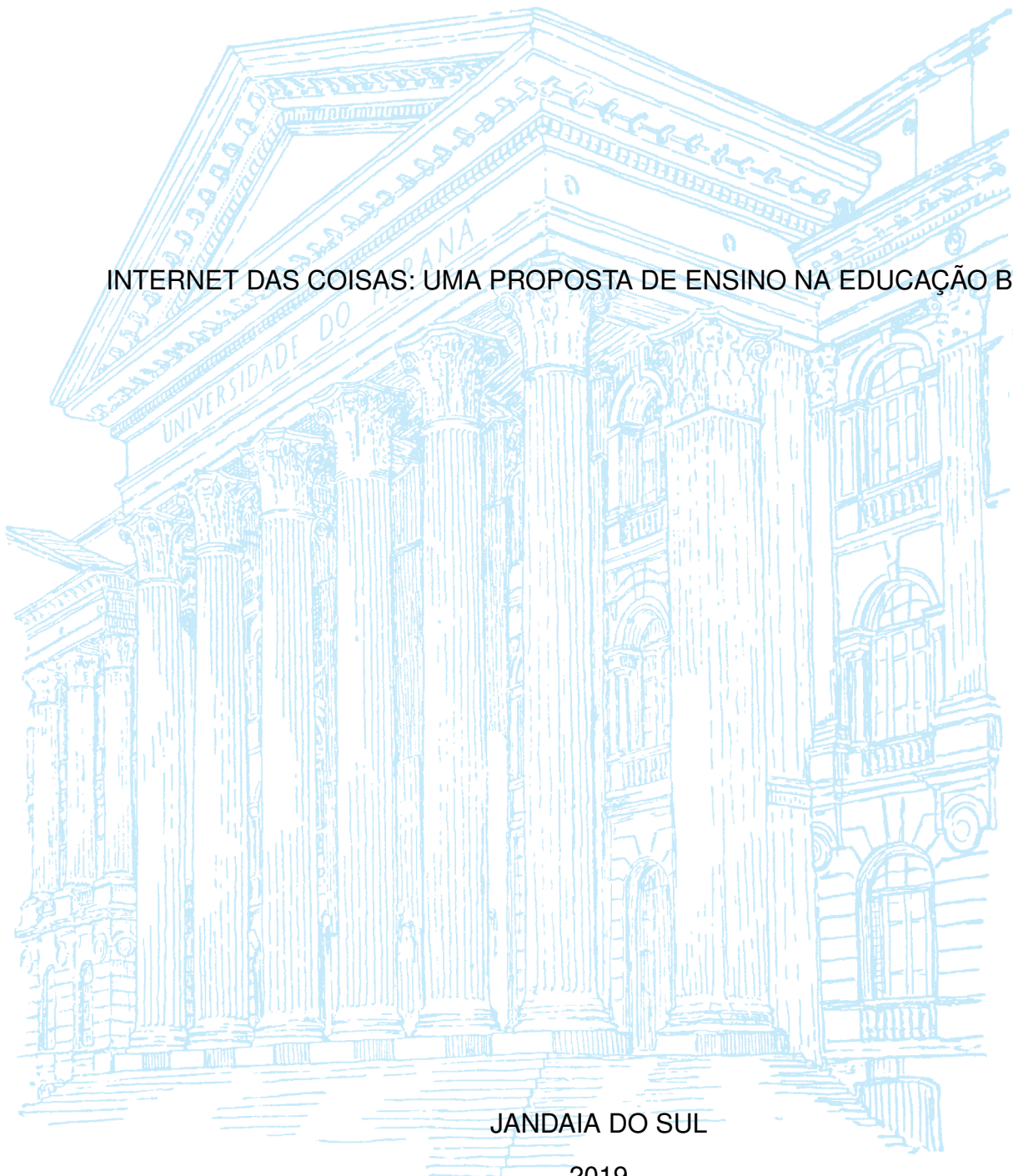


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ PINTO MOREIRA

INTERNET DAS COISAS: UMA PROPOSTA DE ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA



JANDAIA DO SUL

2019

ANDRÉ PINTO MOREIRA

INTERNET DAS COISAS: UMA PROPOSTA DE ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado no Curso de Licenciatura em Computação, Campus Avançado da Universidade Federal do Paraná em Jandaia do Sul.

Orientador: Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Linnyer Beatrys Ruiz Aylon

JANDAIA DO SUL

2019

M8381 Moreira, André Pinto
Internet das coisas: uma proposta de ensino na Educação Básica. /
André Pinto Moreira. – Jandaia do Sul, 2019.
55 f.

Orientador: Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior
Coorientadora: Profa. Dra. Linnyer Beatrys Ruiz Aylon
Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) – Universidade Federal do
Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Licenciatura em Computação.

1. Internet das coisas. 2. IoT. 3. Ensino. 4. Sequência didática. I. Beleti
Junior, Carlos Roberto. II. Aylon, Linnyer Beatrys Ruiz. III. Título. IV.
Universidade Federal do Paraná.

CDD 371.33



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 003/2019/UFPR/R/JA/CCLC
PROCESSO Nº 23075.078359/2019-32
INTERESSADO: UFPR/R/JA/CCLC - COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO - JANDAIA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: INTERNET DAS COISAS: UMA PROPOSTA DE ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Autor: **André Pinto Moreira**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Licenciatura em Computação, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR
- LINNYER BEATRYS RUIZ
- DANIELA ELOISE FLÔR
- RODRIGO CLEMENTE THOM DE SOUZA

Jandaia do Sul, 25 de novembro de 2019.



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO CLEMENTE THOM DE SOUZA, PROFESSOR 3 GRAU**, em 02/12/2019, às 10:55, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/12/2019, às 16:41, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Eloise Flôr, Usuário Externo**, em 09/01/2020, às 16:39, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Linnyer Beatrys Ruiz Aylon, Usuário Externo**, em 10/01/2020, às 14:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **2343432** e o código CRC **BA3F1F45**.

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram, e que tanto se sacrificaram para que eu pudesse chegar até aqui. Sem vocês nada disso seria possível.

A minha namorada, que desde o começo sempre esteve ao meu lado me apoiando e me dando forças para continuar.

Aos meus amigos, pelo apoio nas horas difíceis, e por tantos outros momentos bons que passamos ao longo desses 4 anos.

Aos meus professores, que sempre me inspiraram de várias formas. Foi um privilégio desfrutar um pouco do conhecimento ao lado de vocês.

Ao meu orientador Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior, por ter me mostrado o caminho quando eu me encontrava perdido, e por aberto novos horizontes pra mim. Espero que seja apenas o começo de um longa amizade.

A minha coorientadora Profa. Dr. Linnyer Beatryz Ruiz Aylon, por ter acreditado em mim, e por ter me dado o privilégio de fazer parte da equipe do MannAcademy.

A Profa. Dra. Daniela Eloise Flôr, pelos vários conselhos e por ter cedido a MannaHome para o experimento.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e a todos que contribuíram com a minha formação.

“A História está repleta de pessoas que, como resultado do medo, ou por ignorância, ou por cobiça de poder, destruíram conhecimentos de imensurável valor que, em verdade, pertenciam a todos nós. Nós não devemos deixar isso acontecer de novo”.

(Carl Sagan)

RESUMO

Com a evolução da Internet e outras tecnologias como as Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), surgiu um novo paradigma denominado Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things - IoT*). Esse paradigma tem como objetivo interconectar objetos entre si e com pessoas, por meio de tecnologias de transmissão de dados e diversos sensores e atuadores. Com essas tecnologias e, uma infraestrutura capaz de gerenciá-los, esses objetos se tornam "inteligentes". Nos últimos anos, tem sido crescente as iniciativas de introduzir a *IoT* nas escolas, modificando não somente sua estrutura física mas, também, inserindo-a como uma ferramenta para o auxílio em diversas atividades de ensino interdisciplinar. Somado a isso, com a introdução da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) na Educação Básica, espera-se que os alunos desenvolvam um total de 10 competências gerais ao longo dos anos escolares, e duas dessas competências estão fortemente relacionadas com a utilização das tecnologias. Com o exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar conceitos básicos de *IoT*, para alunas e alunos do ensino médio de uma escola pública do município de Jandaia do Sul. Para demonstrar tais conceitos, foi desenvolvida uma abordagem didático-pedagógica composta por duas sequências didáticas, utilizando como base um protótipo de casa inteligente. Com os componentes do protótipo, foi possível demonstrar conceitos da Física como ondulatória e o efeito fotoelétrico, relacionando-os com o cotidiano das alunas e dos alunos. Ao início e ao fim de cada sequência didática, foi aplicada uma avaliação em forma de quiz, com objetivo de compará-las posteriormente. Com a análise dos dados, pode-se observar que, em média, houve um aumento nas respostas corretas entre uma avaliação e outra, indicando uma tendência de aprendizado por parte dos alunos.

Palavras-chaves: Internet das Coisas. IoT. Ensino. Sequência Didática

ABSTRACT

With the evolution of the Internet and other technologies such as Wireless Sensor Networks (WSN), a new paradigm called the Internet of Things (IoT) has emerged. This paradigm aims to interconnect objects with each other and with people through data transmission technologies and various sensors and actuators. With these technologies and an infrastructure capable of managing them, these objects become "smart". In recent years, there have been increasing efforts to introduce IoT in schools, not only modifying its physical structure but also inserting it as a tool to assist in various interdisciplinary teaching activities. In addition, with the introduction of the BNCC (Basic National Curriculum Base) in Basic Education, students are expected to develop a total of 10 general competences over the school years. Two of these competences are strongly related to the use of technologies. With the above, this paper aims to present basic IoT concepts for students and high school students of a public school in the city of Jandaia do Sul. To demonstrate such concepts, a didactic-pedagogical approach composed of two didactic sequences was developed. based on a smart home prototype. With the prototype components, it is possible to demonstrate physics concepts such as wave and photoelectric effect, relating them to the daily life of the students. At the beginning and end of each didactic sequence, a quiz assessment was applied to compare them later. With the analysis of the data, it can be observed that, on average, there was an increase in the correct answers between one evaluation and another, indicating a learning tendency on the part of the students.

Key-words: Internet of Things. IoT. Teaching. Following teaching

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Paradigma da “Internet das Coisas” como resultado da convergência de diferentes perspectivas.	20
Figura 2 – Metáforas e ferramentas de <i>UMI</i>	21
Figura 3 – <i>IoT concept of laboratory setup</i>	21
Figura 4 – Blocos básicos da <i>IoT</i>	22
Figura 5 – Arduino MEGA 2560 R3	33
Figura 6 – ESP8266 NodeMCU	33
Figura 7 – ESP32	34
Figura 8 – Sensores e atuadores utilizados	35
Figura 9 – Arduino <i>IDE</i>	38
Figura 10 – MQTT Dash	39
Figura 11 – Dashboard do <i>Node-RED</i>	40
Figura 12 – Editor do <i>Node-RED</i>	41
Figura 13 – MannnaHouse	41
Figura 14 – Experimento com sensor ultrassônico	42
Figura 15 – Experimento com Efeito fotoelétrico	43
Figura 16 – <i>Feedback</i> visual das respostas	51
Figura 17 – Resultados do Pré-teste	53
Figura 18 – Resultados do Pós-teste	54
Figura 19 – Comparação entre o Pré-teste e o Pós-teste	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Portal de Periódicos CAPES/MEC	44
Tabela 2 – Resultados Filtrados	45
Tabela 3 – Função trabalho de alguns materiais	73
Tabela 4 – Frequência das cores visíveis	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Termos de pesquisa	31
Quadro 2	–	Artigos Selecionados	46
Quadro 3	–	Questões desenvolvidas para o quiz	55
Quadro 4	–	Questionário final	56

LISTA DE SIGLAS

ABP – Aprendizagem baseada em projetos

AP – *Access Point*

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BYOD – *Bring your own device*

CA – Corrente Alternada

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CC – Corrente Contínua

CE – *Consumer Electronics*

CPU – *Central Processing Unit*

CoPs – Comunidades de Práticas

EF – Entidades Físicas

EPC – *Electronic Product Code*

EPCDS – *Electronic Product Code Discovery Service*

EPCSS – *Electronic Product Code Security Service*

EV – Entidades Virtuais

EXI – *Efficient XML Interchange*

FPGA – *Field Programmable Gate Array*

GAIA – *Green Awareness In Action*

GND – *graduated neutral density*

IA – Inteligência Artificial

IDE – *Integrated Development Environment*

IEEE – *Institute of Electrical and Electronic Engineers*

IP – *Internet Protocol*

ITU – *International Telecommunication Union*

IaaS – *Infrastructure as a Service*

IoT – *Internet of Things*

Kbps – quilobit por segundo

LCD – *Liquid Crystal Display*

LDR – *Light Dependent Resistor*

LED – *light-emitting diode*

MAC – *Media Access Control*

MEC – Ministério da Educação

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

MQTT – *Message Queuing Telemetry Transport*

Mbps – megabit por segundo

NFC – *Near Field Communication*

ONS – *Object Naming Service*

OWL – *Web Ontology Language*

P2P – peer to peer

PAN – *Personal Area Network*

PDA – *Personal digital assistants*

PIR – *Passive Infrared*

PWM – *Pulse-with Modulation*

QR – *Quick Response*

RDF – *Resource Description Framework*

RFID – *Radio Frequency Identification*

RGB – *Red, Green, Blue*

RL – *Revisão da Literatura*

RSSF – Redes de Sensores Sem Fio

SD – Sequências Didáticas

SPI – *Serial Peripheral Interface*

STEM – *Science, Technology, Engineering e Mathematics*

SaaS – *Software as a Service*

TCP/IP – *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UMI – *Ubiquitous Computing, Mobile Computing and Internet of Things*

UV – Radiação ultravioleta

WLAN – *Wireless Local Area Network*

Wi-Fi – *Wireless Fidelity*

LISTA DE SÍMBOLOS

μs	microsegundo
m/s	metros por segundos
μC	microcontrolador
V	Volt
eV	elétron-volt
R\$	Real - moeda brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	INTERNET DAS COISAS	19
2.2	BLOCOS QUE COMPÕEM A <i>IOT</i>	22
2.3	<i>IOT</i> E SUAS TECNOLOGIAS	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	29
3.2	ETAPA EXPLORATÓRIA	29
3.2.1	Revisão da Literatura	29
3.2.1.1	Fonte de busca	30
3.2.1.2	Questões de pesquisa	30
3.2.1.3	Estratégia de busca	30
3.3	ETAPA EXPERIMENTAL	31
3.3.1	Objeto de estudo	31
3.3.2	Variáveis utilizadas	31
3.3.3	Procedimentos de coleta e análise de dados	32
3.3.4	Hardware	32
3.3.4.1	Microcontroladores	32
3.3.4.2	Sensores e Atuadores	34
3.3.5	Software	37
3.3.5.1	Arduino IDE	37
3.3.5.2	Protocolo MQTT	38
3.3.5.3	<i>Node-RED</i>	40
3.3.6	Protótipos	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	ETAPA EXPLORATÓRIA	44
4.1.1	Resultados Obtidos na RL	44
4.1.2	Análise dos Resultados da RL	46

	15
4.2 ETAPA EXPERIMENTAL	50
4.2.1 Aplicação	50
4.2.1.1 Turma A	50
4.2.1.2 Turma B	52
4.2.2 Análise dos resultados	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1	65
A.1 INTERNET DAS COISAS APLICADA AO ENSINO DA ONDULATÓRIA .	65
APÊNDICE B SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2	70
B.1 O EFEITO FOTOELÉTRICO APLICADO AO CONCEITO DE CASA INTE- LIGENTE	70

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), e das Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), o paradigma da Internet das Coisas vem se consolidando nos últimos anos e já é uma realidade no cotidiano das pessoas.

Segundo [Araújo e Valentim \(2019\)](#) “Internet das Coisas (*IoT* – do inglês *Internet of Things*) é um paradigma tecnológico que realiza a interconexão entre os mundos físico e digital, criando um ‘meio informacional’ que aumenta a percepção das pessoas sobre o cenário ao seu redor”.

O termo *Internet of Things*, foi cunhado inicialmente por um cientista britânico chamado Kevin Ashton em 1999. Kevin é cofundador do *Auto-Id Center*, vinculado ao *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, e durante a década de 1990, teve a ideia de desenvolver formas de comunicação entre objetos por meio da tecnologia de identificação por radiofrequência (*RFID technology*)([ZUIN; ZUIN, 2016](#), p. 764).

A *IoT* é um tópico de emergência para o desenvolvimento técnico, social e econômico. A crescente popularização desta área nos principais segmentos da sociedade, e a combinação de conectividade com a *internet* em produtos de consumo, bens duráveis, carros e caminhões, sensores e objetos do dia-a-dia, juntamente com poderosas ferramentas analíticas de dados, está transformando o modo como as pessoas vivem ([KHARCHENKO et al., 2017](#), p. 1).

Segundo a empresa de consultoria [Gartner Inc. \(2017\)](#), “estima-se que 20.4 bilhões de coisas conectadas estarão em uso em todo o mundo em 2020”. O segmento de consumo é o maior usuário de itens conectados, com uma estimativa de 12.8 bilhões de unidades neste período. A empresa também elencou um top 10 de tendências tecnológicas estratégicas para 2019, onde 4 delas são tecnologias relacionadas à *IoT*, sendo elas: Coisas Autônomas (robôs, carros, drones, etc.), Gêmeos Digitais, Computação de Borda (*Edge Computing*) e Espaços Inteligentes ([GARTNER INC., 2018](#)).

Atualmente a *IoT* está presente em ambientes escolares, promovendo mudanças e quebras de paradigmas no modelo educacional tradicional. Segundo [Savov et al. \(2017\)](#), “pesquisadores concordam que a sala de aula deve integrar tecnologias inteligentes e uma pedagogia inovadora”.

Diante do exposto, esta pesquisa é relevante para a comunidade científica, pois é esperado que ela contribua com a popularização da *IoT* para jovens da educação básica e que possa potencializar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos da Física, por meio de metodologias ativas.

1.1 JUSTIFICATIVA

A *IoT* está presente, e contribui nas mais diversas esferas da sociedade atual. Se tratando de Internet das Coisas aplicada ao Ensino Básico, [Moreira, Vairinhos e Ramos \(2018, p. 2\)](#), afirmam que:

Os alunos podem aceder através de diversos dispositivos com ligação à internet a inúmera informação interdisciplinar que é emitida por sensores nas suas imediações. Estes dados poderão ainda ser fornecidos aos alunos considerando os seus interesses pessoais ou de pesquisa.

Nesse artigo os autores apresentam o conceito de “hipersituação”, na qual os alunos têm a capacidade de amplificar seu conhecimento baseados em sua geolocalização ([MOREIRA; VAIRINHOS; RAMOS, 2018, p. 2](#)). Com a inserção da *IoT* na sociedade, se faz necessário estudos mais aprofundados nessa área, a fim de verificar, de qual forma, essas tecnologias podem contribuir com o ensino-aprendizado, em uma sociedade cada vez mais conectada.

Sendo assim, este trabalho tem por finalidade responder a seguinte questão: “É possível que a *IoT* possa contribuir para os processos de ensino e aprendizagem de alunas e alunos da Educação Básica?”

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Seguindo o pressuposto que as tecnologias relacionadas à *IoT* possam auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de alunos da Educação Básica, este trabalho tem como objetivo geral disseminar a *IoT* por meio de abordagens didático pedagógicas que potencialize conceitos da Física, como ondulatória e efeito fotoelétrico, nas escolas públicas do município de Jandaia do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar por meio de uma Revisão da Literatura, abordagens que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem utilizando tecnologias *IoT*.
- Desenvolvimento de uma abordagem didático-pedagógica, utilizando tecnologias relacionadas à *IoT*, que vai servir como prova de conceitos.
- Aplicar a abordagem didático-pedagógica desenvolvida, para alunas e alunos do Ensino Básico, mais especificamente, para o 2º ano do ensino médio.
- Analisar os resultados da aplicação da abordagem buscando por tendências de aprendizado.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no [Capítulo 1](#), é apresentada a justificativa e os objetivos do trabalho; no [Capítulo 2](#), é realizada a fundamentação teórica sobre o paradigma da *IoT* e suas tecnologias; o [Capítulo 3](#), está dividido em duas etapas. A etapa exploratória descreve a metodologia utilizada na Revisão da Literatura e a etapa experimental discorre sobre a caracterização da pesquisa e a definição de alguns conceitos utilizados no desenvolvimento da pesquisa; o [Capítulo 4](#) apresenta os resultados obtidos na Revisão da Literatura, assim como os resultados da aplicação das sequências didáticas proposta no trabalho; o [Capítulo 5](#) apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Visando elucidar o que de fato caracteriza um sistema *IoT*, este capítulo descreve algumas definições e características que compõem tal sistema. Sendo assim, o presente capítulo está organizado do seguinte modo: a [seção 2.1](#) apresenta definições de *IoT* na visão de alguns autores; na [seção 2.2](#) são apresentados os blocos básicos que compõem a *IoT*; e por fim, a [seção 2.3](#) descreve algumas tecnologias utilizadas na *IoT*.

2.1 INTERNET DAS COISAS

Atualmente, a *IoT* está ganhando um destaque na comunidade científica, e conta com diversas pesquisas nos mais variados setores da sociedade. Entretanto, apesar de existir um consenso entre os pesquisadores de que a *IoT* envolve objetos, conectividade em rede, e que processam informação em tempo real, existem diversas definições a seu respeito ([SINGER, 2012](#)).

Para [Lee e Lee \(2015\)](#), a *IoT* “é um novo paradigma tecnológico concebido como uma rede global de máquinas e dispositivos capazes de interagir entre si”. Os autores destacam que a *IoT* está ganhando grande atenção por parte das indústrias, pois com sistemas *IoT*, as empresas conseguem interconectar dispositivos entre si, e com diversos setores da empresa, otimizando vários processos.

[Santos et al. \(2016\)](#), define a *IoT*, como sendo uma consequência natural da combinação de diversas tecnologias que surgiram e evoluíram paralelamente ao longo dos anos, como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e transmissão de dados e sensoriamento.

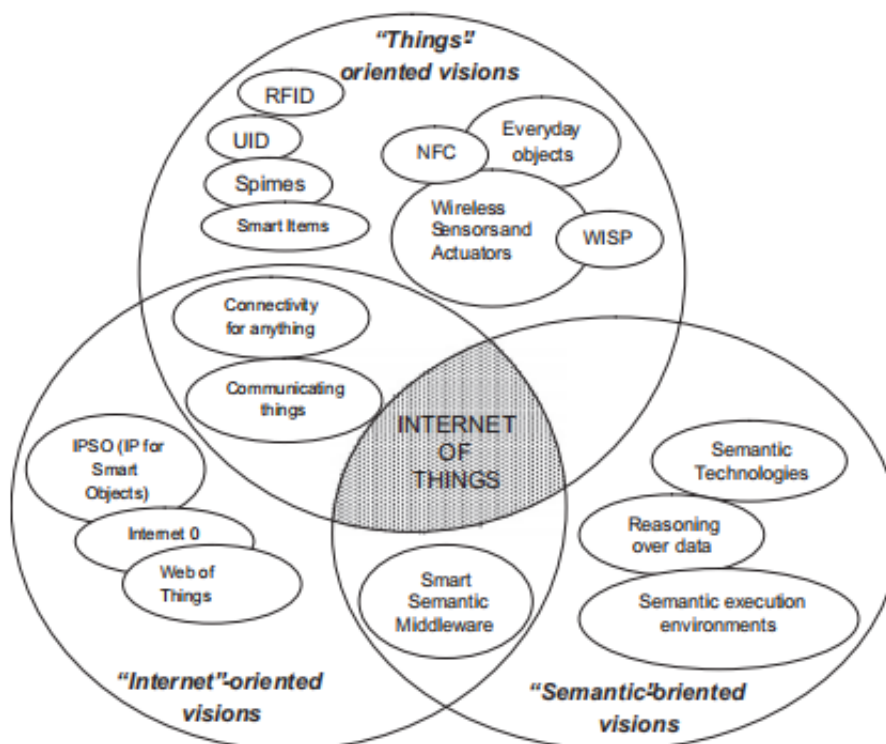
Quando se fala em definição de *IoT*, o trabalho de [Atzori, Iera e Morabito \(2010\)](#) está entre os mais citados na literatura. Segundo os autores:

A ideia básica deste conceito é a presença generalizada em torno de nós de uma variedade de coisas ou objetos - tais como identificadores de *RFID*, sensores, atuadores, telefones celulares, etc. - que, através de esquemas de endereçamento únicos, são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns.

Nesse trabalho, os autores apresentam uma definição de *IoT* como sendo o resultado da intersecção entre três perspectivas distintas. A primeira seria uma Perspectiva Orientada à Internet, que contempla as várias tecnologias e protocolos utilizados na transmissão de dados; a segunda seria uma Perspectiva Orientada à Coisas, que engloba a utilização de diversos sensores, atuadores e outras tecnologias

como *Near Field Communication - NFC* e *Radio Frequency Identification - RFID* e, por último, uma Perspectiva Orientada à Semântica, que seria utilizada para aquisição de conhecimento, como visualizado na [Figura 1](#).

FIGURA 1 – Paradigma da “Internet das Coisas” como resultado da convergência de diferentes perspectivas.



FONTE: [Atzori, Iera e Morabito \(2010, p. 2789\)](#)

A União Internacional de Telecomunicações (do inglês, *International Telecommunication Union - ITU*) uma agência especializada na padronização de tecnologias de informação e comunicação define a *IoT* como:

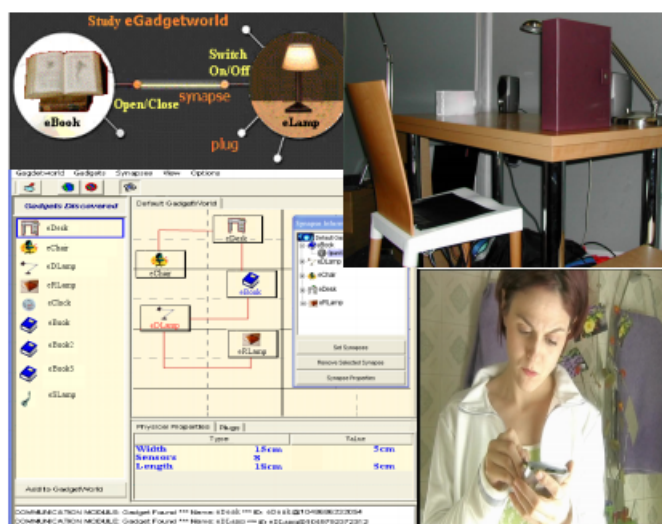
Uma infraestrutura global para a sociedade da informação que permite serviços avançados, interconectando coisas (físicas e virtuais) com base em tecnologias de informação e comunicação interoperáveis, existentes e em evolução ([ITU... , 2015](#)).

Como observado, existem diversas definições a respeito do que caracteriza um sistema ou uma aplicação de *IoT*, e com isso, uma gama de novas possibilidades de aplicações surgem como por exemplo: cidades inteligentes (*Smart Cities*), saúde (*Healthcare*), casas inteligentes (*Smart Home*), indústria 4.0, entre outras.

No que se refere a *IoT* na educação, já existem diversas iniciativas a respeito. O trabalho de [Zaharakis, Sklavos e Kameas \(2016\)](#), tem como objetivo investigar a introdução de tecnologias onipresentes e móveis - (UMI - abreviação do termo inglês - *Ubiquitous Computing, Mobile Computing and Internet of Things*), nas áreas de Ciência,

Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês, *Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM*), por meio de comunidades de prática (CoPs). Para apoiar a utilização de CoPs, o projeto desenvolve um ambiente de treinamento integrado para estudantes de 14 a 16 anos, com base em uma seleção de processos metodológicos e UMI, como observado na [Figura 2](#).

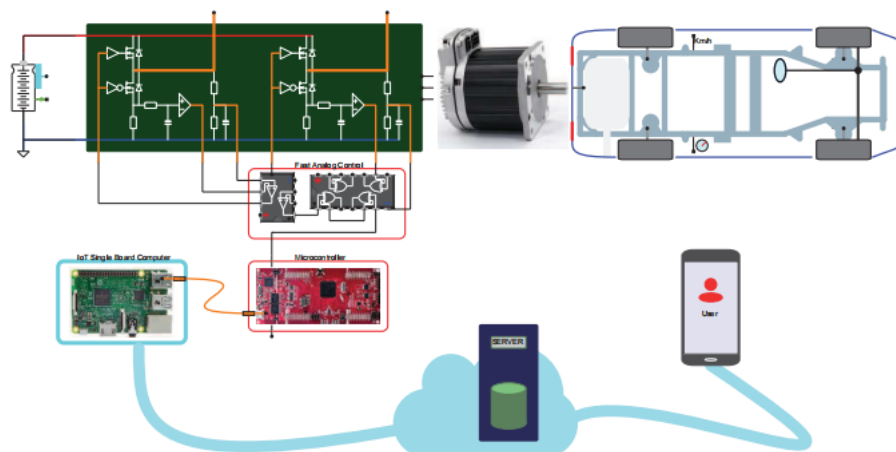
FIGURA 2 – Metáforas e ferramentas de UMI



Fonte: Zaharakis, Sklavos e Kameas (2016, p. 2)

Duijsen, Woudstra e Willigenburg (2018) desenvolveram uma placa geral de eletrônica de potência utilizada no ensino de conceitos físicos. Essa placa é utilizada na configuração de um conversor DC-DC controlado pelo microcontrolador Arduino Uno. O usuário tem acesso ao servidor da *web* na nuvem e a interface da *web* permite que ele altere os parâmetros. O *Raspberry* comunica-se com o servidor *web* e controla o microcontrolador Arduino Uno. Um esquema geral desse protótipo pode ser visualizado na [Figura 3](#).

FIGURA 3 – IoT concept of laboratory setup.



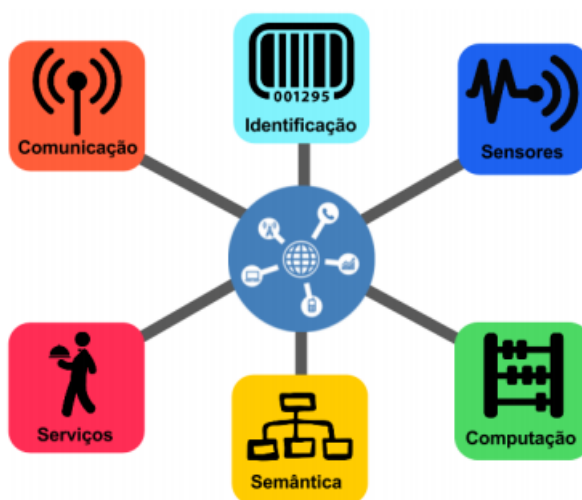
Fonte: Duijsen, Woudstra e Willigenburg (2018, p. 151)

Tziortzioti et al. (2018) apresentam o potencial que a *IoT* pode proporcionar à Educação em escala global, por meio do projeto GAIA. Esse projeto está presente em 18 escolas espalhadas pela Grécia, Itália e Suécia, e possui 880 pontos de detecção por meio de sensores de conforto ambiental em sala de aula (dispositivos dentro de salas de aula), sensores atmosféricos (dispositivos posicionados ao ar livre), estações meteorológicas (dispositivos posicionados nos telhados das escolas) e medidores de consumo de energia (dispositivos conectados à caixa de fuga principal dos edifícios, medindo o consumo de energia). Com esse projeto os alunos puderam estudar as variações de temperatura, acidez-alcalinidade, turbidez, salinidade e condutividade das águas do mar por meio de sensores implantados no litoral desses países.

2.2 BLOCOS QUE COMPÕEM A *IOT*

Como observado anteriormente, a *IoT*, é composta por diversas tecnologias complementares de captação e transmissão de dados com o intuito de viabilizar a integração de objetos no ambiente físico ao mundo virtual. Os pilares que sustentam esse paradigma podem ser observados na Figura 4.

FIGURA 4 – Blocos básicos da *IoT*



FONTE: Santos et al. (2016, p. 6)

De acordo com Santos et al. (2016), os blocos básicos da *IoT* são divididos em 6 grupos, sendo eles:

- **Identificação:** é um dos blocos mais importantes, visto que é primordial identificar os objetos unicamente para conectá-los à Internet. Tecnologias como *Radio Frequency Identification - RFID*, *Near Field Communication - NFC* e endereçamento *IP - (Internet Protocol)* podem ser empregados para identificar os objetos.

- **Sensores/Atuadores:** sensores coletam informações sobre o contexto em que os objetos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para a nuvem ou centros de armazenamentos de dados. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos.
- **Comunicação:** diz respeito às diversas técnicas usadas para conectar objetos inteligentes. Também desempenha papel importante no consumo de energia dos objetos sendo, portanto, um fator crítico. Algumas das tecnologias usadas são *WiFi*, *Bluetooth*, *IEEE 802.15.4* e *RFID*.
- **Computação:** inclui a unidade de processamento como, por exemplo, microcontroladores, processadores e *Field Programmable Gate Array - FPGAs*, em português “(Arranjo de Portas Programáveis em Campo)”, responsáveis por executar algoritmos locais nos objetos inteligentes.
- **Serviços:** a *IoT* pode prover diversas classes de serviços, dentre elas, destacam-se os Serviços de Identificação, responsáveis por mapear Entidades Físicas (EF) (de interesse do usuário) em Entidades Virtuais (EV) como, por exemplo, a temperatura de um local físico em seu valor, coordenadas geográficas do sensor e instante da coleta; Serviços de Agregação de Dados que coletam e resumizam dados homogêneos/heterogêneos obtidos dos objetos inteligentes; Serviços de Colaboração e Inteligência que agem sobre os serviços de agregação de dados para tomar decisões e reagir de modo adequado a um determinado cenário; e Serviços de Ubiquidade que visam prover serviços de colaboração e inteligência em qualquer momento e qualquer lugar em que eles sejam necessários.
- **Semântica:** refere-se à habilidade de extração de conhecimento dos objetos na *IoT*. Trata da descoberta de conhecimento e uso eficiente dos recursos existentes na *IoT*, a partir dos dados existentes, com o objetivo de prover determinado serviço. Para tanto, podem ser usadas diversas técnicas como *Resource Description Framework - RDF*, *Web Ontology Language - OWL* e *Efficient XML Interchange - EXI*.

2.3 IOT E SUAS TECNOLOGIAS

A seguir serão apresentadas diversas tecnologias que podem compor um sistema *IoT*, juntamente com uma definição de cada uma delas, assim como descrito em [Madakam, Ramaswamy e Tripathi \(2015\)](#) e [Akpakwu et al. \(2017\)](#).

- **Protocolo de Internet - IP:** O *Internet Protocol (IP)* é o principal protocolo de rede usado na Internet, desenvolvido na década de 1970. O IP é o principal

protocolo de comunicação do conjunto de protocolos da Internet para retransmitir datagramas através dos limites da rede. As duas versões do *Internet Protocol (IP)* estão em uso: IPv4 e IPv6. Cada versão define um endereço IP de maneira diferente. Devido à sua prevalência, o termo genérico IP geralmente se refere aos endereços definidos pelo IPv4. Existem cinco classes de intervalos de IP disponíveis no IPv4: Classe A, Classe B, Classe C, Classe D e Classe E, enquanto apenas A, B e C são comumente usados. O protocolo atual fornece 4.3 bilhões de endereços IPv4, enquanto o IPv6 aumentará significativamente a disponibilidade para 85.000 trilhões de endereços. O IPv6 é o protocolo da Internet do século XXI, suportando cerca de 2^{128} endereços.

- **LoRa:** É um protocolo de camada física que emergiu como uma tecnologia promissora para comunicação de baixo custo, baixa potência e longo alcance. A tecnologia sem fio *LoRa* é baseada no *LoRaWAN*, um protocolo de camada de controle de acesso à mídia (*MAC*) baseado no *ALOHA* para uma ampla rede de área de cobertura. A rede *LoRa* é baseada em uma topologia do tipo estrela, na qual cada nó (ou seja, dispositivo final) possui uma conexão direta de salto único com um *gateway LoRa*. A arquitetura *LoRa* consiste em: dispositivos finais (nós), servidor, um *gateway* e um terminal remoto.
- **Código Eletrônico de Produto - EPC:** O Código Eletrônico de Produto (EPC) é um código de 64 bits ou 98 bits gravado eletronicamente em uma etiqueta RFID e destina-se a projetar uma melhoria no sistema de código de barras EPC. O código EPC pode armazenar informações sobre o tipo de EPC, número de série único do produto, suas especificações, informações do fabricante etc. O EPC foi desenvolvido pelo centro Auto-ID no MIT em 1999. Organização EPCglobal, que é responsável pela padronização da tecnologia de Código Eletrônico de Produto (EPC), criou a EPCglobal Network para compartilhar informações sobre RFID. Ele possui quatro componentes: o Serviço de Nomenclatura de Objetos (ONS), o Serviço de Descoberta de EPC (EPCDS), os Serviços de Informações de EPC (EPCIS) e os Serviços de Segurança de EPC (EPCSS).
- **QR Code:** O Código QR é um código de barras bidimensional, criado em 1994 pela a Denso Wave, uma empresa japonesa subsidiária da Toyota. Seu nome vem de Quick Response - QR (em português, resposta rápida), pois seu código pode ser interpretado rapidamente. Seu uso inicial se deu na indústria automotiva do japão, porém atualmente esta tecnologia é utilizada no mundo inteiro como alternativa aos códigos de barra tradicionais (KATO; TAN; CHAI, 2010).
- **Wireless Fidelity - Wi-Fi:** É uma tecnologia de rede que permite que computadores e outros dispositivos se comuniquem através de um sinal sem fio. O precursor

do *Wi-Fi* foi inventado em 1991 pela *NCR Corporation em Nieuwege*, na Holanda. Os primeiros produtos sem fio foram colocados no mercado sob o nome *Wave-LAN*, com velocidades de 1 Mbps a 2 Mbps. Hoje, há um *Wi-Fi* quase invasivo que fornece conectividade de rede local sem fio (*WLAN*) de alta velocidade a milhões de escritórios, residências e locais públicos, como hotéis, cafés e aeroportos. A integração do *Wi-Fi* em notebooks, *smartphones*, e dispositivos eletrônicos de consumo acelerou a adoção do *Wi-Fi* a ponto de ser quase um padrão nesses dispositivos. A tecnologia contém qualquer tipo de suporte ao produto *WLAN*, qualquer um dos *IEEE 802.11*, juntamente com banda dupla, 802.11a, 802.11b, 802.11g e 802.11n. Atualmente, cidades inteiras estão se tornando corredores de *Wi-Fi* através de pontos de acesso sem fio - *APs*.

- **Bluetooth:** A tecnologia sem fio *Bluetooth* é uma tecnologia de rádio barata e de curto alcance que elimina a necessidade de cabeamento proprietário entre dispositivos como notebooks, PCs, PDAs, câmeras e impressoras. Possui um alcance efetivo de até 40 metros e pode chegar a uma taxa de transmissão de até 50Mbps no caso do *Bluetooth 5.0*. Sua especificação do padrão IEEE é o 802.15.1. Foi desenvolvido pela empresa *Ericson Mobile Communication* em 1994. Pode ser usado para criação de redes de área pessoal (*PAN*, do inglês - *Personal Area Network*), que permitem a transmissão de dados como texto, imagem, vídeo e som.
- **ZigBee:** O *ZigBee* é um dos protocolos desenvolvidos para aprimorar os recursos das redes de sensores sem fio. A tecnologia *ZigBee* é criada pela *ZigBee Alliance*, fundada em 2001. As características do *ZigBee* são baixo custo, baixa taxa de dados, faixa de transmissão relativamente curta, escalabilidade, confiabilidade e design de protocolo flexível. É um protocolo de rede sem fio de baixa potência baseado no padrão IEEE 802.15.4. O *ZigBee* tem alcance de cerca de 100 metros e largura de banda de 250 kbps e as topologias que ele trabalha são estrela, árvore de *cluster* e malha. É amplamente utilizado em automação residencial, agricultura digital, controles industriais, monitoramento médico e sistemas de energia.
- **Near Field Communication - NFC:** Comunicação de campo próximo (*NFC*, do inglês - *Near Field Communication*) é um conjunto de tecnologias sem fio de curto alcance a 13,56 MHz, normalmente exigindo uma distância de 4 cm. A tecnologia *NFC* torna a vida mais fácil e mais conveniente para os consumidores em todo o mundo, facilitando a realização de transações, a troca de conteúdo digital e a conexão de dispositivos eletrônicos com um toque. O *NFC* usa princípios de tecnologia semelhantes ao *RFID*. No entanto, ele não é usado apenas para identificação, mas também para uma comunicação bidirecional mais elaborada.

A tecnologia *NFC* é amplamente utilizada em telefones celulares, aplicativos industriais e sistemas de pagamento sem contato. Da mesma forma, o *NFC* facilita conectar, comissionar e controlar dispositivos *IoT* em diferentes ambientes como casa, fábrica e trabalho. (AL-SARAWI et al., 2017).

- **Atuadores:** Um atuador é algo que converte energia em movimento, o que significa que os acionadores acionam os movimentos em sistemas mecânicos. Leva fluido hidráulico, corrente elétrica ou alguma outra fonte de energia. Atuadores podem criar um movimento linear, movimento rotativo ou movimento oscilatório. Cobrir distâncias curtas, normalmente até 30 pés e geralmente comunicar a menos de 1 Mbps. Atuadores normalmente são usados na fabricação ou aplicações industriais. Existem três tipos de atuadores: (1) Elétrico: motores CA e CC, motores de passo, solenoides; (2) Hidráulico: utiliza fluido hidráulico para acionar o movimento; (3) Pneumático: utiliza ar comprimido para ativar o movimento. Esses três tipos de atuadores estão em uso atualmente, dos quais, os elétricos são o tipo mais comumente utilizado.
- **Inteligência Artificial - IA:** Inteligência Artificial refere-se a ambientes eletrônicos sensíveis e responsivos à presença de pessoas. Em um ambiente com inteligência artificial, os dispositivos trabalham em conjunto para ajudar as pessoas a realizar suas atividades cotidianas de maneira fácil e natural, usando a Informação e a Inteligência oculta nos dispositivos conectados à rede. Define-se pelas seguintes características (1) Incorporado: Muitos dispositivos de rede são integrados ao ambiente; (2) Ciente do Contexto: esses dispositivos podem reconhecer você e seu contexto situacional; (3) Personalizado: eles podem ser adaptados para suas necessidades; (4) Adaptável: elas podem mudar em resposta a você; (5) Antecipatórias: elas podem antecipar seus desejos sem mediação consciente.

Segundo Lee e Lee (2015), entre as diversas tecnologias utilizadas em sistemas *IoT*, algumas se destacam por estarem presentes em vários casos de sucesso. Desse modo, os autores destacam 5 tecnologias, sendo elas:

1. **Identificação por radiofrequência -RFID:** A identificação por radiofrequência (*RFID*) permite a identificação automática e a captura de dados usando ondas de rádio, uma etiqueta e um leitor. A *tag* pode armazenar mais dados que os códigos de barras tradicionais. A etiqueta contém dados na forma do EPC, um sistema global de identificação de itens baseado em *RFID* desenvolvido pelo *Auto-ID Center*. Três tipos de tags são usados. As etiquetas *RFID* passivas dependem da energia de radiofrequência transferida do leitor para a etiqueta para alimentá-la; eles não são alimentados por bateria. Aplicações podem ser encontradas em cadeias de suprimentos, passaportes, pedágios eletrônicos e rastreamento

no nível do item. As etiquetas *RFID* Ativas, têm sua própria fonte de bateria e podem instigar a comunicação com um leitor. As *tags* ativas podem conter sensores externos para monitorar temperatura, pressão, produtos químicos e outras condições. As etiquetas *RFID* ativas são usadas nas indústrias, laboratórios hospitalares e no gerenciamento de ativos de TI com sensoriamento remoto. As etiquetas *RFID* semi-passivas usam baterias para alimentar o microchip enquanto se comunicam consumindo energia do leitor. As etiquetas *RFID* ativas e semi-passivas custam mais do que as etiquetas passivas.

2. **Redes de sensores sem fio - RSSF:** As redes de sensores sem fio (RSSF) consistem em dispositivos equipados com sensores autônomos distribuídos especialmente para monitorar condições físicas ou ambientais e podem cooperar com sistemas *RFID* para rastrear melhor o status de coisas como localização, temperatura e movimentos (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). As RSSF permitem diferentes topologias de rede e comunicação *multihop*, que consiste em nós de comunicação intermediários que têm a função de receber mensagens de dados de seus vizinhos e retransmiti-los de um nó a outro, até atingir seu destino (BONIFÁCIO, 2010). Os recentes avanços tecnológicos em circuitos integrados de baixa potência e comunicações sem fio disponibilizaram dispositivos miniatura eficientes, de baixo custo e baixa potência para uso em aplicativos de RSSF. (GUBBI et al., 2013).
3. **Middleware:** O *middleware* é uma camada de software interposta entre aplicativos de software para facilitar aos desenvolvedores a comunicação e a entrada/saída. Seu recurso de ocultar os detalhes de diferentes tecnologias é fundamental para liberar os desenvolvedores da *IoT* de serviços de software que não são diretamente relevantes para o aplicativo *IoT* específico. O *middleware* ganhou popularidade nos anos 80 devido ao seu protagonismo na simplificação da integração de antigas tecnologias com as novas tecnologias que estavam surgindo nessa época. Também facilitou o desenvolvimento de novos serviços no ambiente de computação distribuída. Uma infraestrutura distribuída complexa da *IoT* com vários dispositivos heterogêneos requer a simplificação do desenvolvimento de novos aplicativos e serviços, para que o uso do *middleware* seja o ajuste ideal ao desenvolvimento de aplicativos da *IoT*.
4. **Computação em nuvem:** A computação em nuvem é um modelo para acesso sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos configuráveis (por exemplo, computadores, redes, servidores, armazenamento, aplicativos, serviços, software) que podem ser provisionados como Infraestrutura como Serviço (do inglês, *Infrastructure as a Service - IaaS*) ou Software como Serviço (do inglês, *Software as a Service - SaaS*). Um dos resultados mais importantes da *IoT* é uma enorme

quantidade de dados gerados a partir de dispositivos conectados à Internet (GUBBI et al., 2013). Muitos aplicativos de *IoT* exigem armazenamento massivo de dados, enorme velocidade de processamento para permitir a tomada de decisões em tempo real e redes de banda larga de alta velocidade para transmitir dados, áudio ou vídeo.

5. **Aplicativos de *IoT*:** A *IoT* facilita o desenvolvimento de inúmeros aplicativos de *IoT* orientados para a indústria e específicos do usuário. Enquanto dispositivos e redes fornecem conectividade física, os aplicativos de *IoT* permitem interações dispositivo a dispositivo e humano a dispositivo de maneira confiável e robusta. Os aplicativos de *IoT* nos dispositivos precisam garantir que os dados/mensagens sejam recebidos e atendidos adequadamente em tempo hábil. Por exemplo, as aplicações de transporte e logística monitoram o status de mercadorias transportadas, como frutas, produtos frescos, carne e laticínios. Durante o transporte, o status de conservação (por exemplo, temperatura, umidade, choque) é monitorado constantemente e as ações apropriadas são executadas automaticamente para evitar deterioração quando a conexão está fora da faixa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é realizada a Caracterização da pesquisa, assim como os procedimentos utilizados na Etapa Exploratória e na Etapa Experimental do presente trabalho.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa caracteriza-se inicialmente, como exploratória com base na Revisão da Literatura - RL, ou seja, é uma forma de identificar, avaliar e interpretar as pesquisas existentes, relevantes a uma questão de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse (KITCHENHAM, 2004). Este tipo de técnica permitiu identificar as contribuições existentes da *IoT* aplicado ao ensino básico.

Posteriormente, caracterizou-se como uma pesquisa experimental. Segundo Gil (2002, p. 47), “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

3.2 ETAPA EXPLORATÓRIA

A seguir serão abordados os procedimentos utilizados na etapa inicial da Revisão da Literatura.

3.2.1 Revisão da Literatura

A Revisão da Literatura (RL), serve como base, para pesquisadores analisarem uma determinada área de conhecimento, de forma efetiva, com a finalidade de verificar, de que maneira uma pesquisa em desenvolvimento, pode contribuir com o que já existe publicado na área em questão (NEIVA; SILVA, 2016). Essa etapa, é de suma importância para o desenvolvimento de um bom trabalho. Amadeu et al. (2015, p. 66) afirma que “revisão de literatura tem como finalidade apresentar um levantamento da literatura existente sobre o assunto, e servirá de sustentação para as ideias, contribuindo para análise e interpretação dos dados coletados”.

Segundo Neiva e Silva (2016), por meio de uma revisão sistemática da literatura é possível recolher evidências de maneira a identificar oportunidades de pesquisa em um determinado campo de estudo.

Para identificar como as tecnologias relacionadas à *IoT* são aplicadas à educação, foi realizada uma Revisão da Literatura seguindo as recomendações apresentadas

em (KITCHENHAM, 2004). Segundo a autora “Uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma questão de pesquisa em particular, ou área temática, ou fenômeno de interesse”. Porém não foram utilizados todos os critérios que caracterizam uma Revisão Sistemática da Literatura, sendo assim, optou-se por realizar apenas uma Revisão da Literatura.

Os estudos de maior interesse devem apresentar formas de utilização dessas tecnologias para melhorar a qualidade do ensino, seja tornando o aprendizado mais presente ou aumentando o interesse dos alunos pelos conteúdos ministrados.

3.2.1.1 Fonte de busca

A escolha pelo Portal de periódicos CAPES¹, se justifica por ele reunir os principais repositórios de trabalhos acadêmicos relacionados a temática da pesquisa em questão, contendo um total de 516 bases, com mais de 45 mil publicações de periódicos, internacionais e nacionais, disponíveis com textos completos, sendo 67 bases voltadas à área da Ciência da Computação e 110 bases voltadas à área da Educação.

3.2.1.2 Questões de pesquisa

O objetivo desta Revisão da Literatura é identificar como as tecnologias da Internet das Coisas estão sendo aplicadas na Educação. Os estudos de maior interesse devem apresentar formas de utilização dessas tecnologias para melhorar a qualidade do Ensino Básico, tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas, e assim, despertando um maior interesse por parte dos alunos. Com os objetivos fixados foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

Questão de Pesquisa 1: Como a Internet das Coisas está sendo aplicada no Ensino?

Questão de Pesquisa 2: Entre as tecnologias da Internet das Coisas, quais estão sendo aplicadas no Ensino Básico?

3.2.1.3 Estratégia de busca

A partir das questões de pesquisa apresentadas, foram definidos os termos de pesquisa e alguns sinônimos com o intuito de obter uma maior abrangência dos resultados. Foram utilizadas tecnologias populares de *IoT* como sinônimos, pois durante a pesquisa foi constatado que poucos estudos apresentam explicitamente a utilização de conceitos de *IoT* no desenvolvimento de soluções para educação. Os termos utilizados para a pesquisa se encontram no [Quadro 1](#).

¹ Disponível em <https://bit.ly/2Xa0RR3> acesso: 25/05/2019

Quadro 1 – Termos de pesquisa

Internet of Things	Education
<i>IoT</i>	Educational
Internet das Coisas	<i>Teaching</i>
Arduino	Educação
<i>Raspberry Pi</i>	Ensino
<i>RFID</i>	

FONTE: O autor (2019).

A primeira coluna refere-se ao termo “*Internet of Things*” e termos que foram utilizados como “sinônimos”: “*IoT*”, “*Internet das Coisas*”, “*Arduino*”, “*Raspberry Pi*” e “*RFID*”, e a segunda coluna refere-se ao termo “*Education*”, e os sinônimos utilizados, como: “*Educational*”, “*Teaching*”, “Educação” e “Ensino”. A utilização desses sinônimos se traduz em uma quantidade mais abrangente de artigos relacionados com a área de pesquisa em questão.

As buscas ocorreram no período de 10 de março à 15 de abril de 2019, e foram definidos os seguintes critérios: 1) Os termos utilizados nas buscas deveriam estar contidos no título das publicações; 2) Os trabalhos deveriam estar situados entre os anos de 2015 a 2019, pois as tecnologias relacionadas à *IoT* evoluem rapidamente; 3) As buscas deveriam retornar apenas artigos científicos de revistas ou periódicos.

3.3 ETAPA EXPERIMENTAL

A seguir serão aprestadas as etapas de uma pesquisa experimental conforme definido por Gil (2002, p. 47).

3.3.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo foi composto por alunos e alunas do 2º ano do ensino médio, de uma escola da rede pública, do município de Jandaia do Sul. Essas alunas e alunos foram divididos em duas turmas, com média de 27 em cada.

3.3.2 Variáveis utilizadas

As variáveis selecionadas, se caracterizaram no desenvolvimento de abordagens didático pedagógicas, utilizando um protótipo de uma casa inteligente e sequências didáticas, que pudessem popularizar a *IoT* e potencializar o ensino e aprendizagem de conceitos de física.

3.3.3 Procedimentos de coleta e análise de dados

A coleta dos dados, foi realizada por meio de avaliações no início e ao término de cada sequência didática, com questionários e observações. Para a análise dos resultados, os dados foram tabulados e distribuídos em gráficos para serem analisados a fim de verificar possíveis tendências de melhoria no aprendizado dos alunos e alunas.

3.3.4 Hardware

Como descrito anteriormente, os sistemas *IoT* são compostos por hardware e software. Se tratando de hardware, pode-se citar os microcontroladores como Arduino e *Raspberry Pi*, assim como, os diversos sensores e atuadores. A seguir, serão listados os hardware utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

3.3.4.1 Microcontroladores

Sistemas *IoT*, são compostos por um ou mais microcontroladores - μCs (chips) e módulos de comunicação sem fio, como *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *LoRa*, etc. Existem vários μCs e módulos disponíveis no mercado, como os diversos modelos de Arduino, *Xbee*, *WhizFi*, ESP8266, ESP32, *micro: bit* da BBC, o *Parallax Basic Stamp*, o *BX-24* da Netmedia, o *Phidgets*, o *Handyboard* do MIT e muitos outros oferecem funcionalidades semelhantes (ARDUINO, 2019).

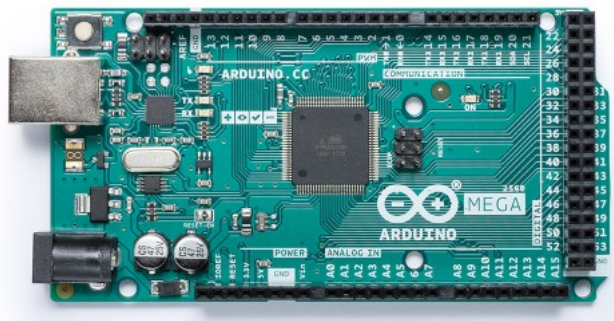
Essas plataformas encapsulam os conceitos "complicados" de programação do microcontrolador, em uma placa com o funcionamento mais simples e amigável. As vantagens de se utilizar Arduino são: hardware e software livre, permitindo que os usuários as construam de forma independente e eventualmente as adaptem às suas necessidades particulares; multiplataforma, disponíveis pra diversos sistemas operacionais; baixo custo dos componentes, a placa de entrada custa em torno de R\$ 30 à R\$ 40; ambiente de programação simples e objetivo; programação em linguagem C/C++, podendo ser desenvolvido em *JavaScript* utilizando o *framework Johnny-Five*, ou programação em blocos, utilizando a *IDE Ardublock*.

O Arduino é o principal ecossistema de hardware e software de código aberto do mundo. Isso contribui para que ele seja amplamente utilizado no desenvolvimento de projetos de *IoT*, bem como uma das ferramentas mais bem-sucedidas para a educação em *STEM* (ARDUINO, 2019).

O modelo utilizado no desenvolvimento dos protótipos foi o Arduino MEGA 2560 R3. Essa placa foi desenvolvida para projetos que requerem mais linhas de entrada e saída (E/S) de dados, e mais RAM. Possui um μC ATmega2560, 54 pinos de E/S digitais, 16 pinos de entradas analógicas, 1 entrada USB, 1 entrada de alimentação 12v, 1 cristal oscilador e um botão de *reset*, como observado na Figura 5. Essa placa é

recomendada para impressoras 3D e projetos de robótica e *IoT* que necessitem de muitas conexões.

FIGURA 5 – Arduino MEGA 2560 R3



Fonte: [Arduino \(2019\)](#).

Entretanto, o modelo do Arduino MEGA 2560 R3 não possui nenhum módulo de transmissão de dados sem fio embutido. Caso o projeto em desenvolvimento necessite dessas tecnologias, uma saída seria acoplá-lo em um *shield* de *Wi-Fi* ou *Bluetooth*, por exemplo.

Para o desenvolvimento da *MannaHome* optou-se pela utilização de alguns módulos separados. O protótipo utiliza, além do Arduino MEGA, mais dois μC , sendo eles um *ESP8266* e um *ESP32*. Essas duas placas são responsáveis por toda a transmissão dos dados captados pelos sensores para a internet. O Arduino fica responsável por controlar a parte da garagem da *MannaHome*, que conta com um sistema *RFID*, um kit infravermelho e um servo motor que aciona o portão.

O *NodeMCU* é uma placa do tipo Arduino que roda no módulo *ESP8266*. A junção de vários componentes como *CPU/Memória*, interfaces de *I/O* para diversos tipos de protocolos e aplicações, em um único componente, torna sua integração barata e acessível, o que justifica sua implantação em dispositivos de baixo custo ([OLIVEIRA, 2017](#)).

FIGURA 6 – ESP8266 NodeMCU



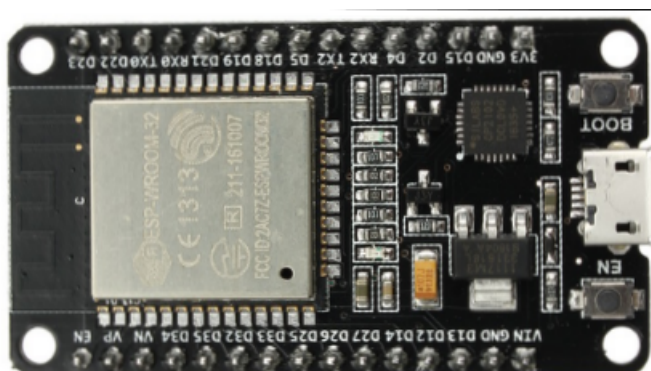
Fonte: Adaptado de ([FILIPEFLOP, 2019](#))

O ESP8266 (Figura 6) é um sistema de baixo custo e alto desempenho, contendo um chip *Wi-Fi* para módulo serial. O módulo possui algumas variantes, ESP8266-xx que vão de 01 à 13. A placa mais barata, a ESP8266-01, possui 2 pinos *GPIO*, comunicação *UART*, *CPU* de 32 bits de baixa potência e uma antena *PCB*. As outras versões possuem recursos adicionais como entrada *ADC*, *SPI*, *I2C* e mais pinos *GPIO* (MEHTA, 2015).

A placa ESP32 é uma solução de fácil utilização e pronta para uso com fins educacionais ou de teste. O ESP8266, predecessor do ESP32, era extremamente popular para o design em muitos projetos relacionados à *IoT*, no entanto, o ESP32 é uma solução melhor que pode ser implementada em projetos mais complexos (MAIER; SHARP; VAGAPOV, 2017).

Um ESP32 (Figura 7) é um μC de código aberto baseado em uma placa de entrada/saída. A placa foi projetada para suportar *Wi-Fi* e *Bluetooth*. O ESP32 possui 36 *GPIO*, 14 dos quais são *ADC* (*Analog to Digital Converter*) que podem ser conectados aos sensores. Além disso, o ESP32 possui pinos *Serial Peripheral Interface - SPI*, que são usados para conectar o ESP32 a um leitor de cartão *SD* (ALLAFI; IQBAL, 2017).

FIGURA 7 – ESP32



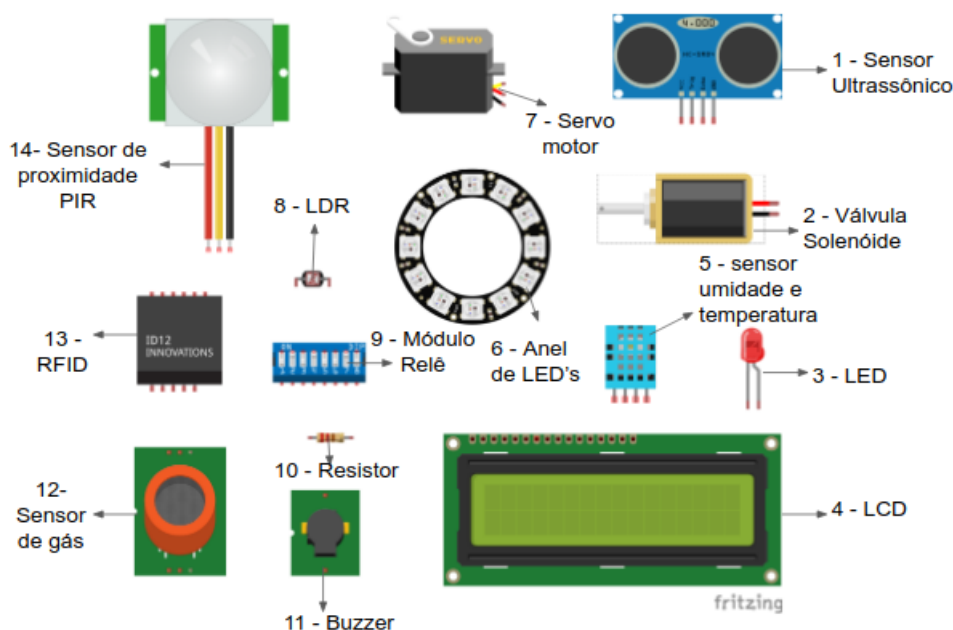
Fonte: Adaptado de (FILIPEFLOP, 2019)

A estrutura do μC ESP32 foi projetada para operar sob os seguintes protocolos - *TCP/IP*, *802.11 b/g/n/e/i*, *WLAN MAC*, especificação *Wi-Fi Direct*, e também suporta operação de grupo *P2P* compatível com o protocolo *P2P Wi-Fi* (MAIER; SHARP; VAGAPOV, 2017).

3.3.4.2 Sensores e Atuadores

A Figura 8, apresenta alguns sensores e atuadores que foram utilizados na *MannaHome*. Dentre esses sensores, alguns foram escolhidos para serem utilizados nos experimentos realizados em sala. A seguir, será feita uma breve descrição desses componentes:

FIGURA 8 – Sensores e atuadores utilizados



FONTE: O autor (2019).

1. **Sensor Ultrassônico:** Esse módulo consiste basicamente de 4 pinos, nos quais, dois são responsáveis por sua alimentação, sendo um +5V e um GND, um é responsável por iniciar a emissão do sinal (*TRIGGER*) e um pino é responsável pela recepção do sinal (*ECHO*). Quando esse sinal é emitido, e, eventualmente, ao ser refletido por um objeto, retorna para o receptor, o módulo consegue medir o tempo percorrido por esse sinal, e converte esse tempo em centímetros, por meio de alguns cálculos que são apresentados no [Apêndice A](#).
2. **Válvula solenoide:** Segundo [Silva e Lago \(2002\)](#), solenoides são dispositivos eletromecânicos baseados no deslocamento causado pela ação de um campo magnético gerado por uma bobina e são muito utilizados na construção de outros dispositivos, como é o caso das válvulas para controle de fluidos.
3. **LED's:** O diodo emissor de luz (do inglês, *light-emitting diode - LED*), é um componente eletrônico capaz de transformar energia elétrica em fonte de luz visível, por meio de um processo chamado fotoluminescência ([HELERBROCK, 2019](#)).
4. **LCD:** Uma tela de cristal líquido, ou (*liquid crystal display - LCD*) é composta por um material que possui uma disposição cristalina de suas moléculas, fluindo como líquidos. A tela é construída com cristal líquido nemático, duas superfícies de vidro, contendo polarizadores de luz e separadas pelo cristal líquido ([BOTEGA; CRUVINEL, 2009](#)).

5. **Sensor de umidade e temperatura:** O sensor de umidade e temperatura DHT11 é capaz de medir a umidade relativa do ar de 20 a 90% na faixa de temperatura de 0 a 50° C com precisão de $\pm 5\%$. A temperatura é medida na faixa de 0 a 50° C com precisão de $\pm 2\%$ (GAY, 2018).
6. **Anel de LED's:** Trata-se dos mesmos LEDs citados anteriormente porém, nesses componentes, são ligados em série. Os LEDs brancos são formados por três LEDs: um vermelho, um verde e um azul. Esses LEDs são conhecidos como LEDs RGB (do inglês, *red, green e blue*).
7. **Servo motor:** O servo motor é um componente eletromecânico que responde à um sinal de controle e realiza determinado movimento de rotação. Por meio do controle de seu movimento, direciona-se a posição pretendida e velocidade de rotação, podendo mover-se em até 180° (graus) ou 360° (graus) em alguns modelos (KALATEC, 2019).
8. **Sensor de luz LDR:** Os resistores dependentes de luz *LDR* (do inglês, *Light Dependent Resistor*) é um dispositivo composto por dois terminais, que variam sua resistência, conforme a intensidade da luz incidida sobre ele. Esse sensor é amplamente utilizado em diversos circuitos elétricos (BANDEIRA; MARTINS, 2017).
9. **Módulo Relê:** Os relés são componentes eletromecânicos, em que se consegue acionar um interruptor a partir de um sinal. Esses componentes são amplamente utilizados em automação residencial e comercial, como portões eletrônicos, acionamento de lâmpadas, janelas eletrônicas e milhares de outras aplicações. Pode-se acionar um relé com um microcontrolador, ou um Arduino, por exemplo.
10. **Resistores:** Segundo Bandeira e Martins (2017), os resistores são “dispositivos usados em circuitos com o objetivo de limitar a corrente elétrica. Seu valor pode variar podendo ser usado para limitar mais ou menos a corrente”.
11. **Buzzer:** O *buzzer* é um componente eletrônico que emite sons ao ser percorrido por corrente elétrica. Esse dispositivo é polarizado, portanto, o pino negativo deve ser ligado ao *GND* do μC e o positivo, ao pino que será utilizado como alimentação.
12. **Sensor de gás:** De acordo com Sinha, Pujitha e Alex (2015), “O sensor de gás MQ-2 tem uma condutividade muito menor em ar limpo”. Com a existência de gás sensível no ambiente, sua condutividade aumenta e essa alteração corresponde ao sinal de saída da concentração de gás. Esse sensor é capaz de detectar gases como: Metano, butano, GLP e também detecta fumaça.

13. **RFID:** Segundo Oliveira (2017), “o *RFID* ficou conhecido como a primeira tecnologia *IoT*, tendo sua utilização datada na década de 1940, por meio da utilização de *transponder* nos aviões da Segunda Guerra Mundial”. Seu princípio é muito simples, trata-se de um equipamento que envia uma identificação única por radiofrequência. Atualmente o *RFID* é usado em crachás, veículos, produto em supermercados e até mesmo em roupas.
14. **Sensor PIR:** Os sensores de presenças mais comuns, utilizam sensores PIR (*Passive Infrared*) como detector de movimento. O módulo PIR DYP-ME003 é bastante utilizados em projetos com Arduino. Esse módulo une em uma mesma estrutura o sensor PIR e os circuitos necessários para o ajuste e controle do sinal de saída.

3.3.5 Software

A seguir é realizada uma descrição dos software utilizados no desenvolvimento da *MannaHome* e dos experimentos desenvolvidos nas sequências didáticas.

3.3.5.1 Arduino IDE

O Arduino *IDE*², é o software oficial para o desenvolvimento de projetos que utilizem uma placa Arduino. Com esse software, também é possível programar outros μ Cs como o ESP32 e o ESP8266.

A programação das placas arduino é desenvolvida em linguagem C/C++ com pequenas modificações. Todo programa desenvolvido consiste em duas funções principais, sendo elas: *setup()* e *loop()*. A função *setup()* é acionada uma única vez, assim que o programa é executado. A função *loop()* pode ser executada repetidamente. Todas as outras funções ou trechos de código são chamadas a partir dessas duas funções principais (BARAI; BISWAS; SAU, 2017). A interface do software pode ser vista na Figura 9.

² Disponível para download em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

FIGURA 9 – Arduino IDE

```

sensorUltrassonico
1 // This uses Serial Monitor to display Range Finder distance readings
2
3 // Include NewPing Library
4 #include "NewPing.h"
5
6 // Hook up HC-SR04 with Trig to Arduino Pin 9, Echo to Arduino pin 10
7 #define TRIGGER_PIN 10
8 #define ECHO_PIN 9
9
10 // Maximum distance we want to ping for (in centimeters).
11 #define MAX_DISTANCE 400
12
13 // NewPing setup of pins and maximum distance.
14 NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
15 float duration; tempo;
16 int distancia;
17
18 void setup() {
19   Serial.begin(9600);
20 }
21
22 void loop() {
23   // Send ping, get distance in cm
24   //distancia = sonar.convert_cm();
25   tempo = sonar.ping();
26   distancia = sonar.convert_cm(tempo);
27
28   if (distancia >= 400 || distancia <= 2) {
29     Serial.println("Out of range");
30   }
31   else {
32     // Send results to Serial Monitor
33     Serial.print("Distancia = ");
34     Serial.print(distancia);

```

FONTE: O autor (2019).

3.3.5.2 Protocolo MQTT

O desenvolvimento de casas e cidades inteligentes necessitará de diversas tecnologias capazes de viabilizar serviços aos usuários. Mencionada pela primeira vez em 2012, a Computação em Névoa se propõe a solucionar o problema de grandes quantidades de dados gerados inevitavelmente com o avanço da *IoT*, como por exemplo, a latência dos dados (BONOMI et al., 2012). Este paradigma faz uma ponte entre o usuário final e o serviço hospedado na nuvem.

De acordo com Castilho e Kamienski (2018), “o conceito de Computação em Nuvem (*Cloud Computing*) centraliza os recursos, de modo que podem ser acessados virtualmente de qualquer local que disponibilize acesso à Internet”. O autor completa dizendo que essa tecnologia é essencial para os serviços que utilizamos atualmente, porém ela está enfrentando dificuldades devido a quantidade de dados que requerem prioridade no seu processamento.

O protocolo de aplicação *Message Queuing Telemetry Transport - MQTT* criado pela *IBM*, surge para tentar solucionar esse problema. Esse protocolo foi otimizado para algumas questões como consumo de energia, baixa sobrecarga e funcionamento em redes instáveis, e é considerado um ótimo protocolo e está sendo usado em muitas aplicações *IoT*. A *Amazon*, por exemplo, adotou MQTT como um dos protocolos padrões em sua plataforma *Amazon Web Services - AWS*.

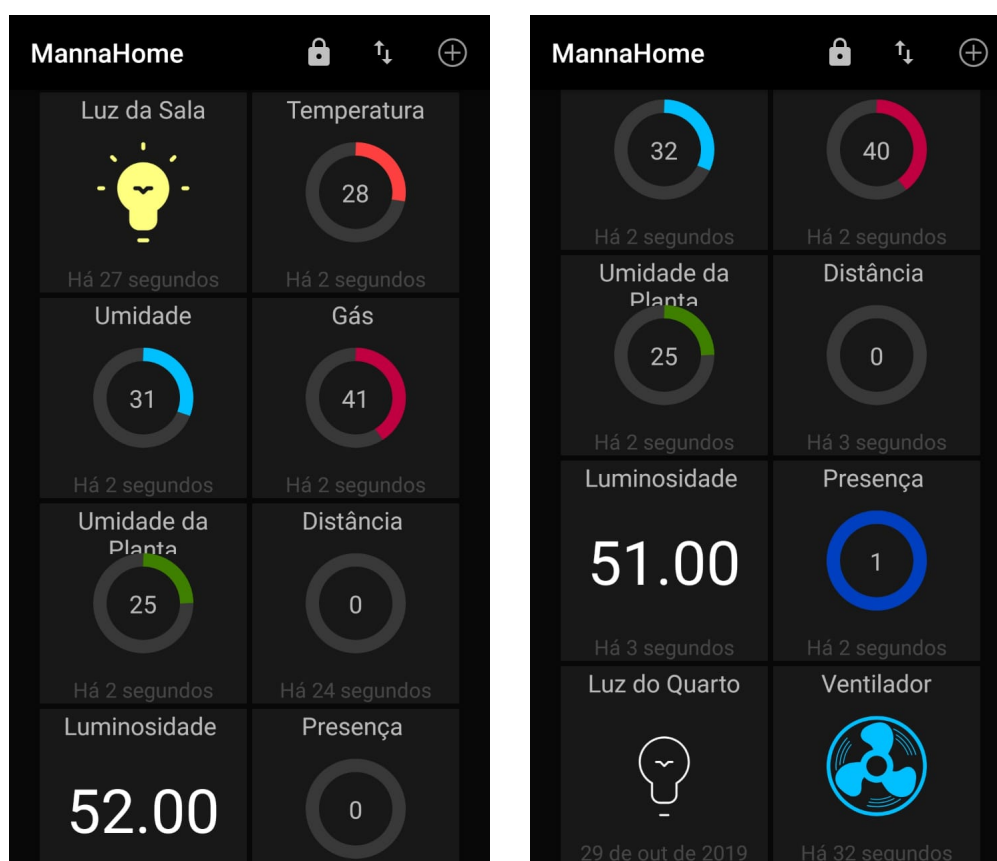
O MQTT utiliza o modelo cliente/servidor sobre TCP. O servidor é denominado *broker*, sendo que ele envia e recebe dados dos clientes. O cliente é dividido em dois componentes, *publisher* e *subscriber*. O *publisher* é responsável por gerar informações e enviar para o *broker*, que vai processar essas informações e enviar uma resposta para o *subscriber*, num contexto de tópicos (CASTILHO; KAMIENSKI, 2018).

O *broker* pode ser executado em plataformas na nuvem, deixando os sistemas embarcados com menos responsabilidades de processamento, o que permite executá-los em dispositivos com menos capacidade de processamento. Nesse contexto, os *subscribers* podem ser aplicativos mobile, web ou qualquer outro programa que seja capaz de se conectar ao *broker* por meio do protocolo *MQTT* (BORBA, 2018).

Os dados captados pelos sensores da *MannaHome* são transmitidos a uma plataforma na nuvem chamada *CloudMQTT*³, que funciona como um *broker MQTT* rodando na nuvem podendo ser configurado via web.

A Figura 10 ilustra um *dashboard* desenvolvido no aplicativo *mobile MQTT Dash*, com os dados de monitoramento da *MannaHome*. Essa aplicação é um cliente *MQTT (subscriber)*, que permite a visualização dos dados recebidos pelo *broker*, que neste caso, está hospedado no *CloudMQTT*. O aplicativo *MQTT Dash* está disponível para *download* na *Play Store* para smartphones que utilizem o sistema operacional *Android*.

FIGURA 10 – MQTT Dash



Fonte: O autor (2019).

³ disponível em: <https://www.cloudmqtt.com/>

3.3.5.3 Node-RED

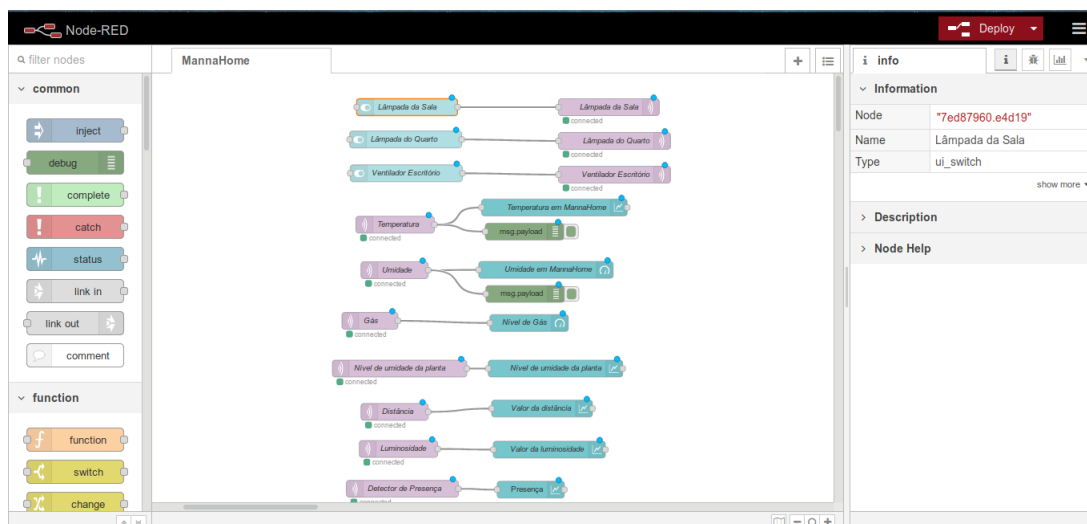
O *Node-RED* é uma ferramenta de desenvolvimento, de código aberto, baseada em fluxo (*flow*), utilizada na integração de dispositivos de hardware de *IoT*, API (do inglês, *Application Programming Interfaces*), e serviço online desenvolvidos pela IBM para tecnologias emergente.

O *Node-RED* é uma ferramenta gratuita, baseada em *JavaScript* criada no *Node.JS*⁴. O *Node-RED* contém nós (*nodes*), representados por ícones semelhantes com suas funções. A plataforma pode ser programada por meio de código *JavaScript*, ou pelo método arrastar, soltar e conectar os nós (LEKIĆ; GARDAŠEVIĆ, 2018).

Segundo Lekić e Gardašević (2018) o *Node-RED* funciona com o seguinte princípio: “permite a conexão de serviços da web ou personaliza nós entre si ou com outras coisas, a fim de executar funções como enviar dados do sensor por *email* ou para serviços como o *Twitter*”.

Na Figura 11 é apresentado o painel de desenvolvimento do *Node-RED* com alguns nós que foram utilizados no desenvolvimento da *MannaHome*. Esses nós utilizam o protocolo *MQTT* para se comunicarem com o *broker* hospedado no *CloudMQTT*.

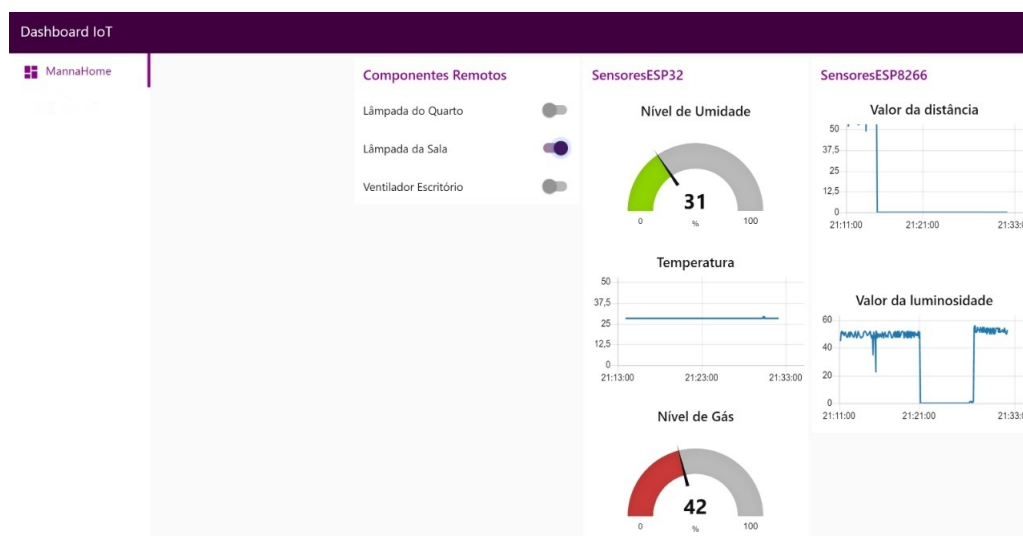
FIGURA 11 – Dashboard do *Node-RED*



Fonte: O autor (2019).

Na Figura 12, é apresentado o *dashboard* do *Node-RED*. Com essa ferramenta é possível controlar os atuadores e ler todos os dados captados pelos sensores, por meio da internet, sem ter a necessidade de estar conectado à mesma rede. Basta apenas configurá-lo com as credenciais de acesso do *CloudMQTT* para ter acesso aos dados da *MannaHome*.

⁴ Disponível para download em: <https://nodejs.org/en/>

FIGURA 12 – Editor do *Node-RED*

Fonte: O autor (2019).

3.3.6 Protótipos

Nesta seção, será apresentada o protótipo da *MannaHome*, como visualizado na [Figura 13](#), assim como os protótipos desenvolvidos para a aplicação das sequências didáticas ([Figura 14](#) e [Figura 15](#)).

FIGURA 13 – MannaHouse



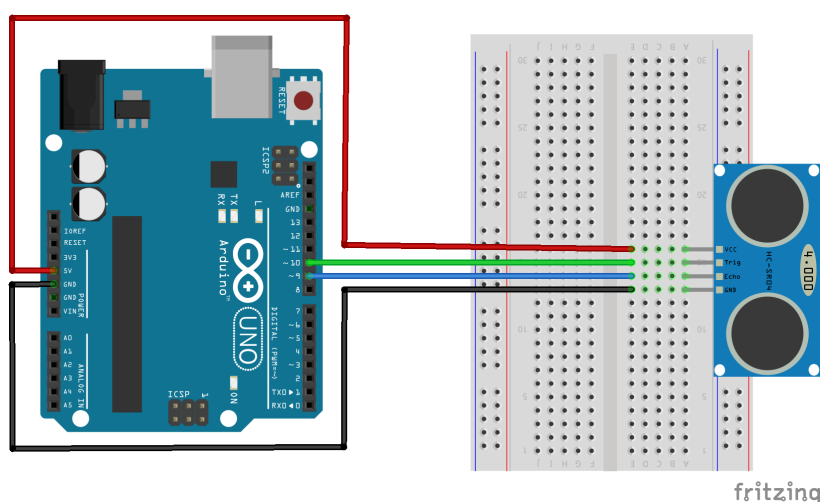
Fonte: O autor (2019).

Esse protótipo de casa inteligente, denominado *MannaHome*, foi desenvolvido por integrantes do projeto de pesquisa *MannaAcademy*. Esse projeto, tem como objetivo estabelecer uma rede de estímulo à participação e à formação de meninas e mulheres nas áreas de *STEM* para as carreiras de computação, microeletrônica e engenharias.

Para o desenvolvimento da *MannaHome*, foram utilizados os μCs descritos na [subseção 3.3.4.1](#), assim como todos os sensores e atuadores descritos na [subseção 3.3.4.2](#). As sequências didáticas foram desenvolvidas com base na *MannaHome*, tendo como intuito difundir o conceito de Casa Inteligente, e potencializar o processo de ensino-aprendizado de conceitos de física. Mais detalhes estão disponíveis nos [Apêndices A e B](#).

A [Figura 14](#), apresenta um modelo experimental desenvolvido para a sequência didática disponível no [Apêndice A](#). Trata-se de um experimento com o sensor ultrassônico.

FIGURA 14 – Experimento com sensor ultrassônico



Fonte: O autor (2019).

Para a primeira sequência didática, foi desenvolvido um detector de objetos utilizando um sensor ultrassônico. O experimento consiste em fazer a medição de distância de alguns objetos presentes na sala de aula. No primeiro momento o detector irá retornar o tempo percorrido (ida e volta), pelo pulso ultrassônico disparado pelo sensor. Com esse valor, e com o auxílio de uma calculadora online, os alunos fazem a conversão do tempo para centímetros. Mas detalhes estão disponíveis no [Apêndice A](#).

A [Figura 15](#) apresenta um modelo experimental desenvolvido no [Apêndice B](#). Este experimento aborda conceitos do efeito fotoelétrico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos com a RL, será descrito como ocorreu a aplicação das Sequencias Didáticas, assim como a análise dos resultados obtidos referentes as observações feitas durante a aplicação das atividades.

4.1 ETAPA EXPLORATÓRIA

4.1.1 Resultados Obtidos na RL

Durante a busca no Portal de Periódicos CAPES, foram encontrados os seguintes resultados, conforme observado na [Tabela 1](#).

TABELA 1 – Portal de Periódicos CAPES/MEC

TERMOS	RESULTADOS
<i>“Internet of Things” OR “IoT”</i>	13.506 Resultados
<i>“IoT” AND “Education”</i>	18 Resultados
<i>“Internet of Things” AND “Education”</i>	29 Resultados
<i>“Internet das Coisas” AND “Educação”</i>	2 Resultados
<i>“IoT” AND “Educação”</i>	Nenhum encontrado
<i>“Arduino” AND “Ensino”</i>	16 Resultados
<i>“Arduino” AND “Educcional”</i>	2 Resultados
<i>“Arduino” AND “Education”</i>	29 Resultados
<i>“Arduino” AND “Educcional”</i>	5 Resultados
<i>“Arduino” AND “Teaching”</i>	5 Resultados

FONTE: O autor (2019).

Como apresentado na [Tabela 1](#), os resultados em termos quantitativos se mostraram promissores, porém o resultado da concatenação dos termos *“Internet of Things” AND “IoT”* se mostrou inviável em termos de leitura, por ser muito abrangente, portanto essa concatenação foi desconsiderada. Com a leitura dos títulos dos trabalhos retornados, se fez necessário definir alguns critérios de inclusão e exclusão dos artigos.

Para filtrar os resultados obtidos, foi definido que os artigos deveriam primeiramente respeitar os critérios estabelecidos anteriormente. Com isso, alguns trabalhos já foram descartados, pois não apresentavam especificamente os termos de busca em seus títulos. Observou-se também, que foram retornados alguns resumos apenas,

com isso, esses trabalhos também foram desconsiderados. Artigos duplicados também foram desconsiderados.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: 1) Os trabalhos selecionados deveriam ser apenas artigos científicos de revistas ou periódicos; 2) Os artigos científicos deveriam possuir o texto completo; 3) Se tratando de uma concatenação com o operador “AND”, pelo menos dois termos deveriam estar contidos nos títulos dos artigos, um relacionado à *IoT* ou suas tecnologias, e o outro relacionado com educação e seus sinônimos; 4) Os artigos selecionados deveriam especificar como a *IoT* ou suas tecnologias estão sendo aplicadas no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Básico.

Com os critérios estabelecidos, foi realizada uma nova busca fazendo uma concatenação entre todos os termos, com o intuito de otimizar o processo. Os novos resultados estão catalogados na [Tabela 2](#).

TABELA 2 – Resultados Filtrados

TERMOS	RESULTADOS
<p><i>“Internet of Things” OR “IoT” OR “Internet das Coisas” OR “Arduino” OR “Raspberry Pi” OR “RFID” AND “Education” OR “Educational” OR “Teaching” OR “Educação” OR “Ensino”</i></p>	<p>62 Resultados</p>

FONTE: O autor (2019).

Dos 62 resultados obtidos nesta etapa, 15 artigos eram duplicados ou apenas resumos, sendo assim, eles foram desconsiderados seguindo os critérios estabelecidos. Foram lidos os resumos e a introdução dos 47 artigos restante, a fim de verificar quais passariam pelo filtro do critério 4. Os artigos que passaram pelos critérios de inclusão são apresentados no [Quadro 2](#), e foram lidos na íntegra.

Quadro 2 – Artigos Seleccionados

Título	Ano	Autor	País
The Role of Internet of Things for a Continuous Improvement in Education	2015	Constantin-Eugen Cornel	Romania
Internet das coisas na Educação: estudo de caso e perspectivas	2018	Sérgio Tavares, Romero Tori, Sergio Takeo Kofuji, Lincoln Marcellos, Jorge Rodolfo Beingolea Garay	Brasil
Universal Arduino-based experimenting system to support teaching of natural sciences	2019	Zoltan Gingl, Janos Mellar, Tamas Szepe, Gergely Makan, Robert Mingesz, Gergely Vadai, Katalin Kopasz	Hungria
Film scenes in interdisciplinary education: teaching the Internet of Things	2017	Young-mee Hwang, Kwang-sun Kim, Tami Im	Coreia do Sul
Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de física moderna no ensino médio	2016	Sérgio Silveira, Maurício Girardi	Brasil
Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino	2018	Michele Paulino Carneiro Moreira, Mairton Cavalcante Romeu, Francisco Regis Vieira Alves, Francisco Roberto Oliveira da Silva	Brasil

FONTE: O autor (2019).

4.1.2 Análise dos Resultados da RL

O artigo de [Cornel \(2015\)](#), apresenta uma proposta de *IoT* utilizada como laboratório virtual. Segundo os autores, “a abordagem mais comum é ter um módulo eletrônico como dispositivo, que precisa ter um recurso de conectividade de internet integrado a um serviço web capaz de enviar e receber dados de e para dispositivos conectados”. No artigo é apresentado um exemplo de conexão de um dispositivo físico com um serviço web, com a finalidade de captar dados de temperatura através de um sensor no ambiente e mostrá-los de maneira amigável. Os dispositivos usados no desenvolvimento foram um Arduino Uno R3, um escudo (*shield*) de *Ethernet* ENC28J60, um sensor de temperatura LM35, e uma bateria de Li-Po com 7.4V e 3600 mAh para fonte de alimentação. O serviço web escolhido foi o *Xively*¹. Esse serviço permite uma boa integração com sistemas *IoT* e possui uma conta gratuita para uso pessoal.

[Tavares et al. \(2018\)](#), apresentam uma experiência de aprendizado que integra o método *BYOD* ao cenário da *IoT*. O método *BYOD* estimula o usuário (aluno) para a utilização de seus próprios dispositivos dentro do ambiente de aprendizado. Com base nisso, os autores propuseram uma atividade na qual os alunos foram divididos em pares e espalhados pelo campus da escola técnica do Centro Paula Souza – *Takashi Morita* em uma atividade de pesquisa. Nessa atividade os alunos tinham como ferramenta *smartphones e tablets*, que segundo os autores, se enquadram em tecnologias *IoT* inteligentes. Por meio dos dispositivos, os alunos acessaram documentos de textos

¹ Disponível em <https://xively.com/>

e vídeos para entender o tema *IoT*, e tinham que escrever os conceitos que iam aprendendo, em um documento compartilhado em tempo real com o professor por meio da ferramenta G-Suíte da *Google*. O professor, além de ter acesso a esse documento compartilhado, também tinha acesso a posição dos alunos no campus, por meio da geolocalização de seus dispositivos. Após o término das pesquisas, os alunos se reuniram com o professor para debater suas descobertas em relação a *IoT*. Ao final da atividade os pesquisadores realizaram um questionário com a turma, com um total de 15 alunos na faixa etária de 16 a 17 anos. Os alunos mostraram uma boa aceitação em realizar as atividades com seus dispositivos móveis utilizando a infraestrutura da escola. O método mostrou-se atraente, obtendo um resultado médio de 9.1 em uma escala de 0 a 10, pela grande participação. Segundo os autores, o resultado final desse método de aula alcançou os objetivos de formar um grupo de pessoas colaborativas, críticas e participativas.

Em [Gingl et al. \(2019\)](#), os autores apresentam o EDAQuino, um dispositivo desenvolvido com objetivo de facilitar o ensino de conceitos *STEM* por meio do sensoriamento do ambiente. Esses dispositivos que são desenvolvidos para serem acoplados em uma placa Arduino são conhecidos como *shields*. Nesse trabalho o *shields* EDA-Quino foi desenvolvido para facilitar a utilização de sensores. Ele vem com um sensor fotodetector infravermelho integrado na placa, e outros sensores podem ser facilmente acoplados, como termostato, acelerômetro, fototransistor infravermelho, *Hall*, entre outros. Ao final, os autores relatam que forneceram 27 sistemas EDAQuino para escolas secundárias para apoiá-las na experimentação. Importante destacar que por se tratar de um hardware e software livres, esse trabalho pode ser distribuído e alterado conforme a necessidade dos usuários.

No artigo de [Hwang, Kim e Im \(2017\)](#), os autores partem para uma proposta um pouco mais teórica. Os autores afirmam que filmes são recursos que apresentam previsões criativas acerca do futuro da sociedade. Com isso, propuseram ensinar conceitos de *IoT* utilizando 5 filmes que abordam sobre *IoT* e suas tecnologias, sendo eles: *Minority Report* (2002), *Big Hero 6* (2014), *Iron Man 3* (2013), *Her* (2013) e *Transcendence* (2014). Os autores categorizaram a evolução da *IoT* nos filmes em 3 estágios: O primeiro estágio é a transferência de informações da *IoT* para os humanos, que pode ser observado em *Minority Report* e em *Big Hero 6*. O segundo estágio envolve a comunicação de emoções e informações entre a tecnologia de *IoT* e um usuário humano, o que pode ser observado em *Her* e *Iron Man 3*. O último estágio mostra um tipo evolucionário, que transcende a humanidade básica com a qual se está familiarizado, que pode ser observado claramente em *Transcendence*. Esse estudo usou três etapas no ensino de *IoT* para ajudar os alunos a entenderem melhor todas as três funções da *IoT*: a criação de dados, a conexão para transferência de dados e processamento de dados para coleta, armazenamento e manipulação ([HWANG;](#)

[KIM; IM, 2017](#), p. 1). Os autores concluem que não ocorreram mudanças drásticas no interesse dos alunos, porém uma equipe que participou ganhou um prêmio em um concurso de *IoT* em *Seul*.

Os artigos a seguir tratam do Arduino aplicado ao ensino de Física. Vale ressaltar que mesmo não se tratando exatamente de trabalhos *IoT*, esses dois artigos passaram por todos os critérios estabelecidos na filtragem, pois abordam o ensino de Física e o Arduino é uma plataforma largamente utilizada em projetos *IoT*.

[Silveira e Girardi \(2016\)](#) descrevem a construção e o funcionamento de um kit experimental, de baixo custo para demonstrar o efeito fotoelétrico. Esse kit experimental foi denominado FOTODUINO. Para tal, foi utilizada a plataforma Arduino para o controle e a comunicação com um computador, um sensor pico-amperímetro para fazer a leitura da corrente elétrica, um conjunto de lâmpadas montados com LEDs comuns integrados em uma caixa metálica, uma lâmpada UV (lâmpada de mercúrio de cátodo frio), grade e placa de zinco e uma fonte de alta tensão. Os autores também desenvolveram uma interface gráfica multiplataforma a fim de controlar o experimento e demonstrar os resultados obtidos em tempo real. Os autores relatam que esse kit experimental também pode ser utilizado para medir a condutividade elétrica do plasma, o efeito termiônico e demonstrações envolvendo eletrostática. Sua interface gráfica é volátil podendo ser adaptada para diversos experimentos didáticos com o uso do Arduino.

[Moreira, Romeu et al. \(2018\)](#), apresentam nesse artigo, uma revisão da literatura com iniciativas que utilizam o Arduino no ensino de Física. Foi realizado um levantamento com base em 20 artigos selecionados, nos quais apenas 3 foram realmente testados em ambientes didáticos, e apresentaram resultados satisfatório quanto ao uso de tecnologia. O restante dos trabalhos trazem propostas didáticas de experimentos de Física utilizando o Arduino, voltados para o ensino médio. As áreas da Física mais abordados nos artigos, foram: 40% termologia, 25% mecânica, 15% Física Moderna, 15% eletromagnetismo e 5% ondas. Dentre esses, os assuntos mais recorrentes foram Queda livre e Condução de calor. Foi constatado que 50% dos artigos visam potencializar e introduzir conceitos físicos, 30% buscam envolver os estudantes em projetos interdisciplinares e contextualizados, 30% objetivam tornar as aulas mais atraentes e motivadoras, 25% buscam a inovação dos laboratórios didáticos, outros 25% visam a medição de grandezas e obtenção de dados em tempo real, e 5% objetivam a difusão do Arduino no ensino de Física. A maioria dos experimentos utilizaram a plataforma Arduino em seus experimentos para obtenção de dados, pelo fato dessa plataforma permitir a medida de grandezas físicas por meio de sensores, dos quais os mais utilizados foram: sensor de luminosidade, receptor infravermelho (IR), sensor de pressão, de temperatura, ópticos e ultrassônicos. Os autores acreditam que a utilização de novas tecnologias no ensino de Física pode contribuir para alfabetização

científica, pois apresentam uma forma de inovação de ensinar e aprender, por meio da integração entre tecnologia, teoria e experimentos.

A seguir, buscou-se evidências para tentar responder as questões de pesquisa estabelecidas no início da Revisão da Literatura, tendo em vista os resultados obtidos:

- 1. Quais tecnologias da Internet das Coisas estão sendo aplicadas na educação Básica?** Conforme observado nos artigos selecionados, a grande maioria utiliza a plataforma de prototipagem Arduino, e alguns sensores que fazem a captação de dados do ambiente como: sensor de temperatura LM35, sensor de luminosidade, sensor de temperatura, fotodetector infravermelho, termostato, acelerômetro, Hall, sensor pico-amperímetro, receptor infravermelho (IR), sensor de pressão, ópticos e ultrassônico, LED's, entre outros. Observou-se também que alguns artigos utilizaram *smartphones* e *tablets* em suas atividades, que se caracterizam, segundo os autores, como dispositivos *IoT*. A grande maioria fazia uso da Nuvem para hospedar e processar os dados obtidos dos sensores. Em um artigo também foi utilizado uma abordagem teórica que utilizou de filmes para ensinar conceitos de *IoT* e sua evolução.
- 2. Entre as tecnologias da Internet das Coisas, quais estão sendo aplicadas no ensino das áreas de STEM?** A Literatura apresenta algumas iniciativas de introdução da *IoT* nas áreas de *STEM*, porém essas iniciativas estão voltadas em sua maioria ao Ensino Superior. Se tratando do Ensino Básico, pode-se observar que a grande maioria está sendo aplicada no ensino de Física, pois por meio dos sensores é possível apresentar os conceitos básicos da Física de forma prática e em tempo real.

Com os resultados alcançados por meio da revisão na literatura, constata-se que pesquisas sobre a utilização de *IoT* na área Educacional e mais especificamente voltadas para o Ensino Básico, ainda são carentes no Brasil. Conforme observado, os trabalhos encontrados no país apresentam, em geral, o uso de Arduino para o ensino em determinada área, não atentando-se para as características que fazem com que objetos interligados em rede sejam realmente considerados como *IoT*. É fundamental destacar, portanto, a necessidade de, primeiramente, esclarecer o que de fato é um sistema de *IoT*, para então, desenvolver tais sistemas que possam contribuir com o ensino-aprendizado nas áreas de STEM para o Ensino Básico no Brasil.

4.2 ETAPA EXPERIMENTAL

4.2.1 Aplicação

Foi proposta, uma abordagem didático-pedagógica com intuito de disseminar a *IoT* para os jovens em idade escolar. A forma encontrada para isso, foi unir conceitos de física que os alunos aprendem nas escolas com suas aplicações na prática, que podem ser abordados, por exemplo, nos componentes (sensores/atuadores) da *MannaHome*.

As sequências didáticas foram aplicadas no laboratório de práticas pedagógicas, do curso de Licenciatura em Computação da Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado em Jandaia do Sul. As sequências didáticas foram aplicadas pelo autor deste trabalho e por mais uma graduanda do mesmo curso. O público alvo foram alunos do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Rui Barbosa, localizado no município de Jandaia do Sul.

Foram desenvolvidas duas sequências didáticas que seriam aplicadas em dois dias diferentes para duas turmas do 2º ano. Porém, devido à alguns conflitos de agenda, a escola conseguiu liberar as turmas apenas em um único dia. Sendo assim, a SD1 (sequência didática disponível no desenvolvido no [Apêndice A](#)), foi aplicada para a turma A, no horário das 8h às 9h20min e a SD2 (sequência didática disponível no [Apêndice B](#)) foi aplicada para a turma B, das 10h às 11h20min.

4.2.1.1 Turma A

Inicialmente, a equipe se apresentou aos alunos e explanou a proposta da aula. Em seguida foi realizado um quiz, com o auxílio de um sistema de resposta à audiência (*clickers*), com intuito de verificar o conhecimento prévio dos alunos. Esse quiz foi reaplicado ao fim da aula, para tentar registrar indicativos de aprendizado. Nesse primeiro momento, as respostas corretas não foram disponibilizadas aos alunos.

Em seguida, foi realizada uma breve descrição a respeito da *IoT*, seguido de questionamentos como, por exemplo: “O que uma geladeira precisa ter, para se tornar uma geladeira inteligente?”; “Como seria uma cidade inteligente?”; “Na sua casa há dispositivos *IoT*?”. Ao término desse momento, foram apresentados alguns exemplos de aplicações *IoT*, que já estão disponíveis para serem utilizadas pela população, como: Carros semi-autônomos, lixeira inteligente, assistentes pessoais, chuveiros inteligentes, pulseiras inteligentes.

A seguir, foi disponibilizada no formulários online do *Google* a seguinte pergunta: “Na sua opinião, como seria uma casa inteligente?” Para responderem essa questão, os alunos foram dispostos em 9 grupos, pois, esse era o total de *notebooks* na sala. Foi reservado 10 minutos para a elaboração das respostas.

Ao término das respostas, deu-se início à apresentação da *MannaHome*. Foram apresentadas os microcontroladores, os sensores e atuadores (que foram descritos no [Capítulo 3](#)), de forma individual, e como eles integravam o sistema da casa.

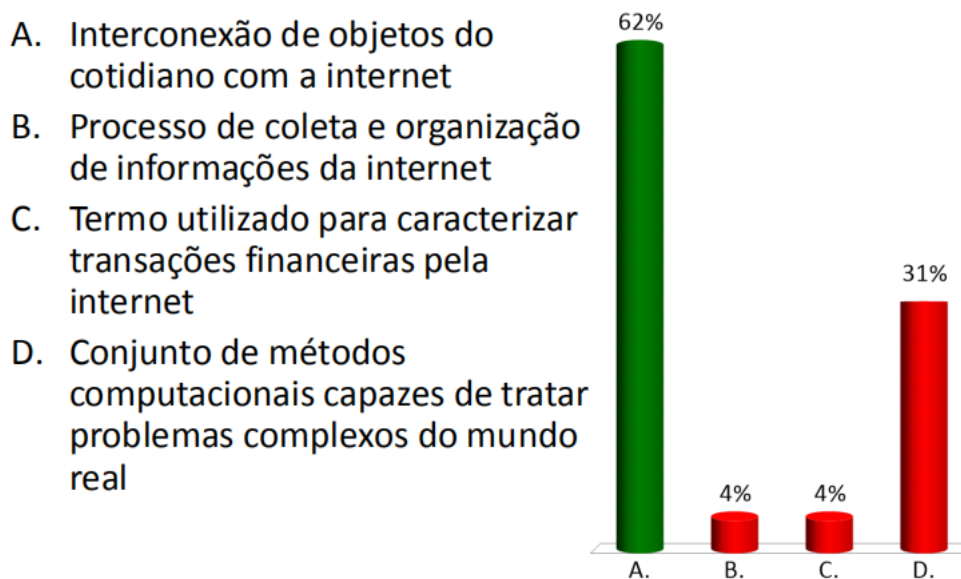
Mostrou-se como é possível controlar os dispositivos da casa por meio de um computador com acesso à internet, utilizando o *Dashboard* do *Node-RED*, como observado na [Figura 11](#) ou, com o aplicativo *MQTT Dash*, disponível para smartphone com *Android*, como observado na [Figura 10](#).

Com essas aplicações, foi possível demonstrar o acionamento dos componentes da casa, como as luzes e o ventilador, e também fazer a leitura dos dados coletados pelos sensores. A saber: umidade relativa do ar, temperatura ambiente, nível de gás na atmosfera, umidade do solo, sensor de chuva, sensor de presença, distância detectada pelo sensor de proximidade e o nível de luminosidade ambiente captada pelo sensor *LDR*.

Para finalizar a aula, foi aplicado novamente o quiz, desta vez mostrando um *feedback* visual com a porcentagem de acertos e erros de cada pergunta, após serem respondidas, conforme visualizado na [Figura 16](#). E uma última pergunta descritiva para ser respondida no formulários online do *Google*.

FIGURA 16 – *Feedback* visual das respostas

O que pode ser Internet das Coisas (IoT)?



FONTE: O autor (2019).

Nos momentos em que foram aplicados os formulários online do *Google*, os alunos estavam dispostos em grupos com o objetivo de debaterem as perguntas entre si, formularem as respostas e estimular o trabalho em equipe.

A parte da aplicação descrita nesta seção, compõe o primeiro momento da sequência didática disponível no [Apêndice A](#). Importante destacar, que devido ao atraso dos alunos não foi possível aplicar o segundo momento da atividade no qual, seria abordada a parte da física dos componentes, por meio de um experimento com o sensor *LDR* demonstrando uma das aplicações do efeito fotoelétrico.

4.2.1.2 Turma B

O primeiro momento da aplicação da SD2 para a Turma B, se deu, do mesmo modo que o primeiro momento da aplicação da SD1 para a Turma A, como foi descrito na [subseção 4.2.1.1](#).

Para o segundo momento dessa aula, foi desenvolvido um experimento com sensor o ultrassônico, pois a SD2 abordava alguns conceitos básicos de ondulatória.

Deu-se início ao segundo momento dessa SD com um questionamento a respeito de ondas, a saber: “Como os conceitos de Ondulatória aparecem no nosso dia a dia?”. Foi debatido um pouco sobre essa questão e, posteriormente, foi passado um vídeo a respeito de alguns conceitos básicos de ondulatória².

Dando continuidade as atividades, foi apresentado o Arduino aos alunos, junto com uma breve explicação sobre seu funcionamento, seus principais componentes e o ambiente de desenvolvimento Arduino IDE.

O experimento já estava pré montado na *protoboard*, sendo realizados apenas alguns ajustes, como conecta-lo à placa Arduino. Em seguida foi carregado o código-fonte da IDE para a placa Arduino, código este que encontra-se no [Apêndice A](#). Com o experimento pronto e com o auxílio de uma fita métrica, cada grupo foi medindo uma determinada distância e anotando em uma folha de papel.

Em seguida, com cada grupo já tendo realizada uma medição com o experimento (que inicialmente retornava um valor em μs e não em centímetros), foi solicitado para fazerem a conversão da velocidade do som (aproximadamente 320m/s) para μs . Essa conversão foi possível com o auxílio de uma calculadora³. Com esse valor convertido em μs , pode-se calcular a distância em cm por meio da fórmula disponível no [Apêndice A](#).

Após todos terem realizados os cálculos de conversão, do valor retornado para cm, foram realizadas pequenas modificações no código-fonte e carregado novamente

² Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_orpt7zCiW4

³ Disponível em: <http://twixar.me/Hpx1>

no Arduino. Deste modo, pode-se verificar se os cálculos estavam corretos, pois os alunos fizeram as mesmas medições de distâncias do início da atividade, porém dessa vez, o experimento já retornava esses valores em cm.

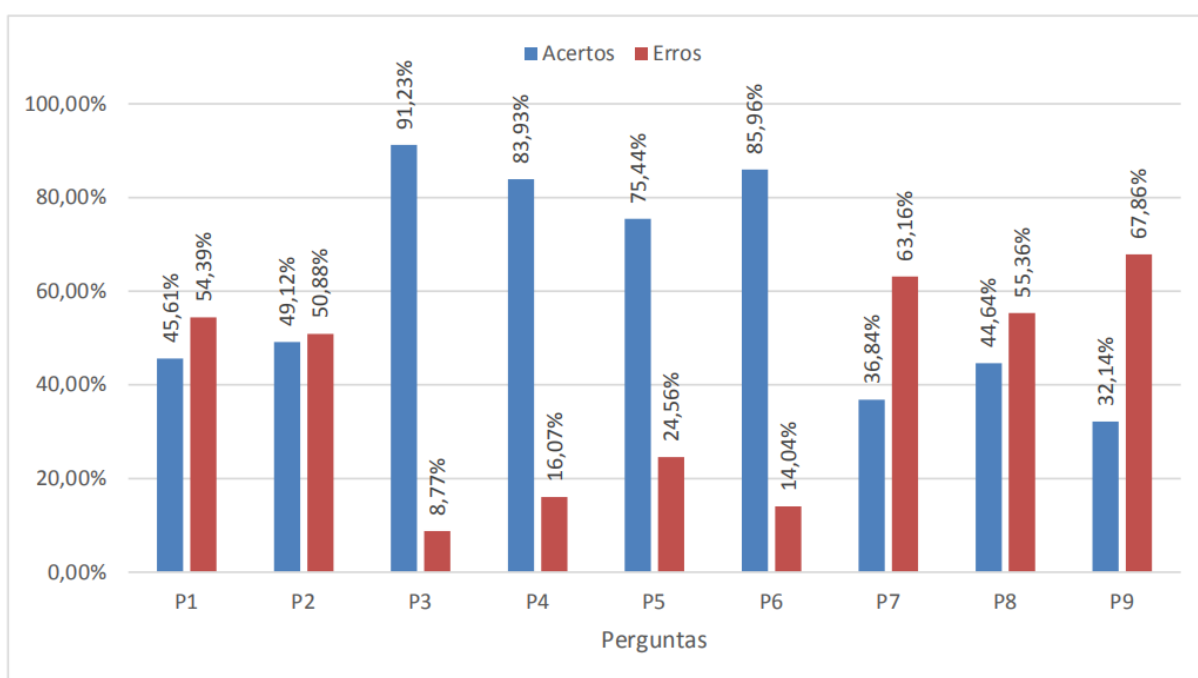
Ao término dessa atividade, foram demonstrados alguns exemplos de aplicações de sensores ultrassônicos utilizados na indústria. O intuito dessa atividade foi mostrar como o conceito da ondulatória está presente no cotidiano das pessoas, representado nessa atividade como um simples sensor de distância que pode ser utilizado em casa ou suas aplicações na indústria.

Ao final da aula, foi realizado novamente o quiz inicial, com intuito de verificar uma possível tendência de aprendizado do início ao término da atividade. Antes de irem embora, os alunos responderam mais uma pergunta dissertativa nos formulários online do *Google*, dando alguns exemplos de aplicações *IoT* presentes em seu cotidiano.

4.2.2 Análise dos resultados

De acordo com as respostas coletadas por meio do quiz realizado ao início das duas aulas (denominado pré-teste) e comparando-os com o quiz realizado ao final (pós-teste), pode-se fazer uma análise quantitativa dos resultados destas atividades. A [Figura 17](#) apresenta um gráfico contendo a média percentual de acertos e erros do pré-teste, somando as duas turmas.

FIGURA 17 – Resultados do Pré-teste

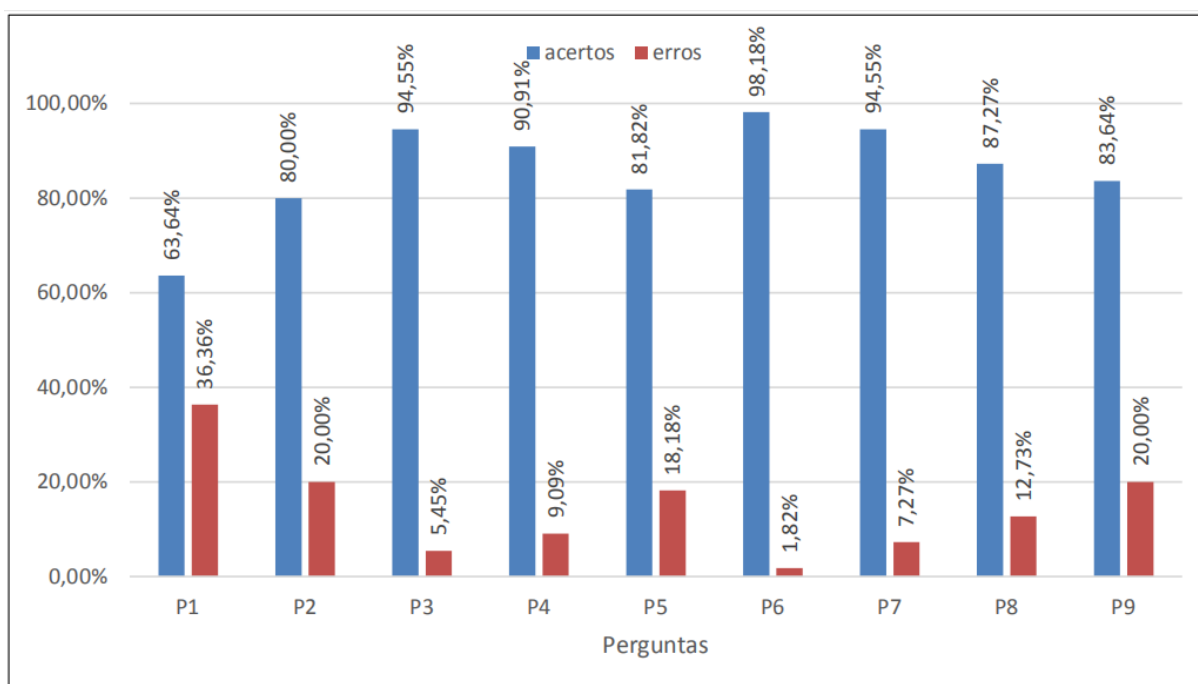


FONTE: O autor (2019).

Apesar da maioria relatar que não conheciam o termo Internet das Coisas ou *IoT*, grande parte das questões relacionadas a esse conceito foram acertadas, entretanto, ao decorrer das atividades ficou evidente que os alunos responderam essas questões por meio de conjecturas ou eliminação de possíveis respostas erradas.

Em relação ao pós-teste, podemos ver uma melhora nos resultados por meio de um aumento significativo das respostas corretas, como visto na [Figura 18](#).

FIGURA 18 – Resultados do Pós-teste



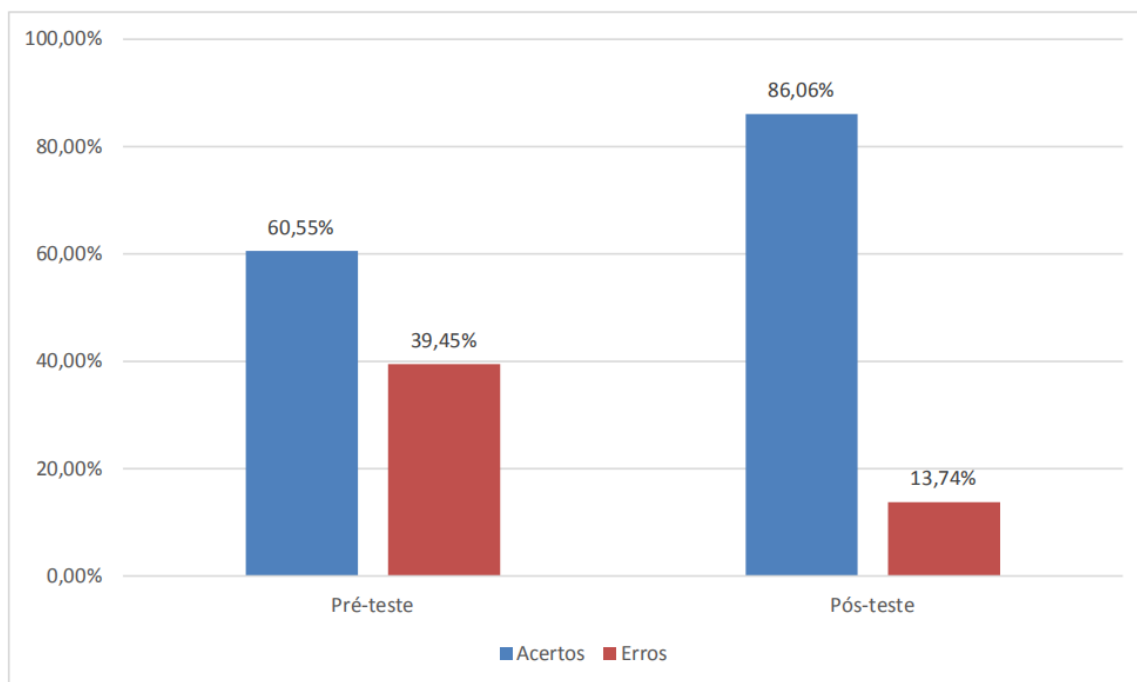
FONTE: O autor (2019).

De acordo com o gráfico, fica evidente que a questão que teve um maior ganho de percentual, em relação a quantidade de respostas corretas entre o pré-teste e o pós-teste, foi a P7, com um ganho em média de 57,71 pontos percentuais, seguida da P9, com um ganho em média de 51,5 pontos percentuais.

Com base nos dois gráficos, pode-se fazer uma análise dos resultados do pré-teste e do pós-teste, com o objetivo de comparar os métodos de avaliação da aprendizagem.

De acordo com a [Figura 19](#), os resultados se mostraram positivos na comparação da média entre os erros e acertos. Como observado, houve um aumento em mais de 25 ponto percentuais, tendo uma melhoria de mais de 40% nas respostas corretas, indicando uma tendência de aprendizado por parte dos alunos.

FIGURA 19 – Comparação entre o Pré-teste e o Pós-teste



FONTE: O autor (2019).

Apesar dos resultados parecerem satisfatórios, vale destacar que o número de respostas erradas da P1 foi relativamente alto. Para uma melhor visualização, o [Quadro 3](#) apresenta as questões utilizadas nessa atividade. Trata-se de perguntas de múltipla escolha, variando de duas a cinco respostas para cada questão, sendo apenas uma correta.

Quadro 3 – Questões desenvolvidas para o quiz

P1: O que pode ser Internet das Coisas (<i>IoT</i>)?
P2: O que faz de um objeto ser incluso na <i>IoT</i> ?
P3: Assinale a alternativa que NÃO exemplifica uma aplicação da <i>IoT</i> :
P4: Qual das alternativas abaixo é uma área de aplicação da <i>IoT</i> :
P5: Um estacionamento que mostra o número de vagas disponíveis e em que direção elas estão, pode ser considerado uma aplicação de <i>IoT</i> ?
P6: Em uma residência, caracteriza uma solução de <i>IoT</i> , a instalação de um detector de fumaça capaz de gerar alertas em caso de fumaça e ser acionado, a partir de um smartphone, para iniciar um mecanismo de reação.
P7: O que é uma onda?
P8: As ondas podem ser classificadas como:
P9: As ondas são divididas em duas categorias, quais são elas?

FONTE: O autor (2019).

Após uma análise dos dados, constatou-se que algumas questões como a P3, P4, P5 e P6, já tiveram uma taxa de acerto expressiva no pré-teste, como visto na [Figura 17](#). Isto se traduz como um ponto frágil que necessita ser melhorado, para assim, ter um percentual de melhoria ou não, que possa condizer de fato com a realidade. Isso demonstra que o processo de ensino pode ser aprimorado, por meio de questões mais elaboradas e com o desenvolvimento de novos experimentos.

Ao fim das aulas, os alunos tiveram um último questionário para responderem. Este questionário consiste em uma pergunta dissertativa a cerca de *IoT*, como ilustra o quadro [Quadro 4](#).

Quadro 4 – Questionário final

Você lembra ou reconhece algum sistema onde essas tecnologias são utilizadas? Cite um exemplo do seu cotidiano onde a <i>IoT</i> poderia ser aplicada.
R1: casa
R2: casa inteligente
R3: rfid
R4: smartTV
R5: em casas, lojas
R6: Sim, carro, casa, rua
R7: Computador, celular, Smart-TV
R8: celular
R9: interfone de casas, drone, relógio inteligente
R10: celular

FONTE: O autor (2019).

Dentre essas respostas se destacam o celular, a smartTV e a casa. Isso se deve, provavelmente, ao fato de a atividade ser voltada ao protótipo da *MannaHome*, e pelo celular controlá-la, o que pode ter deixado a impressão de que a *IoT* se traduz em uma Casa Inteligente. Porém outros termos também apareceram como, *RFID* e lojas, pois provavelmente os alunos estavam se referindo às *tags* de *RFID* que são utilizadas pelas lojas para fazerem o controle das roupas que saem pela porta, evitando possíveis furtos. Os termos carros, drone e relógios inteligente também foram abordados no decorrer das atividades como exemplos de aplicações *IoT*.

Como dito anteriormente, apesar dos resultados demonstrarem uma tendência de melhoria no aprendizado, não se tem a pretensão de substituir um ensino tradicional por esse tipo de abordagem, pois tais abordagens necessitam de estudos mais aprofundados. Deve-se pensar também nas estruturas das escolas, visto que atual-

mente a grande maioria dos colégios e escolas públicas não possuem estruturas para a realização de tais atividades, por exemplo, carecendo de um acesso à internet de qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizada a análise dos dados apresentados neste trabalho, observou-se como os alunos se interessam por atividades que envolvam o uso de novas tecnologias da qual não estão acostumadas à terem contato em um ambiente e ensino tradicional, e como essas tecnologias podem potencializar um ensino-aprendizado de forma mais dinâmica.

Conforme descrito na [subseção 4.2.1](#), os alunos participaram de um pré-teste e pós-teste, por meio de um sistemas de resposta à audiência que realiza a coleta dos dados, com intuito de verificar o conhecimento anterior e o conhecimento adquirido durante a aplicação das SD. Foram utilizadas um total de 9 questões de múltipla escolha. Após a realização do quiz, os dados foram distribuídos em uma tabela e então analisados.

Conforme observado na [Figura 19](#), os alunos conseguiram ter uma evolução em relação ao número de respostas corretas, indicando uma possível compreensão dos conceitos abordados durante a realizando da SD. Os pontos positivos da utilização de sistemas de respostas à audiência é o fato da dinâmica com os *clickers* serem mais atrativas para o aluno, tendo um *feedback* visual imediato, o que coopera no engajamento dos alunos.

Como descrito anteriormente, apesar dos resultados demonstrarem uma tendência de melhoria no aprendizado, não se tem a pretensão de substituir as ações didáticas do professor em um ensino tradicional, por esse tipo de abordagem, mas busca-se complementá-las, de uma forma mais dinâmica e que seja mais atrativa para os alunos.

Deve-se pensar também nas estruturas das escolas, pois atualmente a grande maioria dos colégios e escolas públicas não possuem estruturas para a realização de tais atividades, pois carecem de um acesso à internet de qualidade, além da falta de equipamentos de hardware.

Vale ressaltar que o objetivo deste trabalho foi apresentar o conceito de *IoT* para os alunos dentro da sala de aula, entretanto a questão do acesso à internet nas escolas foi decisivo na decisão do local que este trabalho seria aplicado, por isso, optou-se por realizá-lo no laboratório da universidade, pois trata-se de um ambiente preparado para esse tipo de abordagem, contando com internet banda larga de qualidade, dois projetores e uma lousa digital, o que possibilita o desenvolvimento de diversas abordagens que envolvam o uso de tecnologias.

Como trabalhos futuros, pretende-se aprimorar e desenvolver novas SDs.

Dessa vez, seguindo um desenvolvimento mais elaborado, contando com módulos que complementem um ao outro e que contemplem o período de algumas aulas.

Pretende-se também, desenvolver outros protótipos de aplicações *IoT*, como casas inteligentes, hospitais inteligentes ou mesmo salas de aula inteligentes, para dar continuidade ao projeto, e assim difundir o conceito de *IoT* para que as pessoas possam ter noção de como esse novo paradigma irá impactar, ou já está, impactando suas vidas.

REFERÊNCIAS

- AKPAKWU, Godfrey Anuga et al. A survey on 5G networks for the Internet of Things: Communication technologies and challenges. **IEEE Access**, IEEE, v. 6, p. 3619–3647, 2017. Citado na página 23.
- ALLAFI, Ibrahim; IQBAL, Tariq. Design and implementation of a low cost web server using ESP32 for real-time photovoltaic system monitoring. In: IEEE. 2017 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC). [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–5. Citado na página 34.
- AMADEU, Maria Simone Utida dos Santos et al. Manual de normalização de documentos científicos: de acordo com as normas da ABNT. Ed. UFPR, 2015. Citado na página 29.
- ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila; VALENTIM, Marta Lígia Pomim. A Ciência da Informação no Brasil: mapeamento da pesquisa e cenário institucional. **Bibliotecas. Anales de Investigación**, v. 15, n. 2, p. 232–259, 2019. Citado na página 16.
- ARDUINO. Whats is Arduino, 2019. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 24 out. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 32, 33.
- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, Elsevier, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 19, 20, 27.
- BANDEIRA, Sergilanio Lima; MARTINS, Rafael Castelo Guedes. **APRENDIZAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO PROFISSIONALIZANTE UTILIZANDO ARDUINO**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Citado na página 36.
- BARAI, Suvankar; BISWAS, Debajyoti; SAU, Buddhadeb. Estimate distance measurement using NodeMCU ESP8266 based on RSSI technique. In: IEEE. 2017 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA). [S.l.: s.n.], 2017. p. 170–173. Citado na página 37.
- BONIFÁCIO, Tatiana Giorgenon. **Implementação de um protocolo mesh multi-hop baseado em algoritmo de roteamento geográfico para redes de sensores sem fio**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Citado na página 27.
- BONOMI, Flavio et al. Fog computing and its role in the internet of things. In: ACM. PROCEEDINGS of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing. [S.l.: s.n.], 2012. p. 13–16. Citado na página 38.

BORBA, Bruno de. **Serviço de descoberta para o protocolo MQTT em um sistema de monitoramento de grupos motor-gerador baseado em internet das coisas**. 2018. Tese (Doutorado). Citado na página 39.

BOTEGA, Leonardo Castro; CRUVINEL, Paulo Estevão. Realidade virtual: histórico, conceitos e dispositivos. **Embrapa Instrumentação - Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009. Citado na página 35.

CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor. **Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos**. [S.l.]: Elsevier, 2006. Citado na página 72.

CASTILHO, Gustavo Uruguay; KAMIENSKI, Carlos Alberto. Aplicação de Computação em Névoa na Internet das Coisas para Cidades Inteligentes: da Teoria à Prática. In: ANAIS do XVI Workshop em Clouds e Aplicações. Campos do Jordão: SBC, 2018. Disponível em: <<https://ojs.sbc.org.br/index.php/wcga/article/view/2376>>. Citado na página 38.

CORNEL, Constantin-Eugen. The Role of Internet of Things for a Continuous Improvement in Education. **Hyperion Economic Journal**, Faculty of Economic Sciences, Hyperion University of Bucharest, Romania, v. 2, n. 3, p. 24–31, 2015. Citado na página 46.

DUIJSEN, Peter van; WOULDSTRA, Johan; WILLIGENBURG, Pepijn van. Educational setup for Power Electronics and IoT. In: IEEE. 2018 19th International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM). [S.l.: s.n.], 2018. p. 147–152. Citado na página 21.

DWORAKOWSKI, Luiz Antonio et al. Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 38, n. 3, 2016. Citado na página 67.

ELECFREAKS. Ultrasonic Ranging Module HC - SR04, 2019. Disponível em: <<https://lastminuteengineers.com/datasheets/hcsr04-ultrasonic-sensor-datasheet.pdf>>. Citado na página 67.

ENGINEERS, Last Minute. How HC-SR04 Ultrasonic Sensor Works & Interface It With Arduino, 2019. Disponível em: <<https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>>. Citado na página 68.

FILIPEFLOP. **Módulo WiFi ESP32 Bluetooth**. 2019. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>>. Citado 0 vezes nas páginas 33, 34.

- GARTNER INC. **Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016**. 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016>>. Acesso em: 9 mai. 2019. Citado na página 16.
- _____. **Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>>. Acesso em: 9 mai. 2019. Citado na página 16.
- GAY, Warren. DHT11 sensor. In: **ADVANCED Raspberry Pi**. [S.l.]: Springer, 2018. p. 399–418. Citado na página 36.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16–17, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 29, 31.
- INGL, Zoltan et al. Universal Arduino-based experimenting system to support teaching of natural sciences. **arXiv preprint arXiv:1901.03810**, 2019. Citado na página 47.
- GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 27, 28.
- HELERBROCK, Rafael. O que é o LED? Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-led.htm>>. Acesso em: 28 out. 2019. Citado na página 35.
- HWANG, Young-mee; KIM, Kwang-sun; IM, Tami. Film scenes in interdisciplinary education: teaching the Internet of Things. **Educational Media International**, Taylor & Francis, v. 54, n. 2, p. 83–98, 2017. Citado na página 47.
- ICTP WORKSHOP, [s.l.]. **ITU work on Internet of things**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <http://wireless.ictp.it/school_2015/presentations/secondweek/ITU-WORK-ON-IOT.pdf>. Citado na página 20.
- KALATEC. Sevo motor, 2019. Disponível em: <<https://www.kalatec.com.br/lp/servo-motor>>. Acesso em: 30 out. 2019. Citado na página 36.
- KATO, Hiroko; TAN, Keng T; CHAI, Douglas. **Barcodes for mobile devices**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2010. Citado na página 24.
- KHARCHENKO, Vyacheslav et al. Emerging curriculum for industry and human applications in Internet of Things. In: IEEE. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). [S.l.: s.n.], 2017. v. 2, p. 918–922. Citado na página 16.

KITCHENHAM, Barbara. **Procedures for Performing Systematic Reviews**.

Department of Computer Science, Keele University, UK, 2004. Citado 2 vezes nas páginas [29](#), [30](#).

LEE, In; LEE, Kyoochun. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**, Elsevier, v. 58, n. 4, p. 431–440, 2015. Citado 2 vezes nas páginas [19](#), [26](#).

LEKIĆ, Milica; GARDAŠEVIĆ, Gordana. IoT sensor integration to Node-RED platform. In: IEEE. 2018 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–5. Citado na página [40](#).

MADAKAM, Somayya; RAMASWAMY, R; TRIPATHI, Siddharth. Internet of Things (IoT): A literature review. **Journal of Computer and Communications**, Scientific Research Publishing, v. 3, n. 05, p. 164, 2015. Citado na página [23](#).

MAIER, Alexander; SHARP, Andrew; VAGAPOV, Yuriy. Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things. In: 2017 Internet Technologies and Applications (ITA). [S.l.: s.n.], 2017. p. 143–148. DOI: [10.1109/ITECHA.2017.8101926](https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926). Citado na página [34](#).

MEHTA, Manan. ESP 8266: a breakthrough in wireless sensor networks and internet of things. **International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology**, v. 6, n. 8, p. 7–11, 2015. Citado na página [34](#).

MOREIRA, Filipe; VAIRINHOS, Mario; RAMOS, Fernando. Internet of Things in education: A tool for science learning, p. 1–5, jun. 2018. DOI: [10.23919/CISTI.2018.8399234](https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399234). Citado na página [17](#).

MOREIRA, Michele; ROMEU, Mairton Cavalcante et al. Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 35, n. 3, p. 721–745, 2018. Citado na página [48](#).

NEIVA, Frâncila; SILVA, Rodrigo. **Revisão Sistemática da Literatura em Ciência da Computação Um Guia Prático**. [S.l.], jun. 2016. p. 8. DOI: [10.13140/RG.2.1.1445.3361](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1445.3361). Citado na página [29](#).

OLIVEIRA CARDOSO, Stenio Octávio de; DICKMAN, Adriana Gomes. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 891–934, 2012. Citado na página [72](#).

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI**. [S.l.]: Novatec Editora, 2017. Citado 2 vezes nas páginas [33](#), [37](#).

SANTOS, Bruno P et al. Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, 2016. Citado 2 vezes nas páginas [19](#), [22](#).

AL-SARAWI, S. et al. Internet of Things (IoT) communication protocols: Review. In: 2017 8th International Conference on Information Technology (ICIT). [S.l.: s.n.], mai. 2017. p. 685–690. DOI: [10.1109/ICITECH.2017.8079928](https://doi.org/10.1109/ICITECH.2017.8079928). Citado na página [26](#).

SAVOV, Teodor et al. Contemporary technology support for education. In: CBU International Conference Proceedings. [S.l.: s.n.], 2017. v. 5, p. 802–806. Citado na página [16](#).

SILVA, José Alberto Fracassi da; LAGO, Claudimir Lucio do. Módulo eletrônico de controle para válvulas solenóides. **Quimica Nova**, SciELO Brasil, v. 25, n. 5, p. 842–843, 2002. Citado na página [35](#).

SILVEIRA, Sérgio; GIRARDI, Mauricio. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de física moderna no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, Brasil., v. 39, n. 4, e405-2–e405-7, 2016. Citado na página [48](#).

SINGER, Talita. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. **Simpósio em tecnologias digitais e sociabilidade**, v. 2, p. 1–15, 2012. Citado na página [19](#).

SINHA, Nitin; PUJITHA, Korrapati Eswari; ALEX, John Sahaya Rani. Xively based sensing and monitoring system for IoT. In: IEEE. 2015 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–6. Citado na página [36](#).

TAVARES, Sérgio et al. Internet das coisas na Educação estudo de caso e perspectivas. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 10, p. 99–112, 2018. Citado na página [46](#).

TZIORTZIOTI, Chrysanthi et al. Scenarios for educational and game activities using internet of things data. In: IEEE. 2018 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG). [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–8. Citado na página [22](#).

ZAHARAKIS, Ioannis D; SKLAVOS, Nicolas; KAMEAS, Achilles. Exploiting ubiquitous computing, mobile computing and the internet of things to promote science education. In: IEEE. 2016 8th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS). [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–2. Citado 1 vezes nas páginas [20](#), [21](#).

ZUIN, Vânia Gomes; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. A formação no tempo e no espaço da internet das coisas. **Educação & Sociedade**, Centro de Estudos Educação e Sociedade, v. 37, n. 136, p. 757–773, 2016. Citado na página [16](#).

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1

A.1 INTERNET DAS COISAS APLICADA AO ENSINO DA ONDULATÓRIA

CONTEÚDO

Demonstrar os conceitos básicos da Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things - IoT*) e suas tecnologias relacionando com conceitos físicos presentes nos sensores/atuadores.

OBJETIVOS

- Compreender os conceitos básicos de IoT.
- Conhecer as diversas tecnologias presentes na IoT.
- Compreender conceitos físicos da Ondulatória e suas aplicações no dia-a-dia.
- Fortalecer, nos alunos, a Cultura Digital, assim como prevê a BNCC, em relação às competências que os mesmos devem adquirir ao longos dos anos escolares.

ANO(S)

2º Ano do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO

1 aula de 70 minutos.

PRÉ-REQUISITOS

É indicado que o docente tenha conhecimento básico em programação.

FERRAMENTAS

- 1 Projetor
- *Notebooks* ou *Desktops* para os alunos responderem os questionários online
- 1 Protótipo de Casa Inteligente

- 1 Fita métrica
- *Software IDE* Arduino instalado
- Placa Arduino Uno, ou semelhante
- 1 Sensor HC-SR04
- 1 *Protoboard*
- 4 *jumpers* macho/macho

DESENVOLVIMENTO

1º MOMENTO

Inicialmente será desenvolvida uma dinâmica na qual os alunos participarão de um quiz com o auxílio de um sistema de resposta à audiência (*clickers*). Essa dinâmica tem como objetivo, verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao tema proposto.

Após essa introdução, serão apresentados os conceitos básicos da *IoT* (Identificação, Sensores/Atuadores, Comunicação, Computação, Serviços e Semântica), e suas principais tecnologias como: Wi-Fi, redes de telefonia móvel como o 4G, *BLE*, *LoRa*, *RFID* entre outros. E por fim, sua aplicação nos diversos setores da sociedade: Casa Inteligente, Cidade Inteligente, Indústria 4.0, Sala de aula Inteligente, entre outras.

Na sequência, será apresentada a maquete da casa inteligente, e em seguida realizada uma atividade com duração de 10 minutos, na qual os alunos irão utilizar os Formulários Online Google para descrever sua concepção de uma casa inteligente com base nas tecnologias vistas até o momento.

Após o término do tempo estabelecido, demonstraremos o funcionamento da casa, acionando todos os seus sensores, com o auxílio de um *smartphone*. Conforme os sensores forem acionados, faremos uma breve explicação sobre o seu funcionamento.

- **Sondagem:** As primeiras atividades servem como uma sondagem inicial. Ela é interessante porque verifica o conhecimento prévio do aluno fazendo com que ele assimile o tema proposto com suas vivências anteriores. Após feita a sondagem inicial abordaremos os conceitos de *IoT*, suas aplicações e o impacto que esse paradigma pode causar na sociedade.
- **Organização:** Os alunos serão distribuídos em duplas dispostos na sala, sendo duas duplas por mesa, de modo que todos tenham uma visão da maquete que será apresentada a seguir. A intenção é fazer com que cada aluno acesse

seu conhecimento prévio, e ao debater com o colega, consigam responder às perguntas iniciais, potencializando o trabalho em grupo.

2º MOMENTO

Iniciaremos essa etapa fazendo a seguinte pergunta para os alunos: Como os conceitos de Ondulatória aparecem no nosso dia a dia? Serão dados 10 minutos para eles responderem em um Formulário Online *Google*. Após o tempo se encerrar iremos passar um breve vídeo explicando alguns conceitos básicos da Ondulatória, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=_orpt7zCiW4.

Dando seguimento a aula, iremos focar apenas em um único sensor. O escolhido para essa atividade foi o sensor HC-SR04 (ultrassônico), pois com ele é possível trabalhar com o conceito de Ondulatória.

Esse módulo HC-SR04 consiste basicamente de 4 pinos, nos quais, dois são responsáveis pela alimentação do módulo, sendo um +5V e um GND, um é responsável por iniciar a emissão do sinal (*TRIGGER*), e outro pino é responsável pela recepção do sinal (*ECHO*). Sempre que o pino (*TRIGGER*) recebe um pulso de largura de $10\mu\text{s}$, ele emite um outro pulso no Transdutor (Tx), composto de 8 ciclos na frequência de 40kHz e espera a recepção desse pulso no Transdutor (Rx). Caso esse pulso seja refletido por algum obstáculo e retorne ao transdutor (Rx), o pino *ECHO* emite um pulso para o controlador, com largura proporcional ao tempo da emissão e recepção dos sinais (DWORAKOWSKI et al., 2016).

Existem diversas bibliotecas que fazem o cálculo da distância desse tipo de sensor e para a nossa atividade iremos utilizar a biblioteca *New Ping* que pode ser obtida por meio do seguinte endereço: <http://twixar.me/Ytx1>. Após realizado o download basta descomprimir o arquivo para a pasta de bibliotecas do seu dispositivo de controle, nesse caso, foi utilizado o Arduino.

Segundo o fabricante do módulo ultrassônico [Elec Freaks \(2019\)](#), o cálculo da distância pode ser feito da seguinte forma:

$$d = \frac{\text{Comprimento do pulso } ECHO \times \text{Velocidade do som}}{2}$$

Em que:

- d = distancia do objeto
- Comprimento do pulso *ECHO* = μs (microsegundos)
- Velocidade do som = 320 m/s

Como podemos observar, o valor do pino *ECHO* é retornado em μs (microsegundos), e o valor da velocidade do som se dá por m/s (metros por segundo). Para

realizar o cálculo da distância, o valor da velocidade do som precisa ser convertido em $cm/\mu s$ (centímetros por microsegundos). No caso da biblioteca *New Ping*, usamos a função *ping()*, que retorna o tempo da transmissão e recepção do sinal em μs , e em seguida chamamos a função *convert_cm()*, que faz a conversão automática de tempo em μs para distância em cm.

Para a próxima atividade, faremos alguns exercícios manuais a partir de algumas distâncias escolhidas pelos alunos durante a aula. Para fazer a conversão da velocidade do som em $cm/\mu s$ utilizaremos uma calculadora disponível no seguinte endereço: <http://twixar.me/Hpx1>. Após feita a conversão, vemos que a velocidade do som em $cm/\mu s$ é aproximadamente 0.0343.

Com a velocidade do som dada em $cm/\mu s$, vamos utilizar um sensor ultrassônico experimental para nos retornar alguns valores em μs , equivalentes a determinadas distâncias que serão medidas com auxílio de uma fita métrica. Vale ressaltar que, quanto maior for a distância entre o objeto e o sensor, o ângulo de captura do sensor também será maior, podendo sofrer interferência de objetos que estejam paralelos à reta entre o sensor e o objeto. Com esses valores, os alunos farão os cálculos dessas distâncias manualmente e, como prova real, vamos utilizar as mesmas distância definidas anteriormente, só que dessa vez, o sensor nos retornará valores em cm e não mais em μs .

Após a atividade, serão mostradas algumas aplicações de sensores ultrassônicos na indústrias. Em seguida, encerraremos as atividades com uma dinâmica com os *clickers*, refazendo as perguntas iniciais, e adicionando novos conceitos que surgiram no decorrer das atividades. Desse modo, será possível verificar se os alunos tiveram uma evolução em relação ao que eles sabiam antes, e o que eles conseguiram aprender durante as atividades.

CÓDIGO FONTE

Este código fonte foi adaptado de [Engineers \(2019\)](#).

```

1 // Inclui a biblioteca NewPing Library
2 #include "NewPing.h"
3
4 // Conecte o HC-SR04 com Trigger no pino 9 do Arduino, Echo no pino
   10 do Arduino
5 #define TRIGGER_PIN 10
6 #define ECHO_PIN 9
7
8 // Distancia maxima pela qual queremos fazer ping (em centimetros).
```

```
9 #define MAX_DISTANCE 400
10
11 // NewPing definir os pinos e a distancia maxima.
12 NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
13 float duration, tempo;
14 int distancia;
15
16 void setup() {
17     Serial.begin(9600);
18 }
19
20 void loop() {
21     // Envia o ping, recebe a distancia em cm
22     //distancia = sonar.convert_cm();
23     tempo = sonar.ping();
24     distancia = sonar.convert_cm(tempo);
25
26     if (distancia >= 400 || distancia <= 2) {
27         Serial.println("Fora de alcance!");
28     } else {
29         // Envia os resultados ao Serial Monitor
30         // Para a primeira etapa deixar as 3 linhas Serial.print
31         // comentadas
32         // No segundo momento da atividade, retirar o comentario dessas
33         // 3 linhas e comentar as 3 seguintes.
34         //Serial.print("Distancia = ");
35         //Serial.print(distancia);
36         //Serial.println(" cm");
37
38         Serial.print("Tempo = ");
39         Serial.print(tempo);
40         Serial.println(" us");
41     }
42     delay(500); //Aguarda meio segundo ate a proxima leitura
43 }
```

APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2

B.1 O EFEITO FOTOELÉTRICO APLICADO AO CONCEITO DE CASA INTELIGENTE

CONTEÚDO

Demonstrar os conceitos básicos da Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things - IoT*) e suas tecnologias relacionando com conceitos físicos presentes nos sensores/atuadores.

OBJETIVOS

- Compreender os conceitos básicos de *IoT*.
- Conhecer as diversas tecnologias presentes na *IoT*, e onde essa tecnologia pode ser aplicada no dia a dia.
- Compreender o princípio do Efeito Fotoelétrico e suas aplicações no dia-a-dia.
- Compreender o princípio de funcionamento dos LDRs.
- Fortalecer, nos alunos, a Cultura Digital, assim como prevê a BNCC, em relação às competências que os mesmos devem adquirir ao longos dos anos escolares.

ANO(S)

2º Ano do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO

1 aula de 70 minutos.

PRÉ-REQUISITOS

É indicado que o docente tenha conhecimento básico em programação.

FERRAMENTAS

- 1 Projetor

- *Notebooks* ou *Desktops* para os alunos responderem os questionários online
- 1 Protótipo de Casa Inteligente
- *Software IDE* Arduino instalado
- Placa Arduino Uno, ou semelhante
- 1 *Protoboard*
- 1 Sensor LDR
- 1 LED
- 2 resistores de 220 ohms e 10K ohms
- Fios *jumpers*

DESENVOLVIMENTO

1º MOMENTO

Inicialmente será desenvolvida uma dinâmica na qual os alunos participarão de um quiz com o auxílio de um sistema de resposta à audiência (*clickers*). Essa dinâmica tem como objetivo, verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao tema proposto.

Após essa introdução, serão apresentados os conceitos básicos da *IoT* (Identificação, Sensores/Atuadores, Comunicação, Computação, Serviços e Semântica), e suas principais tecnologias como: Wi-Fi, redes de telefonia móvel como o 4G, *BLE*, *LoRa*, *RFID* entre outros. E por fim, sua aplicação nos diversos setores da sociedade: Casa Inteligente, Cidade Inteligente, Indústria 4.0, Sala de aula Inteligente, entre outras.

Na sequência, será apresentada a maquete da casa inteligente, e em seguida faremos uma atividade com duração de 10 minutos, na qual os alunos irão utilizar os Formulários Online *Google* para descrever sua concepção de uma casa inteligente com base nas tecnologias que vimos até o momento.

Após o término do tempo estabelecido, demonstraremos o funcionamento da casa, acionando todos os seus sensores, com o auxílio de um *smartphone*. Conforme os sensores forem acionados, faremos uma breve explicação sobre o seu funcionamento.

- **Sondagem:** As primeiras atividades servem como uma sondagem inicial. Ela é interessante porque verifica o conhecimento prévio do aluno fazendo com que ele assimile o tema proposto com suas vivências anteriores. Após feita a sondagem inicial abordaremos os conceitos de *IoT*, suas aplicações e o impacto que esse paradigma pode causar na nossa sociedade com o seu amadurecimento.

- **Organização:** Os alunos serão distribuídos em duplas dispostos na sala, sendo duas duplas por mesa, de modo que todos tenham uma visão da maquete que será apresentada a seguir. A intenção é fazer com que cada aluno acesse seu conhecimento prévio, e ao debater com o colega, consigam responder às perguntas iniciais, potencializando o trabalho em grupo.

2º MOMENTO

Essa aula se iniciará com o seguinte questionamento aos alunos: Quem acende a luz dos postes de iluminação pública? Será dado um tempo, em torno de 10 minutos, para os alunos debaterem sobre essa questão, com intuito de estimular a construção do conhecimento entre seus pares. Após se encerrar o tempo proposto para discussão inicial, será apresentado um breve vídeo explicando o conceito do efeito fotoelétrico, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UdrSl3-hjLs>.

Após o término desse vídeo referente à parte teórica, será feito um experimento em sala de aula, com o objetivo de demonstrar na prática, o conceito visto anteriormente.

Descoberto acidentalmente em 1886 por *Heinrich Hertz* (1857-1894), enquanto fazia experimentos em chapas metálicas que produziam faíscas com a incidência de luz ultravioleta, o efeito fotoelétrico só foi postulado teoricamente por *Albert Einstein* em 1905, um feito que lhe concedeu o prêmio Nobel em Física em 1921 (OLIVEIRA CARDOSO; DICKMAN, 2012).

O efeito fotoelétrico também pode ser observado nas células fotovoltaicas que são utilizadas para transformar energia solar em energia elétrica. Esse conceito é conhecido como efeito fotoelétrico interno, no qual consiste na quebra das ligações covalentes em materiais semicondutores (CARUSO; OGURI, 2006).

O experimento será desenvolvido com base no sensor *LDR* presente no protótipo da *MannaHome*. O *LDR* é um resistor de dois terminais em que a sua resistência varia linearmente com a intensidade da luz. Essa luz precisa ter uma determinada frequência para poder desencadear o efeito fotoelétrico. Quando a luz de uma determinada frequência incide neste resistor, o material do qual ele é feito, absorve os fótons de luz e a energia gerada nessa interação fazem os elétrons se excitarem o que possibilita a diminuição da resistência do material (CARUSO; OGURI, 2006).

O experimento com o *LDR* será um acionador automático de luz. Com o *LDR*, por exemplo, pode-se acionar uma lâmpada (representada pelo *LED*) quando a luz ambiente estiver baixa. Com isso, os alunos conseguirão observar o efeito fotoelétrico na prática, assim como a dualidade onda-partícula pois quando o *LED* for acionado, a luz estará se comportando como onda, e quando ocorrer o efeito fotoelétrico no *LDR*, a luz irá se comportar como partícula.

Após demonstrar o experimento com o Arduino, os alunos farão alguns cálculos manuais para verificarem a partir de qual frequência ocorre o efeito fotoelétrico em determinados materiais. Para realizarem os cálculos, os alunos utilizarão as seguintes funções:

$$W = h \times f_c \quad \text{ou} \quad f_c = \frac{W}{h}$$

Em que:

- W = Função trabalho de um determinado material
- h = Constante de Planck 4.14×10^{-15} elétron-volt - eV
- f_c = Frequência de corte

Exemplo: Sabendo que a função trabalho W de uma chapa de potássio é igual à 2.3 eV, Calcule a frequência de corte para que ocorra o efeito fotoelétrico nessa chapa de potássio.

Realizar esses cálculos para os seguintes materiais:

TABELA 3 – Função trabalho de alguns materiais

Materiais	Função trabalho
Alumínio	4.08
Carbono	4.81
Cobre	4.7
Ouro	5.1
Ferro	4.5

FONTE: O autor (2019).

Após realizarem os cálculos, determinar se e quais comprimentos de ondas da luz visível teriam frequência suficiente para desencadear o efeito fotoelétrico nesses materiais. As frequências de cada cor encontram-se na [Tabela 4](#).

TABELA 4 – Frequência das cores visíveis

Cores	Frequências
Vermelho	4 - 4.83
Laranja	4.83 - 5.13
Amarelo	5.13 - 5.22
Verde	5.22 - 6.00
Azul	6.00 - 6.74
Anil	6.74 - 7.06
Violeta	7.06 - 7.50

FONTE: O autor (2019).

Ao término da atividade será realizada uma avaliação, utilizando a ferramenta de formulários online do Google com algumas perguntas referente a parte teórica e sobre o experimento desenvolvido em sala. Após os alunos responderem, será realizada novamente a dinâmica inicial com o quiz, desse modo, será possível verificar uma possível tendência de aprendizado em relação ao que eles sabiam antes, e o que eles conseguiram aprender durante as atividades.

CÓDIGO FONTE

```

1 //declarando variaveis de localizacao dos pinos
2 int led = 13;
3 int ldrPin = A0;
4
5 void setup () {
6     Serial.begin(9600);
7     //Define os tipos de pino (Entrada / Saida)
8     pinMode(led, OUTPUT);
9     pinMode(ldrPin, INPUT);
10 }
11
12 void loop () {
13     int ldrStatus = analogRead(ldrPin); //LER O VALOR DO LDR
14     if (ldrStatus >= 500) {
15         digitalWrite(led, LOW);
16         Serial.println("Iluminacao Desativada");

```

```
17     } else {  
18         Serial.println("Iluminacao Ativada");  
19         digitalWrite(led, HIGH);  
20     }  
21 }
```