dispositivos acoplados precisam gravar novas instruções de código programado pela IDE. A cada pino de I/O analógico ou digital do Arduino conectado a módulos sensores, shields (módulos específicos com pinos integrados), circuitos externos ou dispositivos elétricos de modo trocado, necessita modificação do código programado. No entanto, é possível nas linhas de código atribuir funções executáveis distintas para

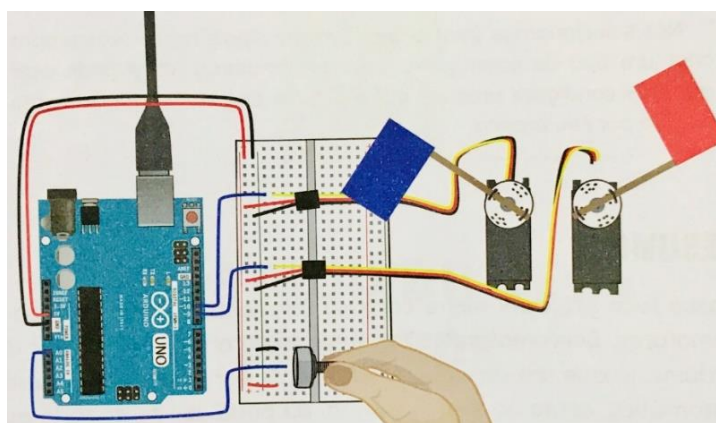
vários módulos sensores conectados ao Arduino, dependendo da tarefa ou aplicação do protótipo criado.

Os protótipos criados com Arduino ocupam papel central ao possibilitar interação de objetos com outros objetos, pessoas e redes da web, permitindo uma maneira de prototipagem simples, rápida e com o menor custo possível (BANZI e SHILOH, 2015, p.21). A configuração simples e rápida dos módulos sensores com o Arduino ofereceu motivação ao leigo em eletrônica para criar seu protótipo para determinada tarefa a ser executada.

Depois que o Arduino começou a se popularizar, notei que experimentadores, “hobistas” e hackers de todo tipo passaram a utilizá-lo na criação de objetos maravilhosos e malucos. Percebi que todos vocês também têm o direito de se sentirem artistas e designers (BANZI; SHILOH, 2015, p.18).

Os módulos sensores, shields e dispositivos são conectados e interligados entre si e ao Arduino por meio dos orifícios e trilhas de uma placa matriz de contatos elétricos (protoboard) que permite rapidamente montar um protótipo (Figura 13). O protótipo dos autores, Culkin e Hagan (2018), mostra como o Arduino controla a posição angular dos eixos de rotação dos servomotores² (indicados com bandeiras) conforme variação dos sinais de entrada por meio de um sensor analógico (potenciômetro).

Figura 13 - Protoboard, Arduino, componentes e as conexões.



Fonte: Culkin e Hagan (2018).

² Dispositivo eletromecânico, composto internamente por um pequeno motor elétrico de corrente contínua, engrenagens de redução de movimento, um circuito e um potenciômetro que apresenta movimento angular proporcional ao sinal digital recebido (Wikipedia).

Por meio de um sensor analógico de entrada de sinais, as bandeiras fixadas ao eixo dos servomotores são comandadas de acordo com sinais digitais na saída do Arduino (CULKIN; HAGAN, 2018). Esse simples protótipo com Arduino, além de conter conceitos importantes para a compreensão do funcionamento e da lógica de programação, possibilita aos estudantes desenvolverem a criatividade e novas maneiras de aplicação em situações problemas. Ao longo deste trabalho de pesquisa, são explorados projetos de artigos científicos e protótipos, com Arduino e IoT, que podem ser aplicados no processo de ensino-aprendizagem na educação básica para agregar novos conhecimentos e promover a inclusão digital dos estudantes.

3.4 INTERNET DAS COISAS

A plataforma Arduino, conectado a outros microcontroladores (ESP-8266 ou ESP-32) com antenas Wifi ou Bluetooth, possibilita o controle automático ou assistido de modo remoto via internet. Segundo De Oliveira (2017, p. 34), a primeira tecnologia associada ao conceito de IoT (Internet of Things ou Internet das Coisas) ficou conhecida como RFID (Radio Frequency Identification ou Identificação por Radiofrequência) surgiu em 1940 com os transponders que eram utilizados nos aviões na Segunda Guerra Mundial para identificar outras aeronaves ao redor. O princípio do RFID continua funcional até hoje e amplamente utilizados em crachás, identificação de produtos em supermercados, etc. O conceito de Internet das Coisas (IoT), introduzido em 1999 pelo tecnólogo britânico Kevin Ashton, descreve um sistema no qual “a internet é conectada ao mundo físico por meio de sensores periféricos capazes de observar, identificar e entender o mundo sem as limitações da entrada de dados pelos seres humanos” (ASHTON et al., 2009). Segundo Giusto (2010), o conceito de IoT é um novo paradigma definido por meio de ambientes inteligentes possibilitando implementação de vários aplicativos com impacto significativo na vida cotidiana futura. De fato, tanto a previsão futura dos autores Ashton (1999) e Giusto (2010) vieram a se concretizar. O conceito de IoT está consolidado, comercializados em produtos plug and play e, cada vez mais, novos sensores e microcontroladores surgem para possibilitar uma interface homem-máquina mais interativa ou smart.

O conceito de IoT permite a interação entre placas controladoras, sensores, dispositivos eletrônicos e de comunicação sem fio a partir da rede de internet, possibilitando conectar pessoas a dispositivos e dispositivos a outros dispositivos (SOUZA, 2016). A tecnologia de comunicação de dados baseia-se amplamente na microeletrônica digital, remotamente, via internet. “Os módulos de comunicação periféricos Wifi, Bluetooth e Ethernet faz a ligação do Arduino à internet” (DE OLIVEIRA, 2017, p. 43). A plataforma Arduino, uma placa ideal para prototipagem, oferece ao leigo em eletrônica maior facilidade de utilização e desenvolvimento de projetos comparado com outras plataformas de microcontroladores (SOUZA, 2016). Além disso, o Arduino, sensores e módulos de IoT apresentam reduzido custo de aquisição, compatibilidade de interfaceamento e a programação do código bastante intuitiva e lógica. Por meio de um único Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, sigla em inglês), torna-se possível implementar as linhas de código de programação nas plataformas Arduino e nos módulos IoT Wifi e Bluetooth ESP-8266, ESP-32, entre outros, de acordo com o protótipo requerido para o projeto de uma determinada aplicação no cotidiano. Dispositivos com o conceito de IoT, associado ao Arduino e módulo Wifi ESP-8266, entre outros, torna possível comandar e automatizar equipamentos (“coisas”) nos lares, no campo e nas indústrias de modo remoto.

Com a evolução e expansão ao acesso à internet, “não é possível falar de transformação da sociedade sem mencionar tal fenômeno, que atualmente está na pauta nos principais diálogos da economia digital” (COSTA; OLIVEIRA; MÓTA, 2018). Os dispositivos para o conceito de IoT derivaram-se da eletrônica embarcada, microeletrônica, comunicação, sensoriamento remoto e vem chamando a atenção da indústria e das mais diversas áreas das atividades humanas em função da interatividade, aplicabilidade e conectividade que possibilita essa tecnologia (COSTA; OLIVEIRA; MÓTA, 2018). “Por meio da interação com dispositivos tecnicamente acessíveis, é possível capturar informações sobre o ambiente e disponibilizá-las para o usuário final em tempo real” (ALMEIDA, 2015 apud BREZOLIN et al., 2018).

O conceito de IoT, desenvolvido com estudantes leigos entre 10 e 11 anos, de ambos os sexos, do sexto ano do ensino fundamental em uma escola de Passo Fundo-RS, apresentou resultados bastante satisfatórios, uma vez que os participantes mostraram-se dispostos e confortáveis em interagir com dois dispositivos IoT (BREZOLIN et al., 2018). Para instigar a curiosidade dos estudantes, “dois dispositivos IoT com características lúdicas foram apresentados sem orientações sobre o acesso

as suas interfaces (website e display touchscreen)” (BREZOLIM et. al, 2018, p. 93) e, “também, identificaram o sistema como uma ferramenta útil para verificar a qualidade do ar” (BREZOLIM et. al, 2018, p. 97), despertando, assim, o interesse em aprender sobre a tecnologia IoT e criatividade dos estudantes.

O conceito de IoT está presente, também, no setor produtivo, porém com pouca intensidade. A partir de aferições com sensores e obtenção de dados em tempo real, a produção industrial agrega melhorias e otimização. Segundo a revisão sistemática realizada por Comachio e Bortolotti (2020), a partir de levantamento de artigos publicados em repositórios científicos, no Brasil as aplicações de automação e o conceito de IoT de baixo custo para automatização da produção, sobretudo a pecuária, precisam evoluir.

3.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Arduino, sensores e módulos de IoT, em especial, são objetos de conhecimento que, devido a versatilidade e praticidade, permitem a contextualização em sala de aula. No âmbito do processo de ensino-aprendizagem nas escolas, os estudantes podem criar protótipos com microcontroladores, com ou sem módulo de IoT, de modo interdisciplinar com as Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental e em todos os anos do ensino médio. Propostas metodológicas de Vygotsky (2007) têm atingido objetivos esperados. “A aprendizagem acontece com a presença de um mediador, que tende a facilitar o processo, mas quem conduz a própria aprendizagem é o estudante”. Com relação à aprendizagem significativa:

Para a educação é de fundamental importância a interação entre indivíduo e o ambiente, utilização de um hardware que permite sensações multissensoriais através de luz, movimento e som, possibilitando ao aluno uma experiência pessoalmente significativa (VYGOTSKY, 2007 apud SOARES, 2016)

Outra proposta metodológica que relaciona objetivos educacionais esperados, em se tratando de aprendizagem significativa, é “o método *hands-on* (mão na massa) no qual o estudante estabelece interação com o equipamento ou experimento utilizado” (CERRETA, 2009 apud SOARES, 2016, p. 34). Ou seja, o

método *hands-on* é caracterizado como uma inovação pedagógica que faz com que o estudante se aproprie do conteúdo através de situações experimentais (CERRETA, 2009 apud SOARES, 2016, p.34). A plataforma Arduino, sensores, módulos e o conceito de IoT podem validar propostas metodológicas que promovem uma aprendizagem significativa.

Segundo a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (FRAZZON, 1999), elaborada na década de 1960, pode ser implementada no processo de ensino-aprendizagem com estudantes de Ciências da Natureza de modo que possam assimilar os conteúdos propostos por meio de repetição mecânica e organização das estruturas cognitivas. Baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, (Fretzner, 2015 apud Soares 2016, p.45) “propõe o desenvolvimento de materiais instrucionais de baixo custo para a realização de experimentos de Física, acompanhado de uma metodologia adequada.

A metodologia sala de aula invertida, de acordo com Schneiders (2018, p. 07), “oferece uma alternativa ao modelo tradicional, invertendo os processos que ocorrem dentro e fora da sala de aula, procurando aproximar o estudante e o professor num processo colaborativo de ensino e de aprendizagem”. É uma proposta pedagógica, elaborada a partir das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que torna o processo de ensino-aprendizagem contextualizado, lúdico e interativo (VAZZI, 2017, p. 14). Em uma aula com a metodologia de sala de aula invertida, o objetivo é tornar o estudante o protagonista de seu aprendizado, por meio de discussões, assimilação, práticas experimentais, simulações, lógica de programação, entre outros, sob mediação do professor (SCHNEIDERS, 2018, p. 07). “Ensinar é apenas ajudar o estudante a aprender”, afirma (Mazur, 2015 apud Schneiders 2018, p. 08). Nesse sentido, projetos didáticos com a plataforma Arduino e o conceito de IoT tornam-se bastante viáveis como recursos complementares às componentes curriculares e às recomendações da BNCC para os estudantes dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio.

No contexto escolar, é viável que estudantes criem projetos de modo rápido com a plataforma Arduino possibilitando uma rápida curva de aprendizagem (SOUZA, 2016). O baixo custo e a versatilidade das placas Arduino, módulos e sensores permitem a criação de protótipos para o aprendizado interdisciplinar a ser trabalhado em sala de aula e possibilita inúmeras aplicações no cotidiano. No plano pedagógico, a plataforma Arduino, integradas a sensores e módulos específicos, proporcionam os

primeiros contatos com o conceito de IoT e introdução à robótica. Inclusive, as práticas sobre robótica educacional constam nas recomendações curriculares da BNCC para os anos finais do ensino fundamental nas componentes Ciências da Natureza e Linguagem, Código e Matemática (BRASIL, 2020, s. p).

3.6 ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

No processo de ensino-aprendizagem das fenomenologias físicas nos anos finais do ensino fundamental e em todo ensino médio, além dos conceitos teóricos básicos, é preciso oferecer aos estudantes atividades práticas por meio de objetos de conhecimento e objetos de aprendizagem (softwares, simuladores, gamificação, TDICs³) baseados em metodologias ativas⁴. O uso de metodologias ativas no ensino de Física tem se mostrado uma maneira alternativa para buscar o interesse e, principalmente, a motivação dos estudantes no século XXI (SILVA, 2019). De acordo com Soares (2016, p. 44), “no ensino da Física a popularidade do Arduino toma maiores proporções, principalmente no que se refere à construção de ferramentas de baixo custo para simular ou medir fenômenos físicos”.

[...] mesmo sendo um instrumento dinâmico, [...], assim como qualquer outra tecnologia aplicada à educação, deve ser utilizada com critério e planejamento para que não ocorra um ensino tecnicista desprovido de elementos facilitadores da autonomia e da aprendizagem significativa. (MIRANDA; SUSANNO, 2009, p. 3 apud VAZZI, 2017, p. 37)

De fato, seja qual for o objeto de conhecimento utilizado no processo ensino-aprendizagem, é preciso ter em mente que a plataforma Arduino e suas derivações, conceito de IoT, são ferramentas complementares às componentes curriculares.

³ TDICs – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação refere-se a um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si que proporcionam, por meio de hardware, software e telecomunicações, a automação, a comunicação e a facilitação do processo de ensino-aprendizagem, entre outros (Wikipedia).

⁴ “Metodologia ativa de aprendizagem é um processo amplo e possui como principal característica a inserção do estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem, comprometendo-se com seu aprendizado” (Garofalo, 2019).

Apesar da plataforma Arduino e conceito de IoT exigirem um pensamento lógico, as componentes curriculares de Física, Química e Matemática demandam também um grau de abstração para compreender os teoremas e leis naturais. Nesse sentido, a falta de atrelar o conhecimento teórico com o prático, o abstrato com o concreto, prejudica a aprendizagem (CAMBRUZZI; SOUZA apud VAZZI, 2017). Como proposta para aproximar o pensamento abstrato ao concreto e ao lúdico no processo ensino-aprendizagem significativo, (Moraes, 2010 apud Vazzi, 2017, p. 38) afirma que a “aprendizagem é percebida quando permitimos o desenvolvimento de habilidades, raciocínio lógico e organização de pensamento sem que os estudantes tomem consciência da própria aprendizagem”.

Alternativas que atendam aos avanços no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo em Física, contribui para o desenvolvimento do sistema educacional (MARTINAZZO et al., 2014, p. 25). Plataforma Arduino, circuitos, sensores e módulos (shields e IoT) tornam-se recursos tecnológicos bastante motivadores para o aprendizado significativo e contextualizado dos estudantes. Martinazzo et al. (2014, p. 24) afirma que a vasta aplicabilidade da plataforma Arduino no ensino de Física permite aferir dados de qualquer fenomenologia física por meio de sensores analógicos ou digitais. Fenômenos físicos, facilmente reproduzidos em sala de aula para fins didáticos, envolvem desde a cinemática, dinâmica dos corpos, movimento harmônico, termometria, por exemplo (MARTINAZZO et al., 2014, p. 24).

Nesse sentido, ao proporcionar um enfoque multidisciplinar no ambiente escolar, a plataforma Arduino em um estágio de aprendizado mais consolidado, permite a criação de mecanismos robóticos que estimulam os estudantes a buscarem soluções que reúnem conceitos e aplicações de disciplinas como física, matemática e informática (TRENTIN et al., 2013, p. 02). Práticas pedagógicas baseadas em recursos tecnológicos, que possibilitam a contextualização e aplicação prática, vem a superar o ensino tradicional e a contribuir para uma concepção construtivista focada na interatividade entre sujeito e objeto (TRENTIN et al., 2013, p. 02). Com relação ao uso da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem escolar:

[...] exerce um papel determinante na aproximação dos estudantes com as áreas tecnológicas, possibilitando a identificação de jovens talentosos que podem ser estimulados a seguir carreiras científico-tecnológicas. [...] e que desempenham papel estratégico na economia e no desenvolvimento do país. (TRENTIN et al., 2013, p. 02)

A plataforma Arduino, acoplados a dispositivos eletrônicos periféricos, permitem a criação de uma série de protótipos específicos. E, nesse sentido, a robótica educacional possibilita a criação de protótipos e soluções que atendam ao cotidiano, por meio de um aprendizado dinâmico, estimulante e construção do conhecimento por tentativa e erro (TRENTIN et al., 2013, p. 03). Então, o processo de ensino aprendizagem no século XXI carece do uso amplo da plataforma Arduino, IoT e robótica, que de acordo com Trentin et al. (2013, p. 01), “tornam-se estratégias didático-metodológicas adaptadas a cada nível de escolarização”.

Oferecer aos estudantes meios para garanti-los uma aprendizagem significativa e desenvolvimento das habilidades, de modo contextualizado e interdisciplinar, reforça os conceitos no ensino de Ciências da Natureza e solução de situações-problemas no cotidiano (DE ARAUJO; BRAGA, 2017).

3.7 CRIATIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL

A solução de problemas, propostos em sala de aula, utilizando a plataforma Arduino e o conceito de IoT pode estimular a criatividade o raciocínio lógico nos estudantes. Os estudantes, ao criarem protótipos com Arduino, sensores e módulos IoT, desenvolvem habilidades para identificar e caracterizar elementos básicos de um circuito elétrico, juntamente com a lógica de programação do código para o Arduino executar as tarefas. Nesse sentido, ao mesmo tempo, o uso do computador e a programação lógica para escrever o código para o protótipo com Arduino executar uma determinada tarefa, possibilitam ações sociais para a inclusão digital de estudantes (VAZZI, 2017).

A plataforma Arduino e o conceito de IoT também fazem parte da cultura Maker, cuja definição é uma extensão tecnológica da cultura do “faça você mesmo” que incentiva a proatividade e a interação de aprendizagem nas pessoas (SILVEIRA, 2016 apud BROCKVELD; TEIXEIRA; Da SILVA, 2018, p. 07). No ambiente escolar, a cultura Maker vem a agregar habilidades essenciais para o desenvolvimento dos estudantes, os permitindo criar protótipos funcionais e promover o trabalho em equipe para solucionar situações-problemas de modo criativo e empático (BROCKVELD; TEIXEIRA; da SILVA, 2018).

A plataforma Arduino requer lógica de programação para atribuir ao protótipo execução de alguma tarefa específica. Vieira e Sabbatini (2020), por meio de um projeto educacional, desenvolveu o pensamento computacional com estudantes do 5º ano do ensino fundamental em uma escola no campo da cidade de Olinda-PE. O projeto viabilizou a cultura Maker como estratégia pedagógica, possibilitando contextualizar o aprendizado dos estudantes com a utilização do software livre Scratch⁵ desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT Media Lab) (VIEIRA; SABBATINI, 2020, p. 11). De acordo com Vieira e Sabbatini (2020), com o Scratch o estudante desenvolve o raciocínio lógico por meio de blocos coloridos e sequenciais, de modo divertido, sem a necessidade de conhecer comandos ou funções de programação computacional.

Dessa maneira, o desenvolvimento lógico dos estudantes com o Scratch, sobretudo nos anos finais do ensino fundamental, promove nos estudantes o primeiro contato com o pensamento lógico computacional de maneira lúdica, inovadora e criativa (VIEIRA; SABBATINI, 2020, p. 20). O ambiente IDE de programação lógica para a plataforma Arduino permite escrever o código por meio de comandos e funções lógicas (ARDUINO, 2020, s. p), sendo assim, uma ferramenta mais viável para utilizar com estudantes do ensino médio. A empresa de softwares Autodesk® desenvolveu um simulador de circuitos eletrônicos com Arduino denominado Tinkercad⁶ e permite acesso gratuito on-line no site. O Tinkercad, além de permitir criar e simular um protótipo eletrônico virtual, possibilita ao usuário escrever o código para Arduino no modo de programação por meio de linhas de código ou blocos lógicos semelhantes ao Scratch.

A proposta didática de Vieira e Sabbatini (2020, p. 05) com o Scratch promovem a inclusão digital na era da informação e pensamento computacional com estudantes que tem sua vivência no campo e com os processos produtivos. A contextualização da aprendizagem é um avanço no desenvolvimento cognitivo e

⁵ "Scratch é uma linguagem de programação livre e gratuita criada em 2007 pelo Professor Mitchel Resneck do Media Lab do Instituto de Massachussets desde de 2013. O Scratch está disponível on-line e como uma aplicação para Windows, OS X, e Linux" (Garofalo, 2019, p. 05).

⁶ Tinkercad é uma coleção online gratuita de ferramentas de software, desenvolvido pela empresa Autodesk®, para ajudar pessoas em todo o mundo a pensar, criar e fazer. Isto é, promover a cultura Maker por meio de projetos 3D e protótipos virtuais. (<https://www.tinkercad.com/learn/designs/projects>)

construção do conhecimento desses estudantes, viabilizando uma formação escolar mais autônoma e inclusiva digitalmente.

Garofalo (2019, p. 02) desenvolveu um trabalho com crianças e jovens da periferia de São Paulo e possibilitou a criação de protótipos robóticos feitos com materiais recicláveis de eletrônicos e sucatas. Desse modo, o projeto de Garofalo (2019, p. 02) realizou “a mediação da construção do conhecimento e dos conteúdos curriculares, associados ao ensino do pensamento computacional, eletrônica, linguagem de programação e de robótica”. O projeto, além de promover a inclusão social e digital, estimula a criatividade, atitude autossustentável e prática do pensamento científico-tecnológico da comunidade escolar e local (GAROFALO, 2019, p. 02).

3.8 APLICAÇÕES PRÁTICAS DO ARDUINO E IOT

Desde o início do projeto Arduino em 2005, idealizado e desenvolvido por professores pesquisadores do Instituto Interativo e Design de Ivrea na Itália, estima-se que “mais de um milhão de placas Arduino e suas variantes tenham sido vendidas e sua popularidade não para de crescer” (SOUZA, 2016, p. 22).

Igualmente, cada vez mais por meio de smartphones, crescem as aplicações automatizadas da IoT para o controle e monitoramento de atividades esportivas, ambientais, agropecuárias, domésticas e até mesmo em processos industriais. Por exemplo, o conceito de IoT possibilita o monitoramento automático das condições climáticas, acionamento programado de equipamentos e mecanismos elétricos, temporização para irrigação de hortas e plantações, entre outras variadas aplicações no dia a dia. De acordo como (SOUZA, 2016), uma característica marcante na IoT é a conectividade pois a internet possui alcance global e facilita comunicação entre dispositivos e a interação para comandá-los remotamente de modo automático. Desse modo, a comunicação de dados e o controle automático dos dispositivos ou equipamentos elétricos em uma residência, por exemplo, podem ser integrados a placas controladoras que executam o conceito de IoT. Atribui-se a essa interatividade remota e automática o nome de casa inteligente.

De acordo com (CULKIN; HAGAN, 2018), os projetos com Arduino e seus periféricos, devem seguir alguns passos básicos para um adequado gerenciamento prático. Os passos são:

- Descrever o projeto: esboçar a ideia, descrever o sistema, apontar entradas e saídas, elaborar algoritmo para o código de programação.
- Dividir em partes: iniciar com a seção mais simples, facilitar a execução das ideias, aprimorar ou refinar o projeto.
- Teste do usuário: testar o protótipo funcional, verificar as tarefas programadas e a interatividade.
- Refletir e repetir: anotar falhas e sucesso com o protótipo, corrigir erros, propor melhorias, rever pressupostos.

Dessa maneira, tanto no processo de ensino-aprendizagem com protótipos, quanto na criação e desenvolvimento de produtos comercializáveis, um adequado gerenciamento do projeto é necessário.

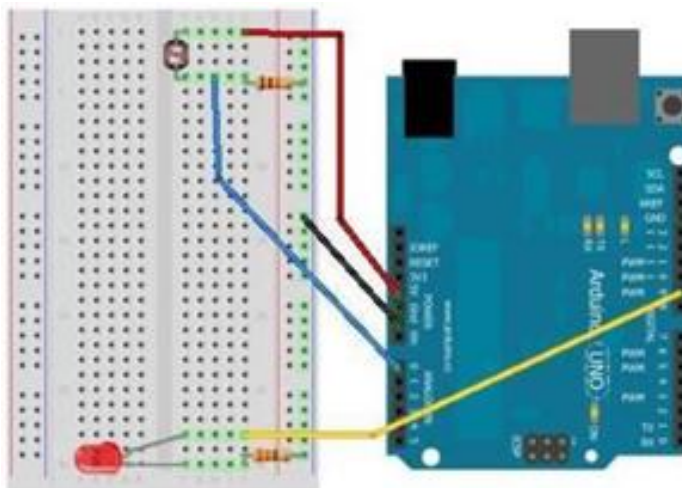
Em aplicações práticas da plataforma Arduino e IoT, no âmbito escolar, Garofalo (2019) cita em sua pesquisa que as metodologias ativas realizadas com estudantes do ensino fundamental, a partir de materiais recicláveis e projetos robóticos, quebram o paradigma de que é possível realizar grandes contribuições com baixo custo para reinventar a educação.

Segundo Garofalo (2019), aplicações práticas da plataforma Arduino com estudantes do ensino fundamental envolveram situações-problemas específicas de matemática e eletrônica básica, por meio do Scratch e programação do código Arduino, para que um protótipo composto por sensores e LEDs (Diodo Emissor de Luz ou, em inglês, Light Emitting Diode) acendam de acordo com a execução da tarefa atribuída. Nota-se que, tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio, a introdução de metodologias ativas e recursos tecnológicos favorecem bastante no processo de ensino-aprendizagem. A combinação lúdica do ambiente gráfico de programação do Scratch e da escrita de linhas de código para o Arduino fizeram parte da metodologia utilizada para criação de mecanismos robóticos com materiais recicláveis junto aos estudantes do ensino médio (LARRONDA, 2015). Segundo Larronda (2015), os estudantes adquiriram uma base de conhecimento com Arduino e Scratch, possibilitando a criação de protótipos tais como, alarmes automatizados, detector de distância por ultrassom, instrumentos musicais, medidores de

temperatura, semáforo temporizador para carros e pedestres e robôs automáticos controlados via Bluetooth com o celular (conceito de IoT).

A princípio, no processo de ensino-aprendizagem, é necessário introduzir os conceitos físicos com os estudantes por meio da construção de protótipos com Arduino e componentes elétricos básicos tais como LEDs. Alguns exemplos da aplicação do Arduino, além do desenvolvimento das habilidades dos estudantes, permitem trabalhar a cidadania com uso de semáforos em maquetes, acendimento de LED em função da luminosidade, geração de algarismos ou contadores com painéis de LEDs, arranjar LEDs sobre um mapa do Brasil para indicar grau de desmatamento em uma região, entre outras aplicações (ALVES et al., 2013). A Figura 14 mostra um protótipo para variar o brilho de um LED conforme a intensidade luminosa incidente sobre um fotorresistor (ou LDR, Light Dependent Resistor) que, ao gerar sinais elétricos na entrada de uma porta do Arduino, varia o sinal elétrico (tensão) em uma porta na saída (ALVES et al., 2013).

Figura 14 - Protótipo Arduino com LDR e LED na protoboard.

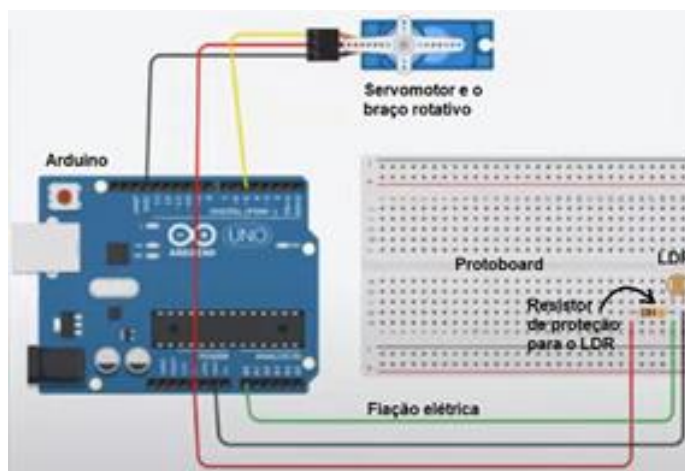


Fonte: Alves et al. (2013).

É possível obter uma outra aplicação com a mesma configuração do protótipo da Figura 14, bastando substituir o LED por um servomotor e manter o LDR. Desse modo, o protótipo (Figura 15) com Arduino pode controlar automaticamente, por meio do braço do servomotor (ou um motor mais potente e relé), a abertura e fechamento

gradual de uma cortina em uma janela de acordo com a variação da intensidade da luz incidente no LDR junto à janela de uma casa (GUIMARÃES, 2020).

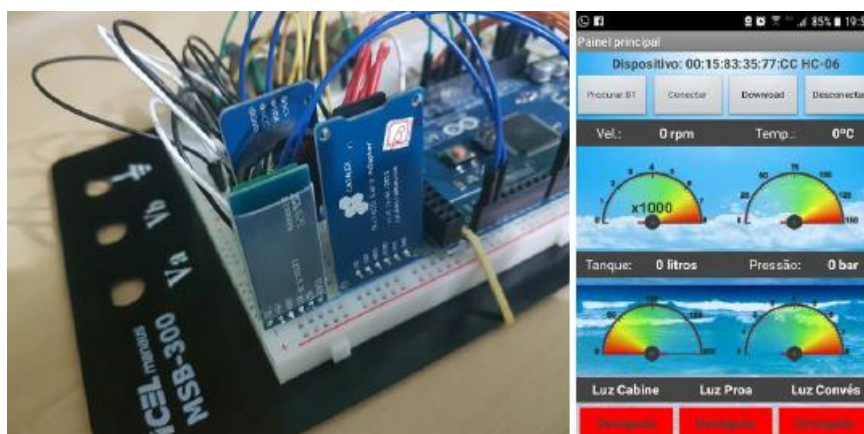
Figura 15 - Protótipo Arduino, servomotor e LDR.



Fonte: Guimarães (2020).

A plataforma Arduino integrado a sensores, módulos IoT e shields possibilitam criar protótipos simples, porém bastante funcionais e úteis no processo de ensino-aprendizagem e no cotidiano. Um protótipo com Arduino e módulos, conectado ao circuito elétrico interno de uma embarcação, permite monitorar e registrar dados da velocidade e temperatura do motor, pressão do óleo, nível de combustível e luzes de navegação de modo remoto via Bluetooth e celular (OLIVEIRA; HORST, 2017). Ainda, um módulo cartão micro-SD e um módulo Real Time Clock (RTC) armazenam os dados do sistema para análise posterior em planilhas (OLIVEIRA; HORST, 2017).

Figura 16 – Protótipo Arduino (à esq.) e tela do celular (à dir.).



Fonte: Oliveira e Horst (2017).

Aplicações de baixo custo possibilitam criar um sistema de irrigação de hortas controlado automaticamente através de um protótipo Arduino, sensores diversos, bomba d'água ligado a um módulo relé acionador para a bomba d'água (DE PAULA RAMOS, 2017). De acordo com a Figura 17, os sensores (luminosidade, pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar), acoplados ao Arduino, indicam os parâmetros de entrada para que o código de programação do Arduino execute a irrigação conforme condições climáticas e percentual de umidade do solo da horta pré-estabelecidos (DE PAULA RAMOS, 2017). Segundo De Paula Ramos (2017), o projeto interdisciplinar estimulou trabalho em equipe e atitude cooperativa entre os estudantes, utilizando tecnologias open source a favor da sociedade.

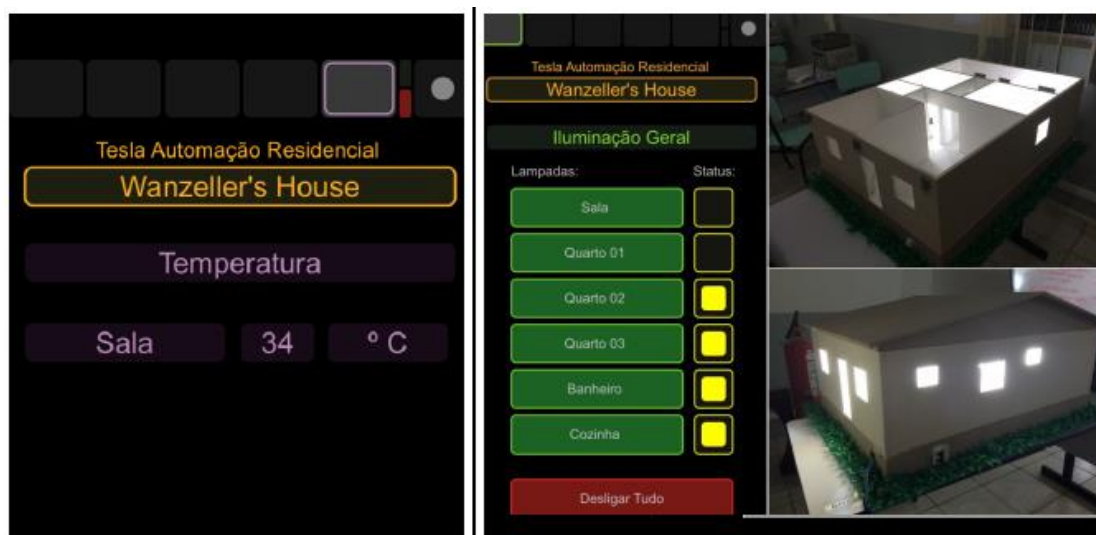
Figura 17 – Esquema da irrigação (à esq.) e aplicação prática (à dir.).



Fonte: De Paula (2017).

A plataforma Arduino, entre outras, e o conceito de IoT, segundo De Souza (2016), também denominado de domótica cuja finalidade é automatizar residências e gerenciar, via internet, equipamentos eletroeletrônicos. Apesar do grau de tecnologia embarcada, esses dispositivos podem ser prototipados com estudantes em sala de aula, uma vez que o custo dos componentes é de baixo custo e promove o conhecimento, desmistificando a complexidade da tecnologia. Por exemplo, um sistema de domótica (Figura 18), criado a partir de Arduino, sensores e módulo IoT (ESP 8266) interconecta e controla a iluminação dimerizada de ambientes, monitora a temperatura e alarme de segurança nos cômodos de uma casa a partir de um aplicativo no celular por meio da internet (WANZELER; FÜLBER; MERLIN, 2016).

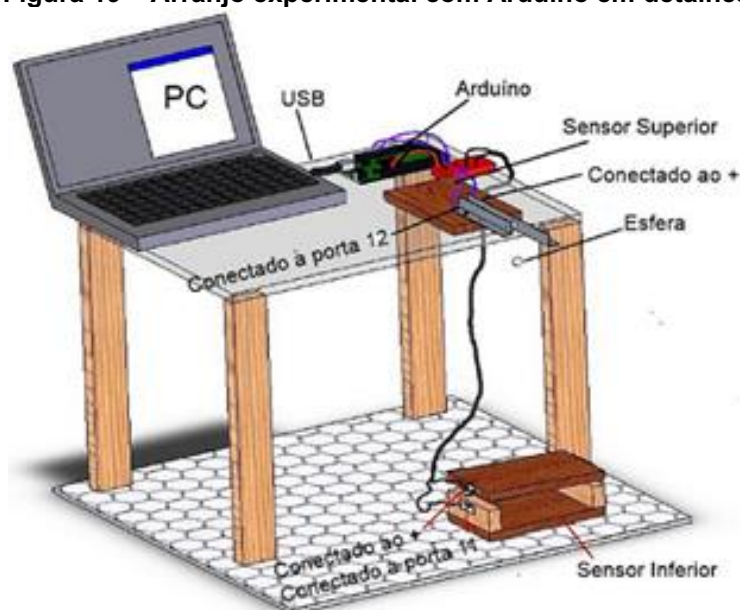
Figura 18 – Telas do aplicativo (à esq.) e maquete com IoT (à dir.).



Fonte: Wanzeler, Fülber e Merlin (2016).

Os conceitos de movimento retilíneo uniformemente variado e a medida do valor da aceleração da gravidade local podem ser aferidos, com certa precisão e de um jeito prático, principalmente, com estudantes do 1º ano do ensino médio. Cordova e Tort (2016) desenvolveram um arranjo experimental (Figura 19) com uma base de madeira dotada de um contato elétrico (sensor inferior) que é acionado com o impacto da queda de uma bolinha de aço de 9mm de diâmetro.

Figura 19 – Arranjo experimental com Arduino em detalhes.



Fonte: Cordova e Tort (2016).

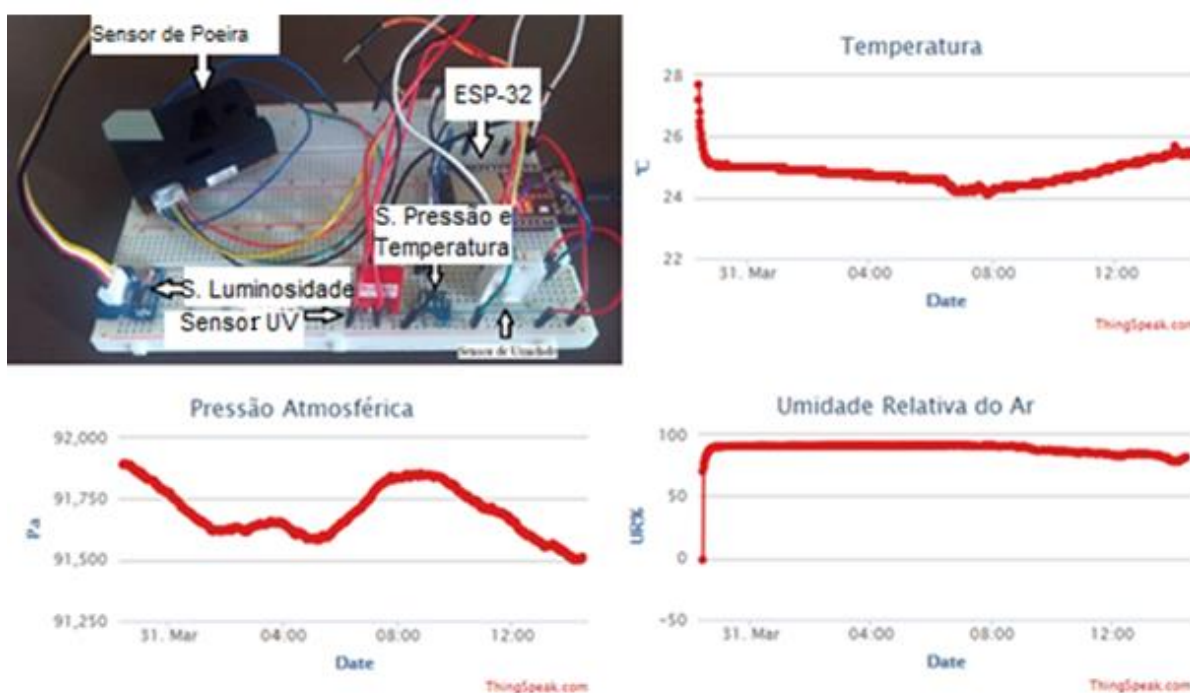
No instante que a bolinha é solta de uma determinada altura em relação ao solo (base de madeira) por uma alavanca móvel acoplada a um outro contato elétrico (sensor superior), o contato elétrico superior abre e envia sinal lógico baixo (0 Volts) para um canal de entrada do Arduino registrar o tempo inicial do movimento e o tempo final (nível lógico alto de 5 Volts registrado por outro canal) até o solo, obtendo o valor da velocidade final e, conseqüentemente, o valor da aceleração local da gravidade (CORDOVA; TORT, 2016).

A meteorologia é um campo de estudo multidisciplinar que atende às necessidades dos setores da agricultura, defesa civil, saúde, energético, comunidade local e um protótipo com módulo ESP-32⁷ possibilita montar uma estação meteorológica (Figura 20) automatizada de baixo custo que, também, contribua para o aprendizado de estudantes (ALEXANDRE; SANTANA; FILHO, 2019). O protótipo de estação meteorológica, proposto por Alexandre; Santana; Filho (2019), é composto por sensores específicos para aferir a temperatura e umidade relativa do ar, o índice

⁷ Módulos microcontroladores para IoT, tais como o ESP-32, ESP-8266, ESP-12, entre outros, são evolução a partir da plataforma Arduino, adotam a filosofia open source, possuem chip integrado, Wifi e Bluetooth embutidos, maior potência e consomem bem menos energia elétrica. São compatíveis com o protocolo de comunicação e programação Arduino via IDE (Integrated Development Environment) (de Oliveira, 2017).

de radiação ultravioleta, a pressão atmosférica, a luminosidade e a quantidade de material particulado suspenso no ar, de modo que os dados meteorológicos enviados para um servidor ThingSpeak®⁸ possam ser consultados via internet por meio de celulares ou computadores.

Figura 20 - Protótipo da estação meteorológica e dados consultados.



Fonte: Alexandre, Santana e Filho (2019).

Projetos com microcontrolador Arduino, aplicados conjuntamente com módulo de IoT ou não, apresentam uma enorme versatilidade para resolver situações-problemas no ambiente escolar ou no cotidiano. Um projeto com Arduino e materiais de baixo custo, lúdico e útil nas residências ou na criação de animais, é o dosador automático de ração animal (THENÓRIO, 2019). O dispositivo Maker (Figura 21) é composto por controlador Arduino, motor de passo 12V, relés 5V ou 12V, baterias 9V e 12V (redundância do sistema), módulo temporizador RTC DS3231 (Real Time

⁸ ThingSpeak® é um serviço de plataforma analítica IoT que permite agregar, visualizar e analisar fluxos de dados na nuvem em tempo real. Serviços de armazenamento de dados de baixa complexidade são oferecidos gratuitamente e oferece recursos online para viabilizar projetos de estudantes e professores (<https://thingspeak.com>, acessado em 26 ago. 2020).

Clock, em inglês), tubos de PVC e rosca sem fim, em madeira, obtida a partir de uma impressão 3D (THENÓRIO, 2019).

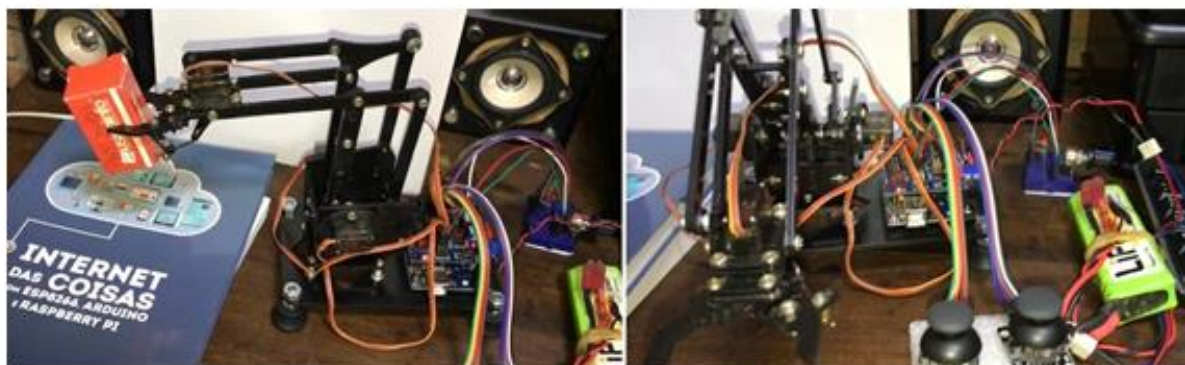
Figura 21 - Dosador automático de ração para animais.



Fonte: Thenório (2019).

Guimarães (2019) apresenta um protótipo de braço robótico (Figura 22) que utiliza um controlador Arduino, quatro servomotores, dois módulos joystick (dois eixos e um botão de pressão), dois LEDs, dois potenciômetros 10 k Ω e partes para o braço e garras robóticas feitas de qualquer material de baixo custo, tais como isopor de alta densidade, acrílico ou MDF cortado a laser ou, então, peças obtidas em impressão 3D. O código programado no Arduino permite que se controle os movimentos do braço robótico e da garra no modo manual, por meio de acionamento dos joysticks, ou gravação das posições (até 500 posições) alocadas na memória do Arduino para que o braço robótico execute a movimentação automaticamente no modo automático (GUIMARÃES, 2020).

Figura 22 - Braço robótico automático com Arduino.

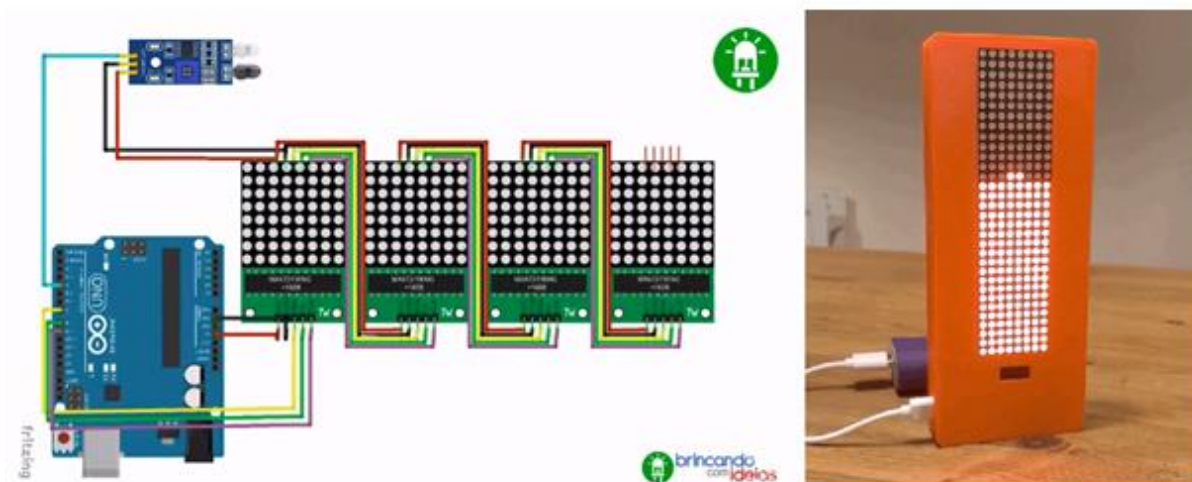


Fonte: Autoria própria (2020).

“Arduino contra o coronavírus!” Guimarães (2020) assim afirmou ao apresentar, em seu canal Brincando com Ideias no Youtube, um protótipo para auxiliar na prevenção contra o coronavírus. O protótipo é um temporizador⁹ luminoso constituído de um microcontrolador Arduino, uma bateria de 5V, quatro módulos matriz de LED, um sensor infravermelho e uma caixa feita em impressora 3D para acomodar o conjunto (GUIMARÃES, 2020). O temporizador luminoso (Figura 23) é ativado ao aproximar as mãos em frente ao sensor infravermelho, iniciando a contagem regressiva luminosa, estipulada em 20 segundos, para que a pessoa lave as mãos por um tempo suficiente e garantindo a higienização adequada das mãos. De fato, em época de pandemia e surto da COVID-19, o dispositivo torna-se aliado no combate e prevenção da contaminação e, ao mesmo tempo, incentiva de modo lúdico, as crianças a realizarem procedimentos corretos para a higienização das mãos (GUIMARÃES, 2020).

⁹ O criador do projeto original do temporizador luminoso para higienização (Wash Timer) das mãos é de autoria do irlandês Denis Hennessy. O projeto para criar o protótipo é de domínio público e as instruções estão no repositório de arquivos disponível em <<https://github.com/dhennessy/WashTimer>> Acesso em: 26 ago. 2020.

Figura 23 - Arduino e módulos (à esq.) e Wash Timer (à dir.).



Fonte: Guimarães (2020) (à esq.) e Hennessy (2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, explora os artigos científicos dos autores envolvendo a plataforma Arduino e o conceito de IoT e mostra que é possível adotar metodologias ativas no ensino de Ciências da Natureza de modo que o estudante seja o protagonista e adquira habilidades, responsabilidade, autonomia, senso crítico, resiliência e aptidão para solucionar problemas que o tornará um profissional capacitado para seguir na jornada da vida, tanto na continuidade dos estudos e no trabalho.

A tecnologia sempre causa algum impacto na sociedade. Várias profissões tiveram que incorporar o uso da tecnologia digital para adequar à situação e treinar profissionais de acordo com as necessidades, demanda e fatores externos. A internet tornou-se um meio de comunicação indispensável que contribui de modo significativo para o desenvolvimento econômico, social, profissional, educacional, entre outros. Cada vez mais, dispositivos dotados do conceito de internet das coisas possibilitam a interação remota entre pessoas e equipamentos nas residências ou em qualquer lugar do planeta Terra. Um simples clique na tela do aplicativo de um smartphone permite o monitoramento ou controle automático de algum dispositivo remoto para executar as mais variadas tarefas.

Nesse sentido, o ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias reforça o objetivo de associar conhecimento científico às situações-problemas no cotidiano dos estudantes. A tecnologia digital, se adequadamente oferecida, torna-se aliada no processo de ensino-aprendizagem e permite o estudante construir seu conhecimento, adquirir habilidades esperadas e desenvolver a capacidade lógico-científico de maneira estimulante e criativa. O suporte dos recursos tecnológicos complementa o processo de aprendizagem de forma significativa e atendem às recomendações da base nacional curricular comum da educação básica.

Os projetos e protótipos dos autores referenciados, com a plataforma Arduino e conceito de IoT, podem ser reproduzidos com os estudantes das séries finais do ensino fundamental e do ensino médio. São protótipos de baixo custo, porém despertam atitude interdisciplinar e relacionam a teoria à prática. Protótipos com Arduino e IoT oferecem um aprendizado significativo, incentivam o trabalho em equipe e podem ser contextualizados para solucionar problemas práticos de maneira criativa

no dia a dia. A utilização da plataforma Arduino e o conceito de IoT, além de proporcionar um aprendizado voltado às questões dos conteúdos curriculares, desmistifica a complexidade da informática e da microeletrônica de forma lúdica e criativa.

Como trabalho futuro, seria interessante desenvolver as habilidades dos estudantes com propostas de criação de protótipos com Arduino e IoT, por meio de aulas invertidas, e posterior coleta de dados qualitativos e quantitativos em processos avaliativos. A expressão cultural da nova geração dos nativos digitais¹⁰ facilitará demais a familiarização com a tecnologia digital atrelada aos conteúdos curriculares do ensino básico ou técnico. Outro ponto mais sofisticado, é utilizar o Arduino, sensores e módulos específicos para que os estudantes possam desenvolver protótipos de robôs autônomos para trabalhar a metodologia de gamificação. Desse modo, possibilitando equipes de estudantes a participar de mostras ou campeonatos de robótica.

Portanto, os artigos revisados mostraram que é bastante viável empregar a plataforma Arduino e o conceito de IoT no ambiente escolar para que facilite a compreensão das fenomenologias físicas e a interdisciplinaridade, promovendo a instigação de ideias e a participação dos estudantes. O despertar da curiosidade e as aplicações tecnológicas do conhecimento científico, transformado em algo concreto e utilizável, contribuem para a construção do conhecimento, a inclusão social e digital dos estudantes de maneira ética e responsável.

¹⁰ Termo criado pelo estadunidense Marc Prensky, escritor e palestrante sobre educação. Nativo digital refere-se a pessoas nascidas a partir da década de 1980 que convivem naturalmente com as tecnologias digitais (Wikipedia).

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, G. B. VITORIA, V. B.; FILHO, M. D. A. **Estação meteorológica de baixo custo com ESP-32**. Congresso técnico científico da engenharia e da agronomia (CONTECC). Palmas -TO. 2019.

ALVES, R. M. et al. **Uso do hardware livre Arduino em ambientes de ensino-aprendizagem**. Jornada de Atualização em Informática na Educação, v. 1, n. 1, p. 162-187, 2013.

ARDUINO. **How to use it**. Artigo disponível em <<https://www.arduino.cc/en/Trademark/CommunityLogo>> Acesso em: 16 jul. 2020.

ARDUINO. **What is Arduino**. Artigo disponível em <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>> Acesso em: 10 abr. 2020.

ASHTON, Kevin et al. **That ‘internet of things’ thing**. RFID journal, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.

BANZI, M; SHILOH, M. **Primeiros passos com o Arduino – a plataforma de prototipagem eletrônica open source**. São Paulo: Ed. Novatec, 2015.

BRASIL-ABDI. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)**. Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. A agenda brasileira para a indústria 4.0: o Brasil preparado para os desafios futuros. Brasília/DF. 2017. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum (BNCC)**. Educação é a base. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_s ite.pdf> Acesso em: 13 jul. 2020.

BREZOLIN, F. et al. **Dispositivo IoT lúdico para monitoramento de variáveis ambientais: Uma experiência de aplicação no ensino fundamental**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). p. 91. 2018.

BROCKVELD, M. V.; TEIXEIRA, C. S.; SILVA, M. R. **A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais**. In: Anais da Conferência ANPROTEC. 2017.

COMACHIO, K. De O.; BORTOLOTTI, S. L. V. **Integração da IOT e arduino para avaliação da qualidade do leite: uma revisão sistemática/IOT and arduino integration for milk quality assessment: a systematic review**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 1160-1177, 2020.

CORDOVA, H.; TORT, A. C. **Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 38, n. 2, 2016.

COSTA, C. L.; OLIVEIRA, L.; MÓTA, L. M. S. **Internet das coisas (IOT): um estudo exploratório em agronegócios**. Internet of Things (IOT): na exploratory study in agribusiness, 2018.

CULKIN, J.; HAGAN, E. **Aprenda eletrônica com Arduino – um guia ilustrado de eletrônica para iniciantes**. São Paulo: Ed. Novatec, 2018.

DE ARAUJO, H. A. B.; BRAGA, M. L. **Ensino de Ciências da Natureza e Arduino: uma proposta de interface para facilitar práticas experimentais**. 2017.

DE OLIVEIRA, L. A. S.; HORST, P. dos S. **Sistema de monitoramento de embarcação utilizando bluetooth em smartphone**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

DE OLIVEIRA, S. **Internet das coisas com ESP-8266, Arduino e Raspberry Pi**. Novatec Editora, 2017.

DE PAULA RAMOS, C. et al. **Sumato V-Garden: Irrigação inteligente de Horta em Pinhais-PR**. Mostra Nacional de Robótica (MNR), Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2017.

DE PÁDUA, G. L. D. **A epistemologia genética de Jean Piaget**. Revista FACEVV| 1º Semestre de, n. 2, p. 22-35, 2009.

DE SOUZA, M. V. **Domótica de baixo custo usando princípios de IoT**. Dissertação de Mestrado. Brasil. 2016.

GAROFALO, D. D. **Robótica com sucata: uma educação criativa para todos**. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 15, n. 34, 2019.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, 2002.

GIL, G. Cérebro Eletrônico. In: GIL, Gilberto. **Gilberto Gil**. Rio de Janeiro: Philips, 1969. 2 Discos de vinis. Lado A, faixa 1.

GIUSTO, D. et al. (Ed.). **The internet of things: 20th Tyrrhenian workshop on digital communications**. Springer Science & Business Media, 2010.

GUIMARÃES, F. **Introdução ao Arduino: servomotor e LDR**. Brincando com ideias. Disponível em <<https://youtu.be/4jUVDyFmB6U>> Acesso em 25 ago. 2020.

GUIMARÃES, F. **Braço robótico com Arduino**. Brincando com ideias. Disponível em <<https://youtu.be/UfFC4gcr5tA>> Acesso em 25 ago. 2019.

GUIMARÃES, M. R. **Uso do Scratch e Arduino para desenvolvimento do raciocínio lógico**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019.

LARRONDA, D. A. et al. **Prototipagem com Arduino no aprendizado de Ciências**. Mostra Nacional de Robótica, 5ª, 2015.

MARTINAZZO, C. A. et al. **Arduino: Uma tecnologia no ensino de Física**. 2014.

NÚÑEZ, A. F. **Uma Introdução ao ARDUINO e suas Aplicações na Robótica**. 17ª Semana Acadêmica da Computação (SACOMP) – Universidade Federal de Pelotas. 2013.

PROCESSING. **An open source and flexible software sketchbook language**. Disponível em: <<https://processing.org/>> Acesso em 16 jul. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias** / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Paulo Miceli. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2011.

SCHWEITZER, C. M. et al. **Monitoramento de qualidade de água usando plataforma robótica arduino**. Archives of Health Investigation, v. 7, 2019.

SCHNEIDERS, L. A. **O método da sala de aula invertida (flipped classroom)**. Lajeado: ed. da UNIVATES, 2018.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de. **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 4, 2019.

SOARES, R. C. et al. **Utilização da plataforma de prototipação de hardware arduino como apoio à aprendizagem de conceitos do componente curricular de programação do ensino médio**. 2016.

SOUZA, M. V. de. **Domótica de baixo custo usando princípios de IoT**. 2016.

THENÓRIO, I. **Alimentador automático para animais domésticos**. Manual do Mundo. Disponível em: <<https://youtu.be/TdMz7EMKBdY>> Acesso em: 26 ago. 2020.

TINKERCAD. **Simulação com projetos Arduino**. Artigo disponível em <<https://www.tinkercad.com/learn/circuits/projects>> Acesso em: 24 ago. 2020.

VAZZI, M. R. G. de. **O Arduino e a Aprendizagem de Física: um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme**. 2017.

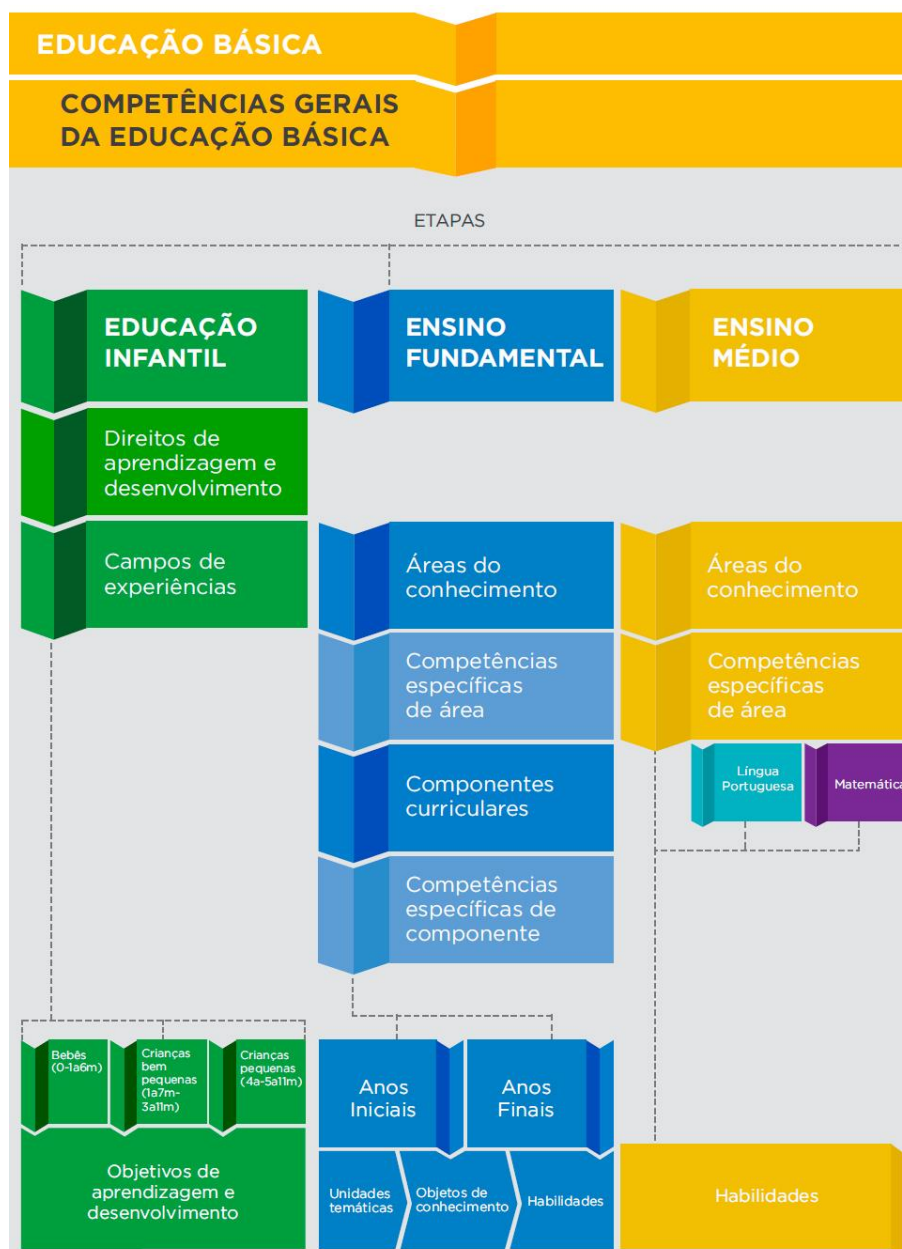
VIEIRA, S.; SABBATINI, M. **Cultura Maker na educação através do scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano de uma escola do campo da cidade de Olinda-PE**. Revista Docência e Cibercultura, v. 4, n. 2, p. 43-66, 2020.

WANZELER, T.; FÜLBER, H.; MERLIN, B. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de IoT**. XXXIV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações. Santarém, PA, p. 40-44, 2016.

ANEXOS

ANEXO A


Figura 24 - Competências gerais da BNCC e a educação básica.



Fonte: Brasil (2017).

ANEXO B

Figura 25 - Competências da BNCC e o ensino fundamental.



COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL


ENSINO FUNDAMENTAL

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Brasil (2017).

ANEXO C

Figura 26 – Competências da BNCC e o ensino médio.



COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO

ENSINO MÉDIO

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Brasil (2017).

ANEXO D

Figura 27 – Sketch programado com a IDE do Arduino.

```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
AnalogInput
4 Demonstrates analog input by reading an analog sensor on analog pin 0 and
5 turning on and off a light emitting diode(LED) connected to digital pin 13.
6 The amount of time the LED will be on and off depends on the value obtained
7 by analogRead().
8
9 The circuit:
10 - potentiometer
11   center pin of the potentiometer to the analog input 0
12   one side pin (either one) to ground
13   the other side pin to +5V
14 - LED
15   anode (long leg) attached to digital output 13
16   cathode (short leg) attached to ground
17
18 - Note: because most Arduinos have a built-in LED attached to pin 13 on the
19   board, the LED is optional.
20
21 created by David Cuatrecasas
22 modified 30 Aug 2011
23 By Tom Igoe
24
25 This example code is in the public domain.
26
27 http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInput
28 */
29
30 int sensorPin = A0; // select the input pin for the potentiometer
31 int ledPin = 13; // select the pin for the LED
32 int sensorValue = 0; // variable to store the value coming from the sensor
33
34 void setup() {
35   // declare the ledPin as an OUTPUT:
36   pinMode(ledPin, OUTPUT);
37 }
38
39 void loop() {
40   // read the value from the sensor:
41   sensorValue = analogRead(sensorPin);
42   // turn the ledPin on
43   digitalWrite(ledPin, HIGH);
44   // stop the program for <sensorValue> milliseconds:
45   delay(sensorValue);
46   // turn the ledPin off:
47   digitalWrite(ledPin, LOW);
48   // stop the program for for <sensorValue> milliseconds:
49   delay(sensorValue);

```

Fonte: Arduino (2020).